Volumen 4 / Número 6 / 2012 • ISSN 2007-347X

Revista mexicana de investigación en cultura física y deporte

CONADE
Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte

Sinade
SISTEMA NACIONAL DE CULTURA FÍSICA Y DEPORTE

Comisión de Formación, Capacitación, Certificación e Investigación

Volumen 4 / Número 6 / 2012

Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte

Diseño de portada: Patricia Luna Robles

***Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, volumen 4, año 4, núm. 6, julio-diciembre de 2012, es una publicación semestral editada por la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, Camino Santa Teresa 482, Col. Peña Pobre, Tlalpan, México, D.F. C.P. 14060, tel. 5927-5200, www.conade.gob.mx. Editor responsable: William Alfonso Maldonado Mauregui. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2011-113012421400-102; ISSN 2007-347X; Licitud de Título y Contenido núm.15487, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en los talleres de Ocelote, Servicios Editoriales, S.A. de C.V., Calle de Santiago 123, Col. San Jerónimo Lídice, Delegación Magdalena Contreras, C.P. 10200, México, D.F. Este número se terminó de imprimir el 27 de diciembre de 2012, con un tiraje de 2 000 ejemplares.**

Toda correspondencia y comentarios deben dirigirse a la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos, Añil puerta 10, acceso J, Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca, Col. Granjas, Delegación Iztacalco, C.P. 08400, México, D.F. revistainvestigacion@conade.gob.mx

Impresa y hecha en México

Contenido

Carteles de Investigación 131

Editorial

Mtro. Paulino Rafael Pérez Prado
Subdirector Técnico de Capacitación
para el Deporte de CONADE y docente
de la Facultad de Cultura Física
de la Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

Estimados lectores

El puente entre este hoy y ese mañana que queremos en el deporte tiene un nombre y se llama investigación.

Es por todos sabido que la capacidad de un país para desarrollarse cultural y económicamente está basada en el capital humano del que dispone para generar, aplicar y difundir el conocimiento; el desarrollo del deporte no es la excepción. Paradójicamente, la inversión en investigación es de rendimiento lento, no le luce a ningún gobierno y genera resistencias. Pero hay que hacerla. Se lo debemos a las generaciones venideras.

Por eso, la *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte* trabaja con el propósito de hacer de la investigación la esencia y el motor del desarrollo del deporte en México. La revista es una apuesta por el conocimiento y su aplicación; por lograr una mayor apropiación social del conocimiento, es decir, que sectores amplios de la población lo incorporen a su cultura.

Es necesario aprovechar el talento de quienes dedican parte de su vida a la investigación. Por ello, convocamos a todos los involucrados en las tareas de investigación a unir esfuerzos para crear, juntos, un mejor futuro en nuestro deporte.

En este número, que usted tiene en sus manos, se publican las mejores investigaciones que participaron en Certamen Nacional de Investigación en Cultura Física 2012. Destaca, en el área de Ciencias Aplicadas, el estudio de las "Relaciones existentes entre las capacidades físicas, la composición corporal y el rendimiento en judokas juveniles de competición mexicanos" en el cual se determinó la relación entre los índices de fuerza, fuerza explosiva, fuerza elástico-explosiva, consumo máximo de oxígeno y parámetros antropométricos de un grupo de veinte judokas.

En el área de Ciencias Sociales resalta el trabajo "Del animal movimiento al humano: de la manada a la sociedad homérica", en el que se estudió el movimiento como variable de transformación filogénica del homínido al *homo sapiens*, esto es, desde la manada hasta la sociedad esclavista de los tiempos de Homero.

Por lo que respecta al área de Educación Física, vale la pena mencionar el trabajo "Aprendizaje para impartir clases de educación física activas mediante evaluación SOFIT", en el cual se evaluó la intensidad, contexto y gasto calórico en una clase de educación física antes y después de una capacitación orientada al aprendizaje para

impartir clases de educación física activas a estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte.

En el área de Rendimiento es digno referir el estudio "Variables técnico-tácticas ofensivas que diferencian estadísticamente entre equipos ganadores y perdedores del Mundial Sub17 México 2011". En este trabajo se analizaron diez juegos de la segunda fase del mencionado campeonato mundial a partir de la grabación de las transmisiones televisivas. De estos juegos, se evaluaron todos los tiros a la portería, tiros libres y de esquina, centros y enfrentamientos ofensivos. Se compararon las proporciones expresadas en porcentajes de las diferentes clasificaciones de las acciones y de su éxito entre los equipos ganadores y perdedores.

En lo que respecta al área de Actividad Física y Salud es representativo el estudio "Lípidos sanguíneos y estrés oxidativo de varones adolescentes con sobrepeso durante ejercicio acuático", por el cual se determinó el efecto de un programa de ejercicio aerobio-acuático aplicado a ocho varones adolescentes, entre 12 y 16 años de edad, con sobrepeso u obesidad, durante 16 semanas a una intensidad del 68% de la frecuencia cardiaca de reserva, en los niveles sanguíneos de malondialdehído, triglicéridos, colesterol y glucosa en adolescentes.

La novedad de este número 6 es la inclusión de algunos de los carteles de investigación que se exhibieron en el certamen antes referido. Usted podrá apreciar uno respecto a las técnicas del salto de longitud; otro sobre la prueba de intervalos de velocidad crucero para determinar la velocidad de natación; uno más respecto al ceremonial del juego de pelota; continúa el cartel sobre vibración total corporal para el desarrollo de la potencia muscular y, finalmente, el cartel de propuesta del modelo bifásico del entrenamiento para corredores de montaña.

No hay tarea más grande delante de nosotros y que nos satisfaga tanto como la de fomentar la investigación. Por ello seguiremos luchando cada año por:

- Consolidar el Certamen Nacional de Investigación en Cultura Física.
- Seguir editando la *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, la cual ya cuenta con el registro de ISSN.
- Establecer un fideicomiso para el desarrollo académico y la investigación en cultura física y deporte.

- Obtener becas para alumnos de licenciatura y posgrado que realizan investigación en las áreas de la cultura física y el deporte.
- Establecer una red de investigadores de la cultura física y el deporte.
- Entre otras acciones.

Esperamos que las investigaciones y carteles aquí presentados constituyan un motivo y un aliciente para que más investigadores publiquen sus resultados en esta revista.

Ahora, sin mayores preámbulos, disfrute de cada una de las investigaciones aquí descritas, así como de los carteles.

Actividad Física y Salud

Resumen

El propósito de esta investigación fue determinar el efecto de un programa de ejercicio aerobio-acuático de 16 semanas de duración a una intensidad del 68% de la frecuencia cardiaca de reserva, en los niveles sanguíneos de malondialdehído (MDA), triglicéridos, colesterol y glucosa de adolescentes entre 12 y 16 años de edad, con sobrepeso u obesidad. Se estudiaron ocho adolescentes varones. Se midieron los analitos al inicio, a la mitad y al final del programa. Se midió estatura, peso e índice de masa corporal (IMC) al inicio y al final del programa de ejercicio. Se realizó estadística descriptiva, prueba de Wilcoxon, de Friedman y correlación de Pearson. La estatura corporal fue mayor al final del estudio ($p = 0.000$). Los valores de glucosa y colesterol disminuyeron hacia la mitad del estudio ($p = 0.030$ y $p = 0.041$, respectivamente). Se encontró correlación entre los niveles de triglicéridos y MDA al final del programa de ejercicio ($r = 0.836$, $R^2 = 0.699$, $p = 0.001$). El programa de ejercicio acuático disminuyó el colesterol sanguíneo de los adolescentes. Se observó también la disminución de la glucemia, aun cuando ésta se encontraba en rangos adecuados. Este efecto no se presentó en los valores de triglicéridos y de MDA.

Palabras clave

Obesidad, estrés oxidativo, programa acuático.

Abstract

The purpose of the study was to determine the effect of a 16-weeks-aerobic-aquatic exercise program at 68% of the heart rate reserve in 8 male adolescents, 12 to 16 years old, with overweight or obesity. Blood levels of malondialdehyde, triglycerides, cholesterol and glucose were determined at the beginning, middle and final of the exercise program. Height, weight and body mass index (BMI) were also measured before and after the 16 weeks exercise. Descriptive statistic, Pearson correlation, Wilcoxon and Friedman tests were considered at a $p \leq 0.05$. Height was greatest at the end of the study ($p = 0{,}000$). Blood levels of glucose and cholesterol decreased at the middle of the program ($p = 0.030$ and $p = 0.041$, respectively). Pearson correlation between triglycerides and malondiladehyde were significative at the end of the exercise program ($r = 0.836$, $R^2 = 0.699$, $p = 0.001$). The 16-weeks-aerobic-aquatic exercise program diminished cholesterol blood levels of the included adolescents. Low levels of glycemia were also observed even though this variable was at normal levels from the beginning. No effect was seen in triglycerides and malondiladehyde blood levels.

Key words

Obesity, oxidative stress, aquatic program.

Lípidos sanguíneos y estrés oxidativo de varones adolescentes con sobrepeso durante ejercicio acuático

Natanael Cervantes Hernández[1]
Claudia Esther Carrasco Legleu
Lidia Guillermina de León Fíerro

Introducción

La obesidad es uno de los grandes problemas de salud en la actualidad.

Este trabajo buscó determinar el efecto de un programa de ejercicio aerobio-acuático de 16 semanas de duración, a una intensidad del 68% de la frecuencia cardiaca de reserva, en los niveles sanguíneos de MDA, triglicéridos, colesterol y glucosa de adolescentes entre 12 y 16 años de edad, con sobrepeso u obesidad.

La Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología (2004) define la obesidad como una enfermedad crónica, un padecimiento complejo, producto de la interacción de diferentes factores genéticos, ambientales y de estilo de vida, y como un factor de riesgo para el desarrollo de numerosas patologías. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006) señala que la obesidad es una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

Tanto el sobrepeso como la obesidad traen consigo riesgos para la salud. Berentzen (2007) señala que la obesidad, en particular la abdominal, incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2. Otros problemas generados por la obesidad son: hipercolesterolemia, hipertensión, resistencia a la insulina, estado proinflamatorio y estado protrombótico (Grundy, 2004), y a éstos se le suman cáncer de endometrio, colon y mama (OMS, 2007).

El sedentarismo y la obesidad son dos factores que asociados promueven el desarrollo del síndrome metabólico (SM). Este desorden metabólico se define como un conjunto de factores de riesgo cardiovascular cuya fisiopatología, se piensa, está relacionada con la resistencia a la insulina (Barrio & López, 2005). El SM también se establece como un grupo de factores de riesgo metabólico que incluyen la elevación de los niveles de triglicéridos, la diminución en las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y un aumento de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) que constituyen la dislipidemia, así como la presencia de presión arterial elevada, hiperglucemia y resistencia a la insulina (Grundy, 2004).

El problema del SM ha ido en aumento, y con ello el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares producto del mismo, como lo son: diabetes mellitus tipo 2, ataques cardiacos, enfermedad cerebrovascular, así como la relación que guarda el SM con el estrés oxidativo (EO). Este último por sí mismo es responsable de numerosas patologías (Rodríguez, Sánchez & Martínez, 2002).

[1] Área de Actividad Física y Salud. Seudónimo: elconsen. Institución: Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte. ncervantes@uach.mx

El EO es un estado de la célula en el cual se encuentra alterada la homeostasis intracelular de oxidación y reducción, es decir, hay un desbalance entre agentes prooxidantes y antioxidantes. Este desequilibrio se origina a causa de una excesiva producción de radicales libres y la formación de especies reactivas de oxígeno (EROS) y/o por deficiencia en los mecanismos antioxidantes, que conducen a daño celular (Ríos, 2003).

La vida de un radical libre es extremadamente corta: su agresividad y su actividad destructora ocurren en una fracción de milésimas de segundo. Este es el tiempo requerido para la obtención de un electrón complementario para oxidar la célula, estabilizar su carga eléctrica y, con ello, dejar de ser un radical libre (González, 2004). Este fenómeno puede presentarse en biomoléculas como proteínas, lípidos y ADN.

Diego en el 2007 observó que la relación entre obesidad y EO puede deberse a la contribución de diversos genes, responsables de un estado inflamatorio celular, y que esta variación está relacionada con el grado de adiposidad presente.

Konukoglu (2006) precisó en su estudio, realizado en mujeres obesas, que los elevados valores de adiposidad están relacionados con el daño por radicales libres y el incremento del EO sobre las células endoteliales.

En el combate contra el sobrepeso, la obesidad, el SM y el EO, la actividad física ha demostrado ampliamente su efecto favorable, tanto sobre el metabolismo de los carbohidratos como en el de las grasas y los procesos antioxidantes.

Es importante el papel del ejercicio en el mantenimiento de la salud. Actualmente se utiliza la actividad física como un medio para la prevención y tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas, por la capacidad de metabolizar grasas e hidratos de carbono, y como un medio para mejorar el mecanismo de defensas antioxidantes ante situaciones de estrés en el organismo.

La obesidad, el SM, el EO y las patologías que éstos desencadenan, son un problema cuya incidencia y prevalencia se está acrecentando en México. Actualmente no existe clara evidencia de los efectos de la actividad física regular sobre el EO. Tampoco existe suficiente información de la relación que guarda el EO con otros indicadores fisiológicos o morfológicos que al ser identificados permitirían generar una adecuada intervención en la población mediante programas de actividad física para modificarlos o disminuirlos, y así evitar el daño generado por EO.

Método

Se reclutaron trece varones adolescentes entre 12 y 16 años de edad, de los cuales cuatro presentaban sobrepeso y nueve presentaban obesidad. Todos ellos estaban inscritos en el nivel de secundaria y desearon participar en el estudio. Sus padres o tutores autorizaron su participación. De los trece muchachos, sólo ocho terminaron satisfactoriamente el estudio.

El presente es un estudio cuasi experimental, con mediciones inicial, intermedia y final en un solo grupo. Se tomó en cuenta como variable independiente (VI) el programa de ejercicio aerobio acuático de intensidad moderada a una carga del 68% de la frecuencia cardiaca de reserva, y como variables dependientes (VD), los niveles de lipoperoxidación como indicadores de

EO, así como los triglicéridos, el colesterol y la glucosa en sangre.

Los padres firmaron una carta de consentimiento para que los adolescentes participaran en el programa. Se solicitó un examen médico a cada unos de los participantes. Se dio una plática acerca de la higiene y las reglas en la alberca, y del uso del pulsómetro antes de iniciar el programa de actividad física.

Se administró un programa de ejercicio acuático de catorce semanas de duración, más una semana de adaptación al agua y una semana de adaptación a la carga. Este programa se realizó basado en el protocolo propuesto por Alvarado (2005), pero a una intensidad del 68% de la frecuencia cardiaca de reserva, de acuerdo con la fórmula de Karvonen (Colegio Americano de Medicina del Deporte, ACSM por sus siglas en inglés, 2001).

Se midieron los niveles de lipoperoxidación en muestras sanguíneas, así como los de glucosa, colesterol y triglicéridos al inicio, a la mitad y al final de la administración del programa de actividad acuática.

Se hizo un análisis de estadística descriptiva t de Student para determinar diferencias entre las mediciones antes, durante y después del programa, y se realizó la correlación de Pearson para determinar correlaciones entre variables.

Resultados

En la tabla 1 se muestran las características antropométricas iniciales y finales de la muestra estudiada (n = 8). Su edad promedio fue de 13.5 ± 0.9 años. Tuvieron un peso corporal inicial de 73.7 ± 11.4 kg y final de 74.4 ± 12.0 kg (p = 0.360), con una estatura inicial de 165.0 ± 0.1 cm y una medición final de 168.0 ± 0.1 (p = 0.000). El IMC inicial fue de 27.0 ± 2.5 kg/m^2 y 26.4 ± 2.6 kg/m^2 (p = 0.090).

Tabla 1. Características iniciales y finales de los parámetros antropométricos de la muestra estudiada (Media ± DE)

(n = 8)	Inicial (Media ± DE)	Final (Media ± DE)	P
Edad (años)	13.5 ± 0.9	13.5 ± 0.9	0.327
Peso (kg)	73.7 ± 11.4	74.4 ± 12.0	0.360
Estatura (cm)	165.0 ± 0.1	168.0 ± 0.1	0.000
IMC (kg/m^2)	27.0 ± 2.3	26.4 ± 2.6	0.090

Los valores de glucosa presentaron niveles promedio de 88.4 ± 6.9, 73.0 ± 10.1 y 78.1 ± 13.8 mg-dl^{-1} al inicio, a la mitad y al finalizar el programa de actividad física (p = 0.030). Mientras que los valores promedio de colesterol fueron 168.1 ± 27.5, 132.6 ± 32.2 y 144.7 ± 20.3 mg-dl^{-1} (p = 0.041). En ambos casos la diferencia significativa ocurrió solamente entre la primera y segunda medición (Scheffe). Los valores de triglicéridos (112.2 ± 38.0, 98.6 ± 36.3 y 88.1 ± 38.6 mg-dl^{-1}, p = 0.452) y los valores de MDA (5.0 ± 2.2, 4.3 ± 2.1 y 3.1 ± 2.7 µM, p = 0.309) no mostraron diferencias significativas entre mediciones. Véase la tabla 2.

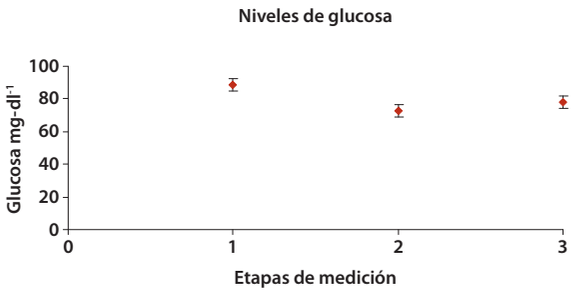
Tabla 2. Niveles sanguíneos de glucosa, colesterol, triglicéridos y MDA de los jóvenes estudiados (n = 8)

	Inicial (Media ± DE)	Media (Media ± DE)	Final (Media ± DE)	p
Glucosa (mg·dl^{-1})	88.4 ± 6.9	73.0 ± 10.1	78.1 ± 13.8	0.030 *
Colesterol (mg·dl^{-1})	168.1 ± 27.5	132.6 ± 32.2	144.7 ± 20.3	0.041*
Triglicéridos (mg·dl^{-1})	112.2 ± 38.0	98.6 ± 36.3	88.1 ± 38.6	0.452
MDA (µM)	5.0 ± 2.2	4.3 ± 2.1	3.1 ± 2.7	0.309

* Diferencia entre la primera y segunda medición.

En la gráfica 1 se establecen la media y el error estándar de las determinaciones de glucosa sanguínea en los jóvenes estudiados. Se observa la disminución entre la primera y segunda medición realizadas durante el programa de ejercicio.

Gráfica 1. Media y error estándar de las mediciones de glucosa de la muestra estudiada. En el análisis de comparaciones posteriores (Scheffe), se observó una disminución significativa de los valores de este parámetro, de la medición inicial a la intermedia.

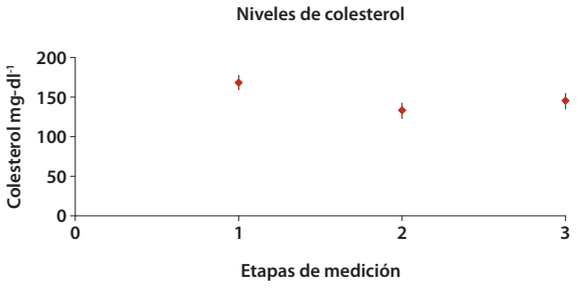


En la gráfica 2 se observan la media y el error estándar de las mediciones de colesterol sanguíneo en los jóvenes estudiados. Se aprecia la disminución de este parámetro entre la primera y segunda medición durante el programa de ejercicio.

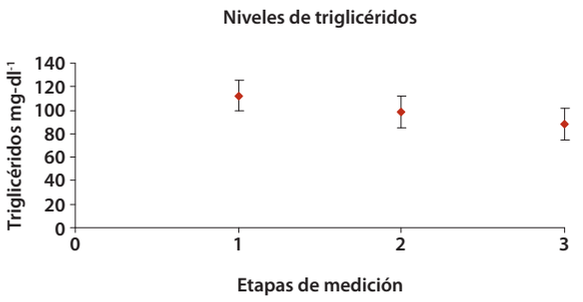
No se observan valores significativamente diferentes entre las mediciones inicial, media y final en los niveles de triglicéridos ni en los de MDA determinados en sangre de la muestra estudiada (gráficas 3 y 4).

Se encontró una correlación de Pearson positiva ($r = 0.836$, $R^2 = 0.699$, $p = 0.001$) entre los niveles de triglicéridos y MDA cuando se realizó la medición de estos analitos al final del programa de ejercicio (gráfica 5).

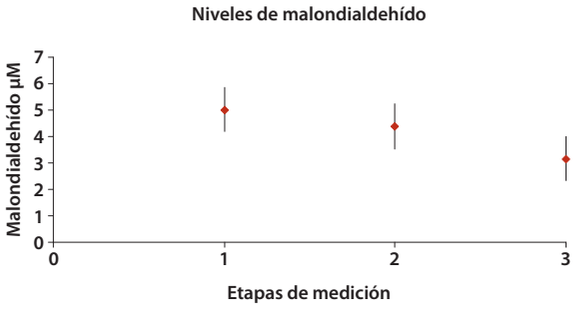
Gráfica 2. Media y error estándar de las mediciones de colesterol de la muestra estudiada. En el análisis de comparaciones posteriores (Scheffe), se observó una disminución significativa de los valores de este parámetro, de la medición inicial a la intermedia.



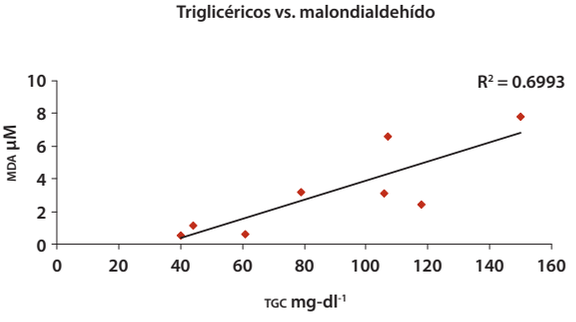
Gráfica 3. Los valores promedio de los triglicéridos en los sujetos evaluados no reportaron cambios significativos durante las etapas inicial, media y final del programa de actividad física.



Gráfica 4. No se observaron diferencias significativas de MDA en sangre, en las fases de evaluación de este parámetro a lo largo del programa de ejercicio administrado.

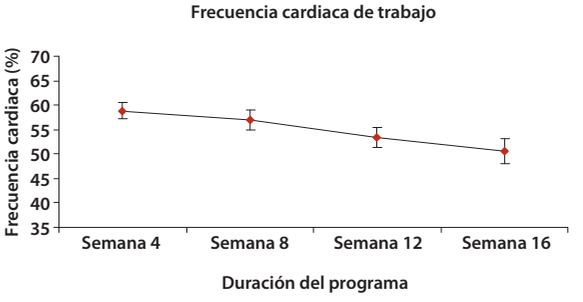


Gráfica 5. La correlación de Pearson (r = 0.836, R^2 = 0.699, p = 0.001) estableció la relación entre estos dos parámetros de manera que se observa que los jóvenes con niveles de triglicéridos altos también presentaban valores elevados de MDA.



El comportamiento de las frecuencias cardiacas de trabajo durante el programa acuático (media y error estándar) se presenta en la gráfica 6. Los promedios de trabajo por mes no alcanzaron el porcentaje de la frecuencia cardiaca esperada. Se observó también que la intensidad de trabajo descendió conforme pasaron las semanas del programa de ejercicio (p = 0.001). Las primeras ocho semanas se mantuvieron sin cambios, mientras que en la segunda mitad, los promedios totales de trabajo se encontraron por debajo de la intensidad inicial.

Gráfica 6. Las frecuencias cardiacas de trabajo (media y error estándar) de las semanas 4, 8, 12 y 16 del programa de acondicionamiento físico administrado a los jóvenes, no fueron de la misma intensidad durante todo el estudio, observando un menor esfuerzo en la segunda mitad del programa.



Discusión

Se ha establecido que durante la adolescencia, la estatura tiene una tasa de cambio acelerada en los varones, que ocurre de los 10-11 años hasta los 16-18 años. Su punto máximo se presenta alrededor de los 14 años, donde el crecimiento puede llegar a ser de alrededor de 12 cm por año (Costill & Wilmore, 2004). En el presente estudio la edad de la muestra abarcó esas etapas y, a pesar de que el programa de ejercicio fue realizado en un periodo corto, los adolescentes incluidos presentaron este crecimiento lineal. El error técnico de medición (ETM) reportado en este estudio para la estatura, fue tomado en cuenta para descartar este factor en los resultados.

De acuerdo con la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés, 2008), los valores de glucosa en sangre considerados dentro de los rangos normales para la población general, son menores a 100 mg-dl^{-1}. Sin embargo, Pajuelo, Pando, Leyva, Hernández & Infantes (2006) han establecido que valores mayores de 85.8 ± 9.5 mg-dl^{-1} de este parámetro, pueden referir predisposición a resistencia a la insulina en adolescentes entre 10 y 18 años de edad, con sobrepeso y obesidad.

Esta referencia resulta interesante ya que los adolescentes estudiados en esta investigación presentaron valores iniciales de glucemia dentro los parámetros normales de acuerdo a la ADA, pero un poco más altos que los valores considerados por Pajuelo y colaboradores como de riesgo para resistencia a la insulina. Hay que considerar además que ellos reportaron un IMC de 25.7 ± 1.4 kg/m^2, que resulta un poco menor al encontrado en los adolescentes del presente estudio.

Datos recientes han mostrado los beneficios de la práctica regular de actividad física sobre los niveles de glucosa en sangre. Durante el ejercicio aumenta la capacidad de captación de glucosa por la célula en ausencia de insulina. Esta respuesta aguda no llega a causar hipoglucemia en sujetos sanos debido a la presencia de glucagón, cortisol y hormona del crecimiento en sangre, que permiten el mantenimiento de la glucemia normal durante el esfuerzo. Vander, Sherman & Luciano (1994) indican que en estas circunstancias la concentración de glucosa en sangre varía muy poco, e inclusive puede llegar a elevarse ligeramente en el ejercicio corto de alta intensidad. Sin embargo, puede presentarse una disminución de la glucemia de hasta de un 25% de sus niveles en sangre durante la práctica prolongada de ejercicio, mayor a noventa minutos. Este efecto crónico puede mantener niveles bajos durante más tiempo, aunque dentro de los límites normales (Katja *et al.*, 2008; Vander *et al.*, 1994).

Es posible que se haya presentado una respuesta crónica en los adolescentes de este estudio. El efecto se observó, sobre todo, en las primeras semanas del programa de actividad física, en las que la reducción de los niveles de glucosa fue mayor. Sin embargo, esa disminución no pudo mantenerse, muy probablemente, debido a que los adolescentes perdieron el interés por la práctica del ejercicio acuático hacia el final del estudio. La intensidad del ejercicio no se mantuvo igual a lo largo del programa, los participantes faltaban a las sesiones, su actitud era apática y se les dificultaba la realización de nuevas rutinas.

Los valores de colesterol no se encontraron fuera de los rangos considerados como deseables, que son ≤ 200 mg/dl, según los criterios del ATPIII (2001) para individuos de esta edad. Sin embargo, estudios realizados en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, de 5 a 15 años de edad, señalan que valores de colesterol total de 177.6 ± 47.1 mg-dl^{-1} pueden ser considerados como factor de riesgo para presentar dislipidemias, en el caso de los adolescentes con sobrepeso (Romero-Velarde *et al.*, 2007). Esto se apoya en publicaciones del Sistema de Salud de la Universidad de Virginia (UVHS, por sus siglas en ingles, 2008) que indican que los valores de colesterol por arriba de los 170 mg-dl^{-1} son de riesgo para dislipidemia. Estos valores son muy similares a los

que se encontraron en los adolescentes participantes de este estudio.

El impacto de la actividad física sobre la regulación de los lípidos y, sobre todo, de las lipoproteínas circulantes, ha sido presentado en múltiples estudios (Bonilla, 2005; Díaz, Saavedra & Kain, 2005; Duperly, 2005; Saavedra, 2004). Se ha documentado que la práctica de ejercicio aerobio en personas sedentarias incrementa la actividad de la lipoproteinlipasa, la captación de las LDL y la producción de HDL. Además, se ha encontrado una mayor capacidad de remoción de los triglicéridos en sangre, por efecto del ejercicio regular, tanto en personas sanas como en individuos con hipertrigliceridemia (Duperly, 2005). Estos efectos pudieran haberse presentado en este estudio, dados los cambios encontrados en el colesterol, sobre todo en la primera mitad del ejercicio.

Los niveles de triglicéridos están, al igual que los de colesterol, relacionados con el factor de riesgo de dislipidemias, ya que los valores elevados de LDL se encuentran estrechamente vinculados con los niveles elevados de triglicéridos (Rodríguez *et. al.*, 2002). Aunque en este estudio, dicho parámetro tampoco fue detectado por arriba de los niveles deseables de ≤150 mg/dl (ATPIII, 2001), el resultado sí se considera de riesgo para dislipidemia, según lo publicado por el UVHS (2008).

Es necesario obtener mayor información acerca de los valores, tanto de colesterol como de triglicéridos, que se presentan en adolescentes pertenecientes al norte del país, ya que estas cifras pueden presentar diferencias de acuerdo con el tipo de alimentación y la situación geográfica, entre otros factores (Zárate & Saucedo, 2006). También es necesario incluir en estudios futuros la medición de colesterol HDL y LDL, que son los principales indicadores de la dislipidemia según el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos (2001).

Si bien la determinación de MDA en sangre es un indicador directo del grado de EO, los valores normales de este parámetro no han sido establecidos. Según estudios realizados por Souki *et al.* (2007), en adolescentes sanos se hace referencia a niveles normales de MDA de 1.4 ± 0.07 µM, valores que podemos tomar como referencia para determinar concentraciones elevadas de este compuesto. Los valores referidos por Souki fueron analizados en adolescentes centroamericanos y sería conveniente determinar si la región geográfica es un factor que influye sobre las concentraciones de este compuesto. La muestra aquí estudiada presenta cifras más elevadas que las referidas y, por lo tanto, altas concentraciones de MDA que pueden sugerir que los sujetos de este estudio presentaban EO.

Es posible que la ausencia de una reducción significativa de los niveles de triglicéridos y MDA se haya debido a que la carga establecida fue muy alta para los adolescentes, ya que éstos presentaban sobrepeso y no realizaban actividad física de forma regular. A pesar de haber tenido un periodo de adaptación a la carga, no se logró el trabajo a la frecuencia establecida. Probablemente si se hubiera planeado un programa de cargas incrementales desde niveles bajos que produjera mejor adaptación a la carga, se habría encontrado una reducción significativa de estos parámetros.

La falta de respuesta de estos parámetros también puede ser atribuida a que durante el estudio no se realizó un control de la alimentación. Esto pudo significar

un aumento en los niveles de triglicéridos y, por consecuencia, un aumento de los niveles de MDA. Según varias investigaciones (Payne, 2003; Palmieri, 2006; Abdilla, 2007) se ha determinado que los niveles elevados de colesterol o triglicéridos propician la oxidación de grasas y, por lo tanto, la generación de MDA. En los casos donde se observó un aumento de los niveles de triglicéridos hacia el final del programa, también se presentó un aumento en las concentraciones de MDA en los adolescentes de este estudio.

Para determinar realmente las modificaciones del EO por efecto del ejercicio, es necesario ampliar el número de la muestra para así poder observar diferencias significativas y, de la misma forma, poder medir otros parámetros que nos refieran EO, como pueden ser oxidación de proteínas y daño al ADN, así como niveles de antioxidantes endógenos y exógenos. Con esto se podrá tomar en cuenta el nivel de MDA como indicador de posibles alteraciones a nivel bioquímico que puedan repercutir en diferentes niveles celulares, desde una simple oxidación hasta daño al ADN. Este estudio apoyaría la idea del beneficio de la actividad física a nivel general, de metabolismo y de factores específicos del mismo.

Los programas acuáticos son un ejercicio ideal, una actividad completa para cualquier edad (Godoy, 2002). El programa acuático resulta una alternativa interesante como medio para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, según lo propuesto por el ACSM (2001). Es un tipo de actividad de bajo impacto, que puede realizarse en un periodo más largo y de carácter aerobio.

En este tipo de estudio, debido a la limitación en la cantidad de movimientos que pueden realizarse, a la cantidad de tiempo que se aplicó el programa y al grupo de edad de los participantes, sería necesario crear estrategias para mantener el nivel de trabajo a realizarse.

Según las recomendaciones del ACSM (2001) para la pérdida de peso, se debe realizar actividad física preferentemente cinco o más días a la semana, a una intensidad alta. En los adolescentes resulta difícil mantener esa frecuencia e intensidad, ya que por su condición no están acostumbrados a realizar actividad física. Esto implica una falta de disciplina o de motivación, por lo que estar sometidos a una rutina de entrenamiento acuático puede resultar monótono o abrumador.

Es necesario buscar o probar otro tipo de ejercicio, ya sea en bicicleta, en banda sin fin o en actividades deportivas y recreativas, que nos permita una alternancia entre actividades. De esta manera será posible mantener el tiempo efectivo de trabajo y la motivación para lograr generar un hábito en la práctica de actividad física.

Conclusión

Un programa de ejercicio acuático de intensidad moderada disminuyó el colesterol sanguíneo de los adolescentes con sobrepeso y obesidad en este trabajo, a pesar de las inconsistencias del mismo. También permitió normalizar la glucemia de los jóvenes estudiados. Sin embargo, no fue suficiente para provocar el mismo efecto en los triglicéridos y el MDA.

La relación encontrada entre las variables medidas de triglicéridos y MDA, parece sugerir que la modificación de uno de estos parámetros por efecto de la actividad física tendrá un efecto similar en los niveles de la otra variable.

Es necesario considerar la determinación del MDA en futuras investigaciones para establecer, primero, las concentraciones normales en personas sanas pertenecientes a esta región del país y, después, para determinar el efecto de diferentes intensidades y tipos de ejercicio que puedan ejercer una influencia en este compuesto y, por consiguiente, en el grado de EO.

Referencias

Abdilla, N., M.C. Tormo, M.J. Fabi & F.J. Chavez (2007), "Impact of the components of metabolic syndrome on oxidative stress and enzymatic antioxidant activity in essential hypertension", art. recuperado el 29 de enero del 2007 de: http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1200343191&sid=1&Fmt=2&clientId53258&RQT=309&VName=PQD

Alvarado, J.D. (2005), "Validación de un programa de actividad física para poblaciones especiales", tesis de maestría, Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte, Universidad Autónoma de Chihuahua.

American College of Sports Medicine (ACSM) (2001), "Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults", *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, vol, 1, pp. 2145-2156.

American Diabetes Association (ADA) (2008), "Normal fasting plasma glucose and risk of type 2 diabetes diagnosis", art. recuperado el 1 de diciembre del 2008 de: http://www.diabetes.org/diabetes-research/summaries/nichols-diabetes-risk-in-normal-fpg-range.jsp

Barrio, M.R. & C. López (2005), "Obesidad y el síndrome metabólico en el adolescente". Unidad de Endocrinología y Diabetes Pediátrica, Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria, art. recuperado el 10 de octubre 2007 de: http://www.adolescenciasema.org/ficheros/pediatria_integral_suplemento1_2006_b.pdf

Berentzen, T. (2007), "Physical inactivity, obesity and health", *Scandinavian Journal of Medicine and* Science *in* Sports, vol. 17, pp. 301-302.

Bonilla, J.F. (2005), "Respuesta hematológica al ejercicio", *Revista Ciencias de la Salud*. vol. 3, núm. 2, pp. 206-216.

Costill, D.L. & J.H. Wilmore (2004), *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (5a. ed.), Barcelona, Paidotribo.

Díaz, E., C. Saavedra & J. Kain (2005), "Actividad física, ejercicio, condición física y obesidad", *Revista Chilena de Nutrición*, vol, 27, núm. 1, pp. 127-134.

Diego, V.P., D.L. Rainwater, X.L. Wang & S.A. Cole (2007), "Genotype and adiposity interaction linkage analyses reveal a locus on chromosome 1 for lipoprotein-associated phospholipase A^sub 2^, a marker of inflammation and oxidative stress", art. recuperado el 29 de enero del 2007 de: http://proquest.umi. com/pqdweb?did=1180774901&sid=1&Fmt=2&clientId=53258&RQT=309&VName=PQD

Duperly, J. (2005), "Sedentarismo *vs*. ejercicio en el síndrome metabólico", *Acta Médica Colombiana*, vol. 30, núm. 3, pp. 133-136.

Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2001), "Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program", *Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III)*, vol. 285, núm. 19, pp. 2486-2497.

Godoy, C.A (2002), "Programa de actividades acuáticas para la salud", art. recuperado el 01 de diciembre del 2008 de: http://www.efdeportes. com/efd45/acuat.htm

González, U.I. (2004), "Radicales libres, algunas consideraciones clínicas", *Gaceta Médica de Caracas*, vol. 114, núm. 2.

Grundy, S.M. (2004), "Obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 89, núm. 6, pp. 2595-2600.

Konukoglu, D. (2006), "Obesity pathogenesis, elevated leptin may be linked to increased oxidative stress and decreased nitric oxide", art. recuperado el 29 de enero del 2007 de: http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1090377661&sid=1&Fmt=3&clientId=53258&RQ T=309&VName=PQD

Organización Mundial de Salud (oms) (2006), "Nota descriptiva de obesidad y sobrepeso", art. recuperado el 10 de octubre del 2007 de: http://www.who. int/mediacentre/factsheets /fs311/en/index.html

Pajuelo, J., R. Pando, M. Leyva, K. Hernández & R. Infantes (2006), "Resistencia a la insulina en adolescentes con sobrepeso y obesidad", *Anales de la Facultad de Medicina de Lima*, vol. 67, núm. 1, pp. 23-29.

Palmieri, V.O., I. Grattagliano, P. Portincasa & G. Palasciano (2006), "Systemic oxidative alterations are associated with visceral adiposity and liver steatosis in patients with metabolic syndrome", *The Journal of Nutrition*, vol. 136, núm. 12, pp. 3022-3025.

Payne, D. (2003), "Body mass index linked to systemic oxidative stress", art. recuperado el 29 de enero del 2007 de: http://proquest.umi.com/pqdweb?did=332550001&sid=2&Fmt= 3&clientId=53258&RQT=309&VName=PQD

Ríos, M.C. (2003), "El estrés oxidativo y el destino celular", *Revista Química Viva*, vol. 2, núm. 1.

Rodríguez, A.L., M. Sánchez & L.L. Martínez (2002), "Síndrome metabólico", *Revista Cubana Endocrinología*, vol. 13, núm. 3, pp. 238-252.

Romero-Velarde, E., O. Campollo-Rivas, A. Celis, E.M. Vásquez-Garibay, J.F. Castro-Hernández & R.M. Cruz-Osorio (2007), "Factores de riesgo de dislipidemia en niños y adolescentes con obesidad", *Salud Pública de México*, vol. 49, pp. 103-108.

Souki, A., C. Cano, E. Mengual, D. García, D. Torres, J. Almarza, Y. Urdaneta, L. León, Z. Chávez, E. Molero, M. Medina & A. Amell (2007), "Distribución por edad y sexo de las concentraciones basales de mda y ácido úrico en niños y adolescentes de Maracaibo, Venezuela", *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, vol. 26, núm. 2, pp. 92-97.

University of Virginia Health System (uvhs) (2008), "Los trastornos cardiovasculares colesterol, ldh, hdl y los triglicéridos", art. recuperado el 1 de diciembre del 2008 de: http://www.healthsystem.virginia.edu/uvahealth/ peds _adolescent_sp/clht.cfm

Vander, S.A., J.H. Sherman & D.S. Luciano (1994), *Human physiology. The mechanisms of body function*, Nueva York, McGraw-Hill.

Zárate, A. & R. Saucedo (2006), "Un análisis de la ubicación clínica del síndrome metabólico", *Gaceta Médica de México*, vol. 142, núm. 1, pp. 83-86.

Ciencias Aplicadas

Resumen

El judo es un deporte de combate de carácter intermitente con predominancia anaeróbica, en el que el tipo de acciones se basan en jalar y empujar de forma explosiva, y en el que las direcciones técnico-tácticas y la mayoría de las formas de fuerza son determinantes en la competición.

El objetivo de este estudio es determinar la relación entre los índices de fuerza, la fuerza explosiva, la fuerza elástico-explosiva, el consumo máximo de oxígeno y parámetros antropométricos en una muestra de veinte judokas (masculinos N = 13 [talla = 168.500 ± 0.80 peso = 68.180 ± 14.1 edad = 15.08 ± 1.5]) (femeninas N = 7 [talla = 157.14 ± 8.8 peso = 59.140 ± 0.42 edad = 15.57± 2.2]), aplicando los diversos protocolos para su evaluación y realizando aportaciones al entrenamiento.

Palabras clave

Judo, índices de fuerza, índice elástico-muscular.

Abstract

Judo is a combat sport with a predominance of intermitent anaerobic type of actions that are based on explosive push and pull movements, where technical and tactical directions and most forms of force are crucial in the competition. The aim of this study is to determine the relationship between the indices of strength, explosive strength, elastic-explosive strength, maximal oxygen consumption and anthropometric parameters, existing in a sample of 20 judokas (male N = 13 [size = 168,500 weight = 68,180 ± 0.80 age = 15.08 ± 14.1 ± 1.5]) (female N = 7 [height = 157.14 ± 8.8 ± 0.42 peso = 59,140 age = 15.57 ± 2.2]), applying various protocols for evaluation and making contributions to training.

Key words

Judo, indices of strength, muscle elasticity index.

Relaciones existentes entre las capacidades físicas, la composición corporal y el rendimiento en judokas juveniles de competición mexicanos

Daniel García Salazar[1]
Emmanuel Badillo Villalobos
Sara Rosa Antillano Martínez

Introducción

El judo es un deporte de opción u oposición que tiene como fin vencer al contario. También se le cataloga dentro de los deportes de lucha, de alta complejidad en sus acciones técnicas y de carácter intermitente por los tipos de esfuerzos que en él se realizan. Es fundamental perfeccionar la preparación biológica y funcional de los atletas, por lo que, en una etapa de competición nacional e internacional, es tanto más necesario realizar un acercamiento a la especificación de los contenidos; de allí la importancia de evaluar el comportamiento de los diversos indicadores de la preparación física, como el consumo máximo de oxígeno (VO_2Max), la fuerza en sus diversas manifestaciones (fuerza máxima, fuerza explosiva, fuerza elástico-explosiva), además del control de los componentes corporales, como el porcentaje graso y magro.

Este estudio pretende servir para sentar las bases para una preparación a la fuerza y a diversas capacidades físicas, ya que en México la investigación en este deporte aún no se ha desarrollado y la preparación sigue direccionándose de forma tradicional como hace cuarenta años. La demostración del comportamiento de las diversas capacidades, al ser evaluadas y comparadas con estudios internacionales, sirve de precedente para concientizar a los entrenadores acerca del nivel de entrenamiento y del potencial biológico de sus atletas, así como para brindar un parámetro de comparación con los judokas de nivel internacional y los estudios realizados con ellos.

Este estudio también intenta servir al entrenador para mejorar los medios y métodos de preparación deportiva de los judokas mediante el asertivo control de los indicadores de rendimiento.

Marco teórico

Para Lasserre (1975), "la palabra judo se compone de dos términos: *ju*, que significa principio de la suavidad y de la amabilidad; *do*, que significa la vía, el camino". Así que se considera que el *judo* es el "camino a la suavidad".

El judo se basa en movimientos para derribar o inmovilizar al oponente, utilizando principalmente la combinación de fuerza y técnica.

Sólo existen dos formas para la culminación de un combate:

La primera, cuando termina el tiempo reglamentario, según la categoría; entonces el judoka vencedor es el que haya obtenido una puntación más alta o haya rendido a su oponente. En caso de empate, se prolonga el combate y se busca lo que se define como punto de oro, que obtiene el primero que realice un punto. El tiempo

[1] Primer lugar del área Ciencias Aplicadas categoría abierta. Seudónimo: Super Mario Bros. Correo: daniel_187@hotmail.com

que se otorga en este caso es de tres minutos, pero si persiste el empate después de finalizado este lapso, el ganador se da por decisión de los jueces. Cada uno de ellos otorga su voto al judoka que a su criterio realizó un mejor combate. El número de jueces es tres, por lo cual siempre existe la posibilidad de un desempate. Las puntuaciones son de la siguiente manera:

Ippon directo: cuando se otorga el punto completo, por la proyección al adversario, al conseguir que éste caiga sobre sus espaldas. También se otorga cuando una inmovilización dura 25 seg; si un judoka se rinde, golpeando el tatami dos veces; o si se considera que una luxación/estrangulación tenga que ser frenada por el juez.

Waza-ari: cuando se otorga medio punto (la suma de dos de éstos equivale a un Ippon). La forma de conseguirlo es proyectando al adversario sin que éste caiga de espaldas, o realizando una inmovilización de 20 seg.

Yuko: este punto es de menor valor al del Waza-ari y se obtiene si se arroja al adversario al suelo y éste cae con las piernas o la cadera en el piso, o en el caso de que la inmovilización dure 15 seg.

La otra forma de ganar un combate es por *Ippon directo*, que se contabiliza por una proyección completa de espaldas; también se gana al inmovilizar al oponente 20 seg, por luxación, estrangulación o rendición, y por descalificación del otro judoka.

Hoy en día es mínima la evaluación de las cualidades físicas (que se centra sobre todo en la fuerza y sus manifestaciones) y la documentación de éstas en el judo. En la literatura existen pocas investigaciones que hagan referencia a dichos componentes, a los que restan importancia. En las publicaciones existentes se ha demostrado la importancia de la fuerza, la cual predomina en el judo como capacidad fundamental, que condicionará y determinará el rendimiento deportivo en esta especialidad.

Hablando específicamente de la fuerza en los deportes de combate, los medios para su entrenamiento son variados: ligas, pesas, el propio cuerpo, lastres, balón medicinal, sobrecargas; para la optimización de tiempos, las pesas son un medio ideal para el incremento de los índices de fuerza, por la gran diversidad de ejercicios y métodos de entrenamiento que en éstas se pueden desarrollar.

La fuerza es un componente esencial para el rendimiento competitivo: para Verkhoshansky (1998), la fuerza es un producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso.

Según Pedro & Rivera (1996), citados por Martínez (2002), en el concepto de fuerza habría que destacar el término *fortaleza muscular* como la fuerza máxima que un músculo o grupo de músculos pueden generar en una velocidad específica. La fortaleza muscular es un elemento de la aptitud física relacionado con la salud y que depende de los tejidos óseo, muscular y conectivo, así como de la capacidad para coordinar la actuación de distintos músculos. En este sentido, fortaleza muscular es lo que una persona demuestra cuando sus músculos pueden generar una determinada fuerza.

La repetición máxima (RM) es la máxima cantidad de peso que puede levantar un sujeto determinado número de veces por medio del ejercicio. Una repetición máxima (1 RM) es la cantidad de peso que se puede vencer de forma concéntrica una sola vez.

Estas pruebas sólo pueden efectuarse con sujetos que ya tienen un conocimiento previo del trabajo de fuerza realizado con pesas, o con adultos mayores, y se pueden utilizar con atletas que llevan años de entrenamiento iniciado en una etapa prepuberal y condicionado a la técnica de ejecución de cada ejercicio.

Según Badillo (2010), la programación del entrenamiento de la fuerza tendrá como objetivo conseguir las metas planteadas al inicio de la estructuración deportiva. Esta forma de trabajo se contrapone al entrenamiento rutinario e improvisado, en el que no se obtiene una secuencia lógica que pueda delimitar el trabajo realizado con el trabajo planeado, es decir, que la estructuración lógica que debe llevar el entrenamiento se tornará flexible a las problemáticas que puedan presentarse. La evaluación de este proceso nos permitirá realizar los ajustes necesarios para dar una reestructuración o realizar los ajustes pertinentes dentro del proceso.

Valoración de la composición corporal

Por lo regular la composición corporal se define genéticamente; con el transcurso del tiempo y debido a diversos factores —sociales, nutrimentales e incluso estéticos, de salud—, se manifiestan cambios en la estructura física del individuo.

La composición corporal se puede definir como el conjunto de los diversos tejidos y sistemas que conforman el organismo humano. Algunos autores se refieren a éstos como compartimentos.

De Lucio (2007): "El propósito de evaluar la composición corporal es otorgar un parámetro general en el comportamiento y poder evitar factores de riesgo en la salud o al comenzar a realizar una actividad física o llevar el control y seguimiento de éstos, es bien sabido que la grasa corporal se almacena en diversos órganos como el corazón, hígado, arterias, etc." El peso corporal de un sujeto está conformado por: músculos, huesos, grasas, sangre y vísceras, y se divide en masa magra y masa grasa, de forma que la magra es el peso de todos los tejidos del cuerpo, a excepción de la grasa.

Las pruebas antropométricas son test validados que, para efectuarse, requieren de instrumentos específicos, correctamente calibrados, con los cuales el personal capacitado —los evaluadores— pueda realizar las mediciones.

Las principales dimensiones utilizadas en la medición son por lo regular: peso corporal, talla, pliegues cutáneos, diámetros y cóndilos, y se considera importante describir los parámetros menos conocidos.

Los diámetros pueden ser definidos, según Mérida (2006), como el perímetro máximo de un segmento corporal cuando éste es medido en un ángulo recto (perpendicular) a su eje mayor; el material con el que se realiza la medición es la cinta métrica de precisión, y las circunferencias más comúnmente tomadas son: brazo, cintura, cadera, muslo y pierna.

El instrumento empleado en la medición de los cóndilos, el osteómetro, nos proporciona un parámetro de las dimensiones óseas. Los cóndilos más comunes tomados son: biepicondiliano de humero, biepicondiliano de fémur y biestiloide.

La técnica plicométrica consiste en medir el grosor de los pliegues cutáneos; es uno de los métodos más populares para el análisis de la composición corporal, el

cual se realiza de acuerdo con un protocolo. El instrumento que se encarga de esta medición es el plicómetro, mientras que el pliegue lo podemos definir como el espesor de la grasa acumulada a nivel subcutáneo o como la medición del grosor subcutáneo del tejido adiposo.

Las mediciones realizadas con estos instrumentos nos ayudan a determinar la composición total del cuerpo humano, siempre de acuerdo con un protocolo de evaluación, el cual dictará el número de pliegues, diámetros y cóndilos que se medirán. Los protocolos más conocidos son los de Siri (diversos pliegues), Brozek (diversos pliegues), Durning (cuatro pliegues), Jackson (tres pliegues) y Yuhasz (seis pliegues).

Consumo máximo de oxígeno (VO_2Max)

Chicharro (2010) define el VO_2Max como la cantidad máxima de oxígeno (O_2) que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo, y menciona que en realidad el factor limitante es la capacidad para utilizar el oxígeno; se trata de un indicador del rendimiento deportivo y de la capacidad funcional; Wilmore & Costill (2007) y MacDogall *et al.* (1995) lo definen como el ritmo más alto de consumo de oxígeno que se alcanza durante la realización de ejercicios de intensidad máximo o agotadores. La importancia de dicho indicador es que permite cuantificar de alguna manera el metabolismo energético (en el judo éste no es un componente esencial de la preparación, pero sí importante en tanto que servirá como capacidad condicional del rendimiento deportivo al agilizar los procesos de recuperación y la tolerancia al esfuerzo realizado en un combate).

La fuerza explosiva y la fuerza elástico-explosiva

Vargas (1996) define la fuerza explosiva como la capacidad para realizar un incremento vertical de fuerza en el menor tiempo posible, es decir, que la dominante es el aumento de fuerza por unidad de tiempo.

Para Menson & Ramos (2001) la fuerza explosiva es la capacidad del sistema neuromuscular para vencer una resistencia a la mayor velocidad de contracción posible. Un parámetro para la medición de estas manifestaciones lo determinan el salto sin contramovimiento (SJ) y el salto con contramovimiento (CMJ).

En otras palabras, el SJ (figura 1) mide la capacidad de reclutamiento nervioso expresado en F.T., y el CMJ (figura 2), mide la capacidad del músculo para acumular energía y devolverla de manera funcional, ya que en esta prueba la acción de saltar se ayuda con el componente elástico-muscular (ciclo acortamiento-estiramiento muscular o CEA).

En el judo, la intervención de este componente es determinante en el tipo de acciones que se ejecutan, principalmente en las técnicas de pie *Tachi waza*, ya que en éstas prevalecerán las acciones de alta velocidad que definen las puntuaciones del combate y a su vez el deterioro o pérdida de este componente en el transcurso del mismo.

Figura 1. Secuencia de ejecución del salto sin contramovimiento (SJ); cabe mencionar que se debe mantener la posición inicial tres segundos.

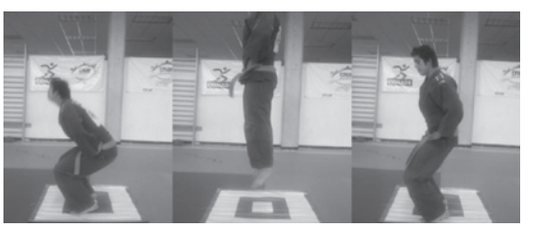


Figura 2. Secuencia de ejecución del salto con contramovimiento (CMJ).

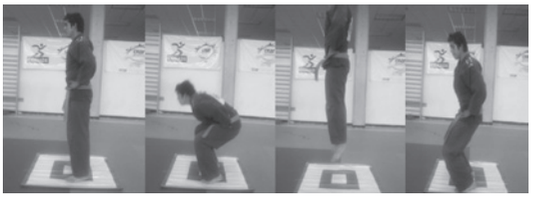


Figura 3. Instrumentos utilizados para la medición antropométrica.

Metodología

Sujetos: conformaron la muestra de este estudio veinte atletas (masculinos N = 13 [talla = 168.500 ± 0.80 peso = 68.180 ± 14.1 edad = 15.08 ± 1.5]) (femeninas N = 7 [talla = 157.14 ± 8.8 peso = 59.140 ± 0.42 edad = 15.57± 2.2]), todos de la disciplina de judo de nivel competitivo, expuestos a dos sesiones de entrenamiento concentradas y con las variables de horarios, alimentación y rutina controladas.

Herramientas o materiales:

- Test de salto: se utilizó un sistema de plataforma de contactos que permitió la ejecución de cada uno de los saltos, una placa de circuitos integrados con un micro controlador PIC16F876A-1/SP programado para detectar pulsos menores a 50 ms con conexión a USB y el software Bosco System.
- Antropometría: plicómetro, osteómetro, cinta métrica, balanza (figura 3.)
- Test de George-Fisher: pista de atletismo (carril 1), cronómetro, pulsómetros.
- Test 1 RM: para la realización de dicho test se utilizó un gimnasio con sus equipos: press de banca, prensa inclinada, jalón al frente, curl con polea, extensión de tríceps en máquina, flexión de rodillas en máquina, extensión de rodillas en máquina.

Procedimientos:

- Test de saltos SJ y CMJ: se realizó la explicación a los atletas de los saltos a ejecutar, se realizó un calentamiento previo estandarizado consistente en diez minutos de trote y la práctica de los atletas de cada salto un total de diez veces; cada atleta se coloca sobre la plataforma y realiza una ejecución del SJ teniendo tres minutos de descanso entre cada salto, realizando tres saltos en total; posteriormente se realizó el CMJ repitiendo el procedimiento; los datos fueron recolectados en la computadora simultáneamente con cada salto; se exportaron los datos a Excel y se analizaron los resultados.
- Antropometría: el evaluador toma las mediciones, en el lado no diestro del cuerpo del atleta; se repite cada medición tres veces y se registra el valor promedio; se registra la suma de las cuatro mediciones y se utiliza este valor para evaluar el porcentaje de grasa del cuerpo del atleta.
- 1 RM indirecto (welday): explicación a los atletas de los movimientos a realizar; ligero calentamiento de quince minutos de los grupos musculares a ser utilizados, seguido de estiramientos suaves; ejecución de tres a cinco repeticiones con un peso

que el atleta pueda dominar; cada atleta realizó la evaluación por grupo muscular en las máquinas antes mencionadas para ejecutar no más de cinco repeticiones (5 RM), para calcular la 1 RM.

- Test de George Fisher: el atleta se coloca en posición de salida alta. Al oír la señal de salida, el atleta deberá recorrer 2 400 m en el menor tiempo posible; al acabar la prueba se registrará el tiempo y la frecuencia cardiaca.

Análisis estadístico:

Los métodos que se utilizaron para la interpretación de las variables fueron:

- Estadístico-descriptivo.
- Correlación bi-variada de Pearson.

Resultados

El judo es un deporte en el que la división de peso es una "limitante", ya que el judoka debe mantener un peso de competencia, fundamental a la hora de elegir la división.

El entrenador siempre deberá, en la medida de lo posible, optimizar la composición corporal del atleta, para conseguir una relación masa grasa-masa magra óptima (es decir un porcentaje de grasa bajo y uno de masa magra relativamente alto), criterio que deberá observarse en conjunción con una alimentación controlada. En las tablas 1a y 1b se muestran los valores de composición corporal de la muestra, así como el valor de VO_2Max obtenido.

Tabla 1a. Valores antropométricos de judokas hombres.

		Edad	Estatura	Peso	% graso	% magro	VO_2Max
Hombres	Media	15.08	168.500	68.180	10.610	48.80	44.690
	sd	1.50	7.66	14.31	2.60	1.60	26.04

Tabla 1b. Valores antropométricos de judokas mujeres.

		Edad	Estatura	Peso	% graso	% magro	VO_2Max
Mujeres	Media	15.57	157.14	59.140	19.9	40.7	43.2
	sd	1.71	4.22	8.80	3.87	3.40	29.68

Como puede observarse, los porcentajes de grasa de la muestra son relativamente bajos y el porcentaje magro es sólido, lo que muestra que el nivel de entrenamiento es alto.

Es de suma importancia recalcar que la elección de una división en edades juveniles es en muchos de los casos un proceso temporal, ya que la división deberá ir evolucionando de acuerdo con el desarrollo natural del judoka, pero siempre respetando el criterio de buscar un porcentaje de grasa bajo.

También es de señalarse que en los deportes de combate, y en particular el judo, la fuerza es un factor altamente condicionante, ya que éste, en conjunción con la técnica y táctica, es lo que se pone en acción durante un combate.

■ **Tabla 2a. Valores de fuerza en las mujeres judokas.**

		Press de banco	Prensa inc	Jalón polea f.	Extensión rodilla	Flexión rodilla
	media	76.95	274.41	123.98	104.35	104.67
Mujeres	sd	34.55	111.37	20.99	54.81	64.64

■ **Tabla 2b. Valores de fuerza en los hombres judokas.**

		Press de banco	Prensa inc	Jalón polea f.	Extensión rodilla	Flexión rodilla
	media	115.23	334.33	188.43	179.86	159.16
Hombres	sd	52.36	140.16	57.69	95.55	81.26

En este trabajo, los judokas fueron evaluados en esta capacidad y sus resultados se muestran en las tablas 2a y 2b.

Como se puede apreciar, los valores de fuerza no son homogéneos, ya que los participantes en esta muestra en particular no habían entrenado con pesas anteriormente; así, las pruebas fueron realizadas después de un periodo de aprendizaje técnico a fin de poder realizar los movimientos y dar así validez al resultado.

En lo específico, Blasco (2008) afirma que la fuerza es muy importante para el rendimiento deportivo; asimismo, Franchini *et al.* (2007) se refieren a la fuerza explosiva como una cualidad determinante para el resultado en el judo.

La potencia es una medida que expresa la capacidad de trabajo por unidad de tiempo del músculo, y es fundamental para la ejecución de técnicas a gran velocidad y con una fuerza superior.

Para evaluar esta manifestación, un test ampliamente usado por su practicidad son los saltos estandarizados. A continuación se muestran los resultados de altura de salto y potencia en la muestra de los test SJ y CMJ, tablas 3a y 3b.

■ **Tabla 3a. Resultados del salto sin contramovimiento (SJ). Se muestran las diferencias porcentuales de la muestra.**

SJ				
	Altura		Potencia	
	cm	%	W	%
Hombres	27.81	100.00	730.52	100.00
Mujeres	20.53	73.82	553.15	75.72
		26.18		24.28

■ **Tabla 3b. Resultados del salto con contramovimiento (CMJ). Se muestran las diferencias porcentuales de la muestra.**

CMJ				
	Altura		Potencia	
	cm	%	W	%
Hombres	31.95	100.00	749.15	100.00
Mujeres	20.48	64.10	576.19	76.91
		35.90		23.09

Como podemos observar, las diferencias porcentuales entre géneros son altas, aunque estos resultados no deben sorprender, pues la capacidad de generar potencia está directamente ligada a la fuerza.

Esto se relaciona también con la física, pues potencia se define como la capacidad de generar trabajo en

una unidad de tiempo, lo cual también aplica a nivel muscular.

El pico de potencia se define como el valor máximo de potencia alcanzado y refleja la capacidad muscular, en este caso un salto.

En las tablas 4a y 4b se muestran los valores completos de salto en judokas mujeres y hombres.

Discusión

Mucho se ha hablado ya de las características del judo y sus demandas para una óptima competencia; sin embargo, en la investigación bibliográfica realizada no se encontró ni un solo estudio con población mexicana. Por lo que se refiere a esta investigación, se pretende sentar las bases de futuras líneas de investigación y brindar parámetros de comparación con otras poblaciones, mexicanas e internacionales, ya que la calidad del judoka mexicano es muy competitiva y le permite al país ubicarse en la élite mundial.

Al observar la muestra, nos podemos dar cuenta de que las características físicas se encuentran cerca de lo referido en la bibliografía; Luque & Col (2008) publicaron las características físicas de los judokas adolescentes, valorándolos en peso y porcentaje de grasa corporal (impedancia eléctrica), obteniendo valores en grasa corporal de 12,67 ± 4,5. En este estudio determinaron que el porcentaje de grasa medio en los adolescentes contrasta con los datos recogidos por Carratalá en el 2004, el cual indica que el porcentaje es mayor del 15%, y con los datos obtenidos por Taylor (1981) y Littel (1991), quienes muestran que los judokas masculinos de nivel internacional, de entre 14 y 16 años, poseen valores de 10 a 11% de grasa.

Como se puede observar en la gráfica 1, los datos obtenidos en esta investigación se aproximan a los estándares de otros trabajos; en la muestra estudiada, el peso se correlaciona con el porcentaje graso (p = 0.776,

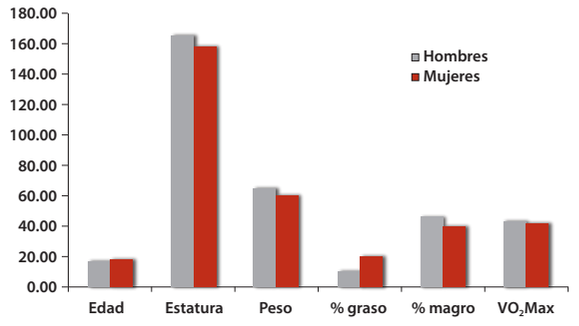
Tabla 4a. Resultados test de saltos hombres.

	Valores de saltos hombres										
	SJ					CMJ				Pico potencia SJ	Pico potencia CMJ
	T.V.	Altura	Potencia	V. inicial	T.V.	Altura	Potencia	V. inicial	I.E.		
Media	0.478	28.049	588.71	2.342	0.51	31.82	667.64	2.49	14.39	2,131.69	2,329.83
sd	0.03	3.47	175.76	0.15	0.01	7.04	140.02	0.26	28.12	551.74	613.96

Tabla 4b. Resultados test de saltos mujeres.

	Valores de saltos mujeres										
	SJ					CMJ				Pico potencia SJ	Pico potencia CMJ
	T.V.	Altura	Potencia	V. inicial	T.V.	Altura	Potencia	V. inicial	I.E.		
Media	0.427	22.399	582.89	2.092	0.42	24.52	576.74	2.06	10.25	1,888.76	1,959.02
sd	0.03	2.94	249.13	0.14	0.09	4.72	264.24	0.44	19.31	1,106.12	1,240.90

Gráfica 1. Valores antropométricos de la muestra.



R = 0.01), de manera que, a mayor división, se tiende a un mayor porcentaje graso, lo cual no se considera óptimo y debe tomarse en cuenta para la preparación competitiva.

El peso en los hombres se correlaciona con la potencia del SJ (p = 0.828, r = 0.05) y con el pico de potencia del SJ y del CMJ (p = 0.908, r = 0.01), (p = 0.922, r = 0.01), lo cual es lógico, ya que para desarrollar una potencia mecánica superior es necesaria una cantidad mayor de masa muscular.

En las mujeres, el peso se correlaciona con la prensa en banco (p = 0.935, r = 0.01) y con jalón al frente (p = 0.919, r = 0.01); en este género, a mayor peso hay un aumento de sus niveles de fuerza en tren superior, lo que obedece a que en una división superior de judo se requiere mayor fuerza para el combate.

En lo que refiere a la talla, para el género masculino de esta muestra la talla se correlaciona con la potencia del SJ (p = 0.685, r = 0.05) y con el pico de potencia del CMJ (p = 0.902, r = 0.01), lo que significa que, a mayor talla del judoka, su sistema mecánico le permite generar mayores potencias.

También se correlaciona positivamente con la 1 RM del jalón al frente (p = 0.650, r = 0.05) y con la 1 RM de la flexión de rodillas en máquina (p = 0.688, r = 0.5), lo cual confirma que un sistema de palancas con longitud mayor es capaz de generar una fuerza superior tanto en el tren inferior como en el tren superior.

En el género femenino, la talla no mostró correlaciones significativas con ninguna de las variables estudiadas, por lo que deben realizarse más estudios con dicho género.

En lo que se refiere a la fuerza, Carratalá, Pablos & Carqués (2003) destacan que ésta se ha convertido en la capacidad fundamental para alcanzar el éxito al más alto nivel. La mejora de la fuerza afecta de forma directa la velocidad, la resistencia y el equilibrio; actúa como mecanismo preventivo de lesiones, y favorece la confianza.

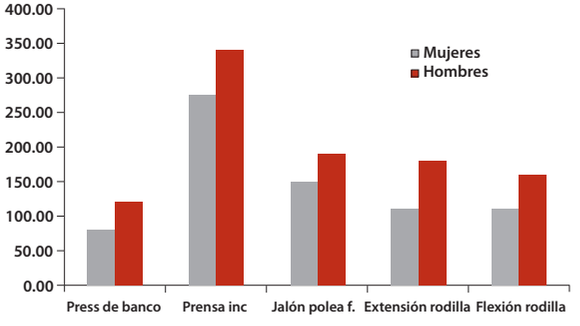
Blasco (2008) afirma que el judoka debe mantener hasta el final la capacidad de fuerza, en todas sus manifestaciones, para superar las exigencias musculares que le impone su deporte. Franchini & Col (2007) proponen la fuerza de base como condicionante; así pues, existe total consenso sobre la importancia de la fuerza y las manifestaciones que dependen de ella. Estos últimos investigadores también proponen la evaluación de la 1 RM, para definir el perfil condicional del judoka, y plantean la correlación entre el rendimiento en este test y el nivel de rendimiento del judo. En el caso del equipo nacional brasileño de judo de 2002, obtuvieron valores medios de fuerza en remo inclinado 45° (1,21 ± 0,10 kg/kg pc y 1,16 ± 0,14 kg/kg pc) y fuerza máxima relativa al peso corporal en grupos élite A (N = 7) y élite B (N = 15), respectivamente, pero encontraron diferen-

cias significativas entre los dos grupos de nivel. Puesto que su investigación incluye también el press de banco con idénticos resultados, parece que, al menos cuando se trataba de deportistas formados y de similar nivel, no queda clara la validez de la fuerza máxima del tren superior, expresada como kg/kg pc, para discriminar claramente el nivel de los deportistas. Precisamente por eso, en este trabajo se incluyen protocolos específicos en músculos que realizan acciones de jalar y empujar.

Además, en el presente trabajo evaluamos la fuerza máxima del tren inferior para poder encontrar aportaciones importantes para el entrenamiento.

En la gráfica 2 observamos el comportamiento de la 1 RM en la muestra estudiada.

Gráfica 2. Resultados del test de 1 RM en judokas juveniles.



Es de destacar que el índice de fuerza relativa en el tren inferior se correlaciona con el pico de potencia del CMJ ($p = 0.656$, $r = 0.05$) y con el pico de potencia del SJ ($p = 0.596$, $r = 0.05$). Lo cual indica que para tener funcionalidad en el deporte y mejorar la fuerza específica debe buscarse desarrollar la fuerza máxima, a fin de favorecer la fuerza explosiva y la fuerza elástico-explosiva.

Blasco (2008) menciona que el judo marca exigencias de fuerza isométrica —máxima y submáxima—, fuerza dinámica y fuerza explosiva en acciones repetidas a nivel de los miembros superiores y que el deporte señala que las piernas deben realizar acciones explosivas; expresado en otras palabras y enmarcando las cualidades físicas que determinan el rendimiento deportivo, Franchini & Col (2007) proponen como cualidades decisivas la fuerza explosiva y la capacidad anaeróbica, la potencia aeróbica y la manifestación de fuerza explosiva.

Como ya lo mencionamos anteriormente, en el judo no existe suficiente información sobre la evaluación de la fuerza explosiva o sus manifestaciones, y puede constituir un problema las diferencias de acciones entre el tren inferior y el superior. De entre diversos autores destacaríamos lo expresado por González Badillo y Rivas (2002), a saber, que la fuerza explosiva es la máxima producción de fuerza por unidad de tiempo, durante toda la aplicación de la fuerza; o lo que es lo mismo, "la mejor relación fuerza tiempo-tiempo de toda la curva", también asegurando que los movimientos explosivos no son los que se producen a gran velocidad, sino aquellos que alcanzan o se acercan a la máxima producción de fuerza en una unidad de tiempo.

Sin embargo, esta manifestación no debe tomarse a la ligera, pues podríamos pensar que no es necesaria o que no es relevante en el resultado competitivo, lo cual está muy lejos de ser cierto.

Carratalá, Pablos & Carqués (2003) realizaron una investigación de los valores de la fuerza explosiva y la elástico-explosiva en judokas infantiles y cadetes del equipo español, los cuales realizaron dos saltos en tren

inferior SJ y CMJ y dos adaptaciones de éstos al tren superior SJB, que es el squat jump adaptado al tren superior; y CMJB adaptado del salto con contramovimiento en un grupo poblacional de 75 judokas con el fin de establecer el perfil básico funcional en judokas élite de categorías inferiores, donde se documentaron los mejores resultados de cada uno de los atletas y se determinó que en categorías infantiles no es aprovechable el componente elástico-muscular en miembros superiores.

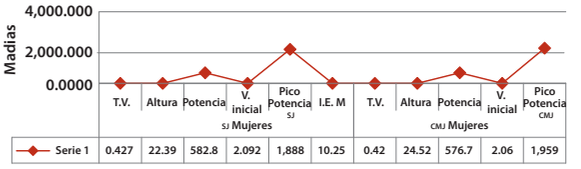
Dado este antecedente, se decidió no realizar este protocolo de SJ y CMJ adaptado en miembros superiores para esta muestra; sin embargo, deben realizarse más investigaciones al respecto en poblaciones de diferentes niveles.

Carratalá *et al.* (2003) proponen el uso de SJ y el CMJ para valorar la fuerza explosiva, tanto para miembros inferiores como para miembros superiores, y comprueban la dificultad de los judokas para manifestar adecuadamente la fuerza elástico-explosiva, al menos en categorías infantiles y cadetes; entre sus conclusiones, destacan que la fuerza explosiva es mayor entre los chicos, en todas las manifestaciones medidas, y que los cadetes masculinos obtienen valores más altos que los infantiles, mientras que entre las chicas sucede lo contrario.

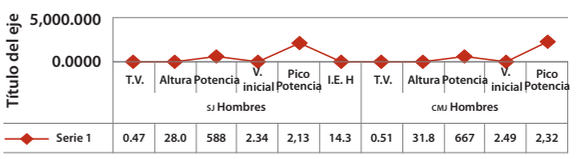
Monteiro *et al.* (2007) llevaron a cabo evaluaciones del equipo portugués, realizando el SJ y el CMJ, además del test de saltos repetidos RJ (30") para evaluar la resistencia a la fuerza explosiva en miembros inferiores; los resultados obtenidos fueron los siguientes: *a)* Masc: 16;22,3 ± 1,8 años, *b)* Fem: 6;21,6 ± 2,6 años; *c)* SJ-34 ± 6, CMJ -37 ± 5.1, RJ 30" – 28,7 ± 3,2, *b)* SJ -31,3 ± 1,6, CMJ -32,8 ± 4,7, RJ 30"-24±2.

En la gráficas 3 y 4 se muestran respectivamente la comparación de los resultados de SJ y CMJ en mujeres y hombres obtenidos por la muestra.

Gráfica 3. Comparación de los resultados de SJ y CMJ en judokas femeninos.



Gráfica 4. Comparación de los resultados de SJ y CMJ en judokas masculinos.



Almansba *et al.* (2007) matizan las diferencias en las manifestaciones de la fuerza del judo entre el trabajo de pie (*nage waza*) caracterizado por un esfuerzo isométrico a nivel de los miembros superiores, junto a un trabajo dinámico y muy explosivo, más el aprovechamiento elástico-muscular a nivel de los miembros inferiores, y el judo de suelo (*ne waza*), donde el esfuerzo preponderante es de carácter isométrico para mantener la postura y controlar al adversario.

En la muestra se encontró que la potencia del SJ se correlaciona con el pico de potencia del CMJ ($p = 0.757$, $r = 0.01$), debido probablemente a un óptimo desarrollo de la fuerza explosiva en tren inferior

y la consecuente mejora del desempeño de la fuerza elástico-explosiva. Por lo tanto, la fuerza elástico-explosiva fue especialmente aprovechada en esta muestra, tal vez gracias a una favorable coordinación inter-intra muscular. Sin embargo, se muestra en las mujeres una ligera reducción del nivel de significancia ($p = 0.827$, $r = 0.05$), por lo que deben realizarse más estudios al respecto.

En mujeres, la potencia del SJ también se correlaciona con la potencia del CMJ ($p = 0.840$, $r = 0.05$), lo cual confirma la hipótesis anterior de que hay una relación más estrecha entre fuerza explosiva y fuerza elástico-explosiva para el género femenino.

También, la altura del CMJ se correlaciona con el tiempo de vuelo del SJ ($p = 0.959$, $r = 0.01$), con la altura del SJ ($p = 0.960$, $r = 0.01$) y con la velocidad inicial del SJ ($p = 0.96$, $r = 0.01$). Estos datos confirman el resultado de que la muestra presenta índices de fuerza elástico-explosiva satisfactorios gracias a la coordinación inter-intra muscular, que pueden ser mejorables por un incremento de la fuerza máxima.

El índice elástico no mostró correlaciones significativas con ninguna de las variables estudiadas; lo cual nos mueve a plantear dos premisas:

- Que el aprovechamiento del componente elástico-muscular no es significativo en judokas de nivel de competición de categoría juvenil.
- Que esta categoría no tiene niveles óptimos de aprovechamiento del índice elástico-muscular.

Al respecto más estudios deberían llevarse a cabo con distintas poblaciones y niveles competitivos.

Implicaciones para el entrenamiento

El judo es un deporte complejo. La conjunción del entrenamiento de las capacidades condicionales, determinantes, con la técnica y la táctica, supone un complejo sistema y el entrenador deberá controlar la mayor cantidad posible de variables; mientras más controle, mejor será su aproximación al resultado.

Así pues, los resultados de este estudio nos llevan a una serie de conclusiones útiles para el entrenamiento.

Dado que la potencia está relacionada con la talla del sujeto, y la biomecánica del judoka es particular, el entrenador debe ser capaz de comprender y adaptar, en la medida de lo posible, las diferentes técnicas al sistema mecánico individual de cada atleta, siempre respetando los fundamentos de las mismas, para sacar el máximo provecho a las características físicas del deportista.

Siempre debe buscarse una composición corporal óptima, esto es, un porcentaje de grasa bajo y una masa magra alta, sin importar la división en la que se compita, ya que este factor determina la capacidad de desarrollo de fuerza y potencia de un individuo, además de que un judoka magro cargará menos "lastre" en un combate, puesto que la grasa no es un tejido útil. Esta implicación es por demás complicada, ya que el judoka debe ser consciente y llevar un estilo de vida que le permita mantenerse en unos niveles saludables de peso para su división, no más allá de dos o tres kilos por encima de la misma, para evitar prácticas retrógradas ampliamente difundidas y que ponen en riesgo el rendimiento y la integridad física de los atletas. Para este fin, entrenador, grupo multidisciplinario y atleta deben trabajar de forma conjunta y responsable.

El entrenamiento de fuerza para el judoka es fundamental, y de ninguna manera deberá dejarse sin evaluar, además de que, para el desarrollo de la misma, en el nivel competitivo no es suficiente el entrenamiento con autocargas o medios específicos. Una forma óptima de desarrollar la fuerza máxima es el entrenamiento con sobrecargas, y el entrenador no deberá rechazar o desvirtuar el resultado del mismo por desconocimiento; por el contrario, debe incluirlo como parte de la formación del deportista de especialización, unido a una metodología óptima, en la que se transfiera la fuerza al gesto específico para favorecer la coordinación inter-intra muscular y de esta manera mejorar la explosividad de los movimientos en el combate.

Por último, hay que enfatizar que el entrenador debe situarse en un proceso continuo de autosuperación: debe planificar, evaluar y controlar el entrenamiento con todos los medios que tenga a su alcance; debe ayudarse de un equipo multidisciplinario, si es posible, y si no, tiene la responsabilidad de continuar su preparación de manera ininterrumpida, para adquirir los conocimientos que le hagan falta, no cayendo en el entrenamiento tradicional, sino abrazar la cultura del conocimiento y de mejora constante, para así buscar "el camino a la suavidad" de su disciplina.

Referencias

Badillo, V. (2010), *Desarrollo de la fuerza en talentos deportivos*, México, p. 8, Apuntes Personales.

Blasco, L. (2008), *Propuesta y resultados de una evaluación condicional específica para el entrenamiento de judo: la batería Blasco aplicada en judokas españoles*, Valencia, Universidad de Valencia.

Carratalá, V. (1997b), "Aspectos a considerar en el entrenamiento del judo: mejora del rendimiento a través del randori y del shiai", *El judo y las ciencias de la educación física y el deporte*, Vitoria-Gasteiz, Instituto Vasco de Educación Física.

Carratalá, V. & E. Carratalá (1997a), "La fuerza: su aplicación al judo", *Recursos de actuaciones metodológicas para la enseñanza, el entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y el deporte*, Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, pp. 79-102.

Carratalá, V., C. Pablos, V. Carqués & A. Pablos (2003), *Valoración de la fuerza explosiva, elastico-explosiva de los judokas infantiles y cadetes del equipo nacional español*, Valencia, Departamento de Educación Física y Deportiva de Valencia.

Conacyt (2004), *Manual de antropometría*, México, Instituto Nacional de las Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

De Lucio, V. (2007), *Acondicionamiento físico*, México, Conade.

Franchini, E., F.T. Nakamujra, M.Y. Takito, MAPDM Kiss & S. Strerkowicz (1998), *Special judo fitness test in juvenil junior and senior Brazilian judo players*, Judo Information Site Research.

López, C., & V. Fernández (2010), *Fisiología del ejercicio*, Madrid, Panamericana.

Luque, G., R. García & F. Castrillon (2008), Características físicas del judoka adolescente, IV Congreso Internacional y XXV Nacional de Educación Física, Córdoba, Uco.es, p. 4.

Martínez, E. (2002), *Pruebas de aptitud física*, Barcelona, Paidotribo.

Mérida, D. (13 de diciembre de 2006), recuperado el 9 de agosto de 2011, de: www.Wikilearning.com: http://www.wikilearning.com/monografia/antropometria-perimetria/20376-5

Pere, M.J. (2002), *Judo*, Barcelona, Hispanoeuropea.

Vargas, R. (2007), *Diccionario de conceptos*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Verkhoshansky, Y., & M. Siff (1998), *Superentrenamiento*, Barcelona, Paidotribo.

Wilmore, J., & D. Costill (2007), *Fisiología del esfuerzo físico y del deporte*, Barcelona, Paidotribo.

Resumen

Se determinó la relación entre los tipos de temperamento, manifestaciones de prearranque y nivel de activación en una muestra no probabilística accidental de 142 taekwondoínes que participaron en la X Universiada Nacional Mérida 2006. Bajo una investigación correlacional, no experimental y transversal, se administró el Inventario para la Determinación del Temperamento-1 (IDETEM-1) de Fuentes (2006), la Planilla de Prearranque de Puní (2003) y el Módulo de Control Psicológico de Entrenamientos y Competencias (Parte I) de González (2001a). Se encontró predominio del temperamento sanguíneo y correlación de éste con la dimensión prearranque disposición combativa y la activación, razón por la cual se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna o alternativa (H_i).

Palabras clave

Temperamento, prearranque, activación.

Abstract

The relation between the types of temperament was determined, manifestations of pre-start and level of activation in an accidental non probabilistic sample of 142 taekwondo competitors who participated in the X Mexican National University Games held at Mérida city in 2006. Under a correlational, nonexperimental and cross-sectional investigation, the Fuentes' Inventory for the Determination of Temperament (IDETEM-1) (2000), Puni's List of Pre-start (2003) and González's Module of Psychological Control of Training and Competitions (Part I) (2001) were administered. A predominance of the sanguineous temperament was found, and a correlation of this one with the pre-start dimension combat readiness and the activation, for what the null hypothesis was rejected (H_0) and the alternating or alternative hypothesis was accepted (H_i).

Key words

Temperament, pre-starting, activation.

Temperamento, prearranque y activación en taekwondoínes de la X Universiada Nacional Mérida 2006

Fernando de Jesús Bautista Buenfil[1]

Introducción

La personalidad de los deportistas debe ser considerada a la hora de interpretar los resultados (González, 2007), y puesto que el temperamento forma parte de la personalidad, ¿existen relaciones significativas entre los tipos de temperamento, manifestaciones de prearranque e indicadores del nivel de activación en los taekwondoínes de la X Universiada Nacional Mérida 2006?

El inicio del estudio del temperamento se ubica en el planteamiento de Hipócrates (Pueyo, 2003), el de la activación cortical en las indagaciones de Pavlov (Alderman, 1974) y el del prearranque en los trabajos de Puní (Hernández & Ramos, 1996), quien estableció tres estados de este fenómeno: disposición combativa, fiebre y apatía (Puní, 1974, en García, s.f.). Las investigaciones realizadas en la Unión Soviética entre 1946 y 1957 hicieron surgir, antes que en otros países, la psicología de la actividad física y del deporte (Cruz, 1991; Escartí, 2003); entre los temas abordados estaban las emociones precompetitivas iniciadas por Puní (Hernández & Ramos, 1996). Asimismo, se incorporó a los estados anteriores de prearranque un cuarto estado: autocomplacencia (González, 2007).

Hasta donde se pudo revisar, no se encontraron investigaciones que relacionaran temperamento, prearranque y activación. En cuanto a trabajos sobre temperamento y deporte, Fuentes (2006) aportó una obra específica sobre el tema; a su vez, Casadesús, Fuentes, Fort, Baños y Ramírez (2003) hicieron similar abordaje. En el ámbito del prearranque, Spielberger, Gorsuch y Lushene (1970), Martens (1971, 1987), Romani (1977), Nekrasov (1980), Orlick (1986, 1990) y Hackfort (1991) estudiaron este fenómeno (en García, s.f.); González (1997, 1998, 2001a, 2001b, 2003a, 2003b, 2003c, 2004 y 2007) es uno de los investigadores más actuales en este campo emocional precompetitivo. En lo que se refiere a la activación, Alderman (1974) publicó una obra que se ha hecho clásica. El propósito de esta investigación es, por tanto, determinar la relación entre estas tres variables.

Marco teórico

Las teorías de la personalidad conforman una plataforma de sistemático despegue en este estudio, puesto que ésta es definida como una organización más o menos estable y duradera del carácter, del temperamento y del físico (Eysenck, 1970, en Dosil, 2004).

El temperamento es una de las estructuras de la personalidad integrada por "un conjunto de rasgos del organismo —relativamente estables— determinados

[1] Área de Ciencias Aplicadas. Seudónimo: Runzel. Institución: Escuela Normal Superior de Yucatán "Profesor Antonio Betancourt Pérez". Correo: actividadfisicaydeporte@gmail.com

por la biología del mismo, que se manifiestan en rasgos formales de reacción en las características energéticas y temporales de la conducta" (Strelau, 1983, en Pueyo, 1997, p. 81), los cuales determinan "la actividad psíquica y el comportamiento psicodinámico, factor decisivo en la ejecución de las acciones técnico-tácticas" (Casadesús *et al.*, 2003, párr. 1; Fuentes, 2006); y aunque "está basado en la genética" (Boeree, 1998, párr. 1), como los cimientos del "edificio temperamental" innato (Bruno, 1988), en alguna medida su expresión conductual puede ser moldeada (Sánchez & González, 2005), ya que dicha expresión está condicionada por la educación (Pavlov, 1966, en Fuentes, 2006, p. 41). Los cuatro temperamentos hipocráticos (sanguíneo, colérico, flemático y melancólico) coinciden —tanto en las propiedades del sistema nervioso como en las propiedades psicodinámicas— con los cuatro temperamentos pavlovianos (vivo, irrefrenable, sosegado y débil) y con los cuatro temperamentos eysenckianos (extrovertido-estable, extrovertido-inestable, introvertido-estable e introvertido-inestable) (Fuentes, 2006).

> El prearranque es el conjunto de vivencias y estados emocionales volitivos extraordinarios que se producen ante la proximidad de las competencias, cuya intensidad, duración y características dependen de la personalidad, la importancia del evento, la experiencia y el nivel de preparación que tenga el deportista (González, 2003a, p. 3).

En sí, son las reacciones emocionales de carácter anticipatorio a la condición de la competencia, como resultado de la interrelación de la personalidad del deportista con dicha competición, considerando que formaciones de la personalidad, como el temperamento, desempeñan un papel importante en sus manifestaciones (F. García, comunicación personal, 2 de septiembre, 2006). El prearranque está constituido por cuatro estados: disposición combativa, fiebre, apatía y autocomplacencia (González, 2003a). En este trabajo sólo se tomaron en cuenta los dos primeros estados (disposición combativa y fiebre).

El nivel de activación es el grado de excitación o de inhibición de la corteza cerebral, por efecto del sistema nervioso central autónomo (simpático-parasimpático), para que el organismo realice alguna actividad y se manifieste por una constelación de signos psicológicos, fisiológicos y musculares, los cuales indican los diversos grados en que el individuo se está preparando para rendir vigorosamente (Alderman, 1974). En general, el estudio de las emociones se debe llevar a cabo considerando los factores subjetivos, los factores ambientales y los procesos hormonales/neurales (Palmero, Guerrero, Gómez & Carpi, 2006).

Ante la presencia de estas tres variables, se afirma como hipótesis nula (H_0) que no existen relaciones significativas tanto *a)* entre los tipos de temperamento y manifestaciones de prearranque como *b)* entre los tipos de temperamento e indicadores del nivel de activación en taekwondoínes de la X Universiada Nacional; a la vez, se afirma como hipótesis alterna o alternativa (H_i) que existen relaciones significativas tanto *a)* entre los tipos de temperamento y las manifestaciones de prearranque como *b)* entre los tipos de temperamento e indicadores del nivel de activación en estos taekwondoínes universitarios.

Estas tres variables (temperamento, manifestaciones de prearranque y nivel de activación) se construyeron, operacionalmente, con las puntuaciones obtenidas a través del *a)* Inventario para la Determinación del Temperamento-1 (IDETEM-1) de Fuentes (2006) (véase apéndice A); *b)* Planilla de Prearranque de Puní (2003) (véase apéndice B) y *c)* el Módulo de Control Psicológico de Entrenamientos y Competencias (Parte I) de González (2001a) (véase apéndice C). Este último instrumento se utilizó tanto para el prearranque como para la activación.

Método

Participantes

Se obtuvo una muestra no probabilística accidental (Kerlinger & Howard, 2002) de 142 taekwondoínes de uno y otro sexo [65 hombres (45.77%) y 77 mujeres (54.23%) a razón de 1.18 mujeres por cada hombre] de una población de 253 practicantes de taekwondo de la República Mexicana del nivel académico superior [128 hombres (50.59%) y 125 mujeres (49.40%) a razón de 1.02 hombres por mujer] que participaron en la X Universiada Nacional.

Herramientas o materiales

El IDETEM-1 valora "los diferentes tipos de sistema nervioso descubiertos por Pavlov, respetando, al mismo tiempo, la clasificación hipocrática" (García, en Fuentes, 2006, p. 58). Asimismo, autovalora la conducta psicodinámica de la vida cotidiana y diagnostica el tipo de temperamento (M.E. Fuentes, comunicación personal, 6 de enero, 2006). En su construcción, en un primer momento, diez jueces (juicio de expertos) seleccionaron sus 56 ítems (proposiciones) finales (14 por cada temperamento), de 72 ítems iniciales (18 por cada temperamento), de una estructura organizativa convencional de los temperamentos hipocráticos, establecidos en el orden en que aparecen en la mayor parte de los textos: sanguíneo, colérico, flemático y melancólico, obteniéndose, así, la *validez de contenido* (validez aparente o validez de *facie*). Para calificarlos, cada ítem alcanza como mínimo 1 punto y como máximo 5 (véase el apéndice A). En un segundo momento, se estableció la *validez convergent*e correlacionando sus resultados con los de otro instrumento validado (con respecto al mismo concepto) y aplicado en una muestra de 40 seleccionados nacionales cubanos de cuatro deportes: baloncesto, futbol soccer, lucha y gimnasia rítmica (10 sujetos de cada deporte). Fuentes (2006) ubica la tendencia temperamental en los siguientes rangos: de 1 a 20%, "no hay tendencia"; de 21 a 40%, "muy poca tendencia"; de 41 a 60%, "poca tendencia"; de 61 a 80%, "tendencia", y de 81 a 100%, "marcada tendencia". Se considera una conducta con *predominio* hacia un temperamento cuando la cifra se ubica entre 61 y 80% ("tendencia") y con *gran predominio* entre 81 y 100% ("marcada tendencia"). Con el permiso de la autora fue modificado este instrumento cubano, en gramática y en formato (véase el apéndice A), para hacerlo más accesible al atleta mexicano y fue aprobado por tres expertos.

La Planilla de Prearranque está constituida por 25 proposiciones cualitativas (síntomas de prearranque descritos por Puní), a las cuales se les hizo adecuaciones gramaticales con la intención de superar las diferencias contenidas en las respectivas semánticas de Cuba y

México y, así, dejarla más legible. Asimismo, se modificó el formato con la misma finalidad.

El Módulo de Control Psicológico de Entrenamientos y Competencias (Parte I) fue diseñado por González (2001a), agrupando las siguientes pruebas ya existentes: *a) tapping test* (prueba de la velocidad del golpeteo), *b)* percepción del tiempo, *c)* dinamometría de la mano dominante y *d)* pulsometría precalentamiento (L.G. González, comunicación personal, 18 de abril, 2006). Estudia "el nivel de activación y el equilibrio excitación-inhibición como base en el autocontrol" (González, 2001a, párr. 6). Se hicieron modificaciones a los títulos con el permiso del autor.

El *tapping test* está ubicado en la "percepción de los ritmos" (González, 2001a, párr. 5) y estudia la capacidad que tiene un sujeto para imponer el ritmo de ejecución del golpeteo que realiza con un lápiz (ritmo motor), en un papel, sobre la base de la fuerza de sus procesos de excitación y de inhibición cortical (González, 1998; González, 2007) evaluando, así, este balance (González, 2001a, párr. 5), a través de las diferencias (restas) entre los ritmos de ejecución (error por exceso o por defecto) denominadas Deltas. La versión de González (1998; 2001a) se realiza en una hoja de papel con cuatro cuadros juntos de 7 cm x 7 cm (dos arriba y dos abajo) denominados: *a)* Cuadrante I (C_I), *b)* Cuadrante II (C_{II}), *c)* Cuadrante III (C_{III}) y *d)* Cuadrante IV (C_{IV}). Con el permiso del autor se agrandaron los cuadros a 11 cm x 11 cm.

La prueba consiste en golpetear con el lápiz, en cada uno de los referidos cuadrantes (por espacio de diez segundos), con los siguientes ritmos: *a)* C_I ritmo cómodo 1, *b)* C_{II} ritmo rápido (o paso del ritmo cómodo al ritmo rápido), *c)* C_{III} ritmo cómodo 2 (o vuelta del ritmo rápido al ritmo cómodo) y *d)* C_{IV} ritmo lento (o paso del ritmo cómodo al 50% de este mismo ritmo cómodo) (González 2001a). Las deltas se obtienen con las siguientes operaciones de sustracción: Delta A = ritmo rápido – ritmo cómodo 1; Delta B = ritmo cómodo 2 – ritmo cómodo 1; Delta C = ritmo lento – 50% del ritmo cómodo 1.

La *percepción del tiempo* estudia el nivel de autocontrol del deportista o de sus estados circunstanciales de ansiedad y desesperación (González, 1998; González, 2007); por tanto, es indicador de la excitación-inhibición cortical, ya que una elevada activación psicofisiológica produce sensación corta del tiempo, puesto que "sólo percibimos la duración en estrechos límites temporales (dos segundos aproximadamente), más allá... el tiempo parece corto o largo" (Fraisse, 1966, p. 221). Esta prueba se realiza con un cronómetro. La diferencia o Delta D = tiempo real – tiempo solicitado (10 segundos).

La dinamometría de la mano dominante estudia el nivel perceptivo de los esfuerzos musculares (González, 2007); evalúa el control voluntario de la fuerza muscular. Se realiza con un dinamómetro. La diferencia o Delta F = esfuerzo muscular medio real – esfuerzo muscular medio teórico. El esfuerzo muscular medio teórico = esfuerzo muscular máximo / 2.

La pulsometría arterial precalentamiento mide el número de latidos del corazón, ya que "normalmente la frecuencia del pulso es la misma que la frecuencia cardiaca" (Tortora & Grabowski, 1999, p. 645), y esta última es "el número de veces que el corazón late por

minuto" (Fox, 1990, p. 167). La diferencia o Delta E (pulso arterial promedio – pulso arterial actual) no se obtuvo, debido a que no se contó con el pulso arterial promedio.

Procedimiento

En la administración del *tapping test* se dieron las siguientes indicaciones: en el C_I, golpetear a la velocidad más cómoda; en el C_{II}, con la máxima velocidad; en el C_{III}, de nuevo a la velocidad más cómoda; en el C_{IV}, a la mitad de la velocidad más cómoda.

En la prueba de la percepción del tiempo se explicó el manejo del cronómetro para estimar el transcurso de diez segundos; en la dinamometría de la mano dominante, cómo apretar el aparato con toda la fuerza y a media fuerza. El pulso se palpó con los "pulpejos de los dedos segundo y tercero" de la mano derecha sobre la arteria carótida del mismo lado (Seidel & Ball, 2003, p. 472).

El tipo de investigación es correlacional con un diseño no experimental y transversal.

Análisis estadístico

Al someter la planilla de prearranque a un análisis psicométrico, con la intención de hacer un análisis de discriminación, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con un nivel de significancia de 0.05. Como resultado no discriminaron los reactivos 1, 5, 11, 22 y 23 del total de 25 (véase el apéndice B). Para la validez del constructo de este mismo instrumento, se realizó un análisis factorial utilizando el método de extracción de componentes principales de rotación Varimax, con la finalidad de obtener los factores que expliquen la mayor cantidad de la varianza en la matriz de correlación (factores principales). Al final de este proceso, se obtuvieron cinco factores, con una correlación mayor a .40 (F1, F2, F3, F4 y F5). Estos factores, mostrados a continuación, expresan que el 38.55% de la varianza sistemática (situaciones controladas) y el 61.45% de la varianza de error están dados por condiciones azarosas: F1 disposición combativa (R2, R9 y R17); F2 fiebre de prearranque I: alteraciones en el tracto digestivo (R6, R7 y R13); F3 fiebre de prearranque II: alteraciones en el tracto respiratorio (R12, R15 y R18); F4 fiebre de prearranque III: alteraciones del sueño (R3, R4 y R14); y F5 fiebre de prearranque IV: aumento de la ansiedad (R8, R19, R21 y R25) (véase el apéndice B). Cabe destacar que los reactivos 10, 16, 20 y 24 no fueron incluidos en ninguno de los factores referidos, ya que no presentaron coherencia semántica ni peso factorial suficiente. Asimismo, es pertinente enfatizar que "el hecho de asignarle un nombre a un factor no le confiere realidad debido a que los nombres de los factores son meros intentos de comprenderlos y, por tanto, siempre son tentativos y sujetos a confirmación o desconfirmación (sic) posterior" (Kerlinger & Howard, 2002, p. 779). Para conocer la consistencia interna (confiabilidad) de estos factores, se aplicó el *alpha* de Cronbach a cada uno de éstos, obteniéndose el siguiente resultado: F1 α = .22; F2 α = .61; F3 α = .46; F4 α = .56; y F5 α = .62. De igual manera, con esta misma prueba (alpha de Cronbach) se obtuvo la consistencia interna completa (confiabilidad) de la escala de prearranque, la cual fue a = .61.

Resultados

La edad cronológica mínima fue de 18 años y la máxima de 28 (media aritmética de 21.02 y desviación estándar de ± 2.27). La edad deportiva mínima fue de 1 año y la máxima de 23 (media aritmética de 11.77 y desviación estándar de ± 4.60). El mínimo tiempo en el deporte actual fue de 1 año y el máximo de 21 (media aritmética de 9.31 y desviación estándar de ± 4.54).

El panorama de temperamentos fue el siguiente (véase la tabla 4):

Tabla 1. Frecuencia de los tipos de temperamento.

Tipos de temperamento	Frecuencia	Porcentaje
Sanguíneo	123	86.61
Colérico	6	4.23
Flemático	8	5.63
Melancólico	2	1.41
Sanguíneo-colérico	2	1.41
Sanguíneo-flemático	1	.70
Total	142	99.99

La tendencia de los temperamentos por género a continuación se presenta (véase la tabla 2):

Tabla 2. Frecuencia de los tipos de temperamento por tendencia y género.

	Sanguíneo		Colérico		Flemático		Melancólico		Sanguíneo-colérico		Colérico-melancólico		Total
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	
Poca tendencia (41-60%)	8 (6.50%)	3 (2.43%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Tendencia (61-80%)	27 (21.95%)	40 (32.52%)	2 (33.33%)	4 (66.67%)	3 (37.5%)	4 (50%)	0	1 (50%)	0	2 (100%)	1 (100%)	0	84
Marcada tendencia (81-100%)	24 (19.51%)	21 (17.07%)	0	0	0	1 (12.5%)	0	1 (50%)	0	0	0	0	47
Total	59	64	2	4	3	5	0	2	0	2	1	0	142

Nota: los porcentajes que aparecen en cada celda están hechos tomando en cuenta las suma total de cada temperamento, esto es, la suma de los hombres y las mujeres.

Ningún temperamento sanguíneo se ubica en los niveles "no hay tendencia" y "muy poca tendencia" (véase la tabla 2). En "poca tendencia" tan sólo se sitúan 11 [8 varones (6.50%) y 3 mujeres (2.43%) a razón de 2.67 hombres por mujer]. En tanto, la mayoría, 67 sujetos [27 hombres (21.95%) y 40 mujeres (32.52%) a razón de 1.48 mujeres por hombre], se ubica en "tendencia" (con predominio) y 45 [24 varones (19.51%) y 21 mujeres (17.07%) a razón de 1.14 hombres por mujer] en "marcada tendencia" (véase tabla 2). Esto explica el buen papel internacional de los taekwondoínes mexicanos.

Se realizó un análisis de asociación a través de la correlación de Spearman entre la escala de temperamento y las dimensiones de prearranque, con el siguiente resultado (véase tabla 3):

Tabla 3. Correlación entre las dimensiones de la escala de temperamento y los factores de los estados de prearranque (F1, F2, F3, F4 y F5).

	Disposición combativa	Fiebre de prearranque I	Fiebre de prearranque II	Fiebre de prearranque III	Fiebre de prearranque IV	Sanguíneo	Colérico	Flemático	Melancólico
Disposición combativa						.252**		-.224**	
Fiebre de prearranque I			.369*				-.251**	3	-.186*
Fiebre de prearranque II					.280**		-.250**		-.365**
Fiebre de prearranque III					.328**	.235**	-.192*		-.360**
Fiebre de prearranque IV							-.264**		-.321**
Sanguíneo							-.231**	.442**	-.503**
Colérico									.441**
Flemático									

** ≤ 0.001
* ≤ 0.005

Se efectuó esta misma prueba (correlación de Spearman) con la escala de temperamento y las variables Delta (véase la tabla 4):

Tabla 4. Correlaciones de los tipos de temperamento y las variables Delta.

	Delta A	Delta B	Delta C	Delta D	Delta E	Delta F
Sanguíneo	.193*					
Colérico						
Flemático				.206*		
Melancólico						
Delta A						
Delta B			.609**	-.177*		
Delta C				-.245**		
Delta D						
Delta E						
Delta F						

** ≤ 0.001
* ≤ 0.005

Discusión

La edad cronológica, la edad deportiva y el tiempo actual en el deporte de estos atletas son adecuados para competir en el alto rendimiento.

Era de esperarse que el temperamento sanguíneo encabezara la frecuencia con 123 taekwondoínes (86.61%) (véase la tabla 1), ya que es el temperamento que más compatibilidad tiene con el deporte; esto se debe a que sus rasgos tipológicos —con base en las propiedades de su sistema nervioso— lo hacen ser equilibrado-fuerte-móvil-dinámico-lábil (Fuentes, 2006) y sus propiedades psicodinámicas le dan: *a)* ritmo de reacción rápido, *b)* bajo umbral sensitivo, *c)* alta resistencia, *d)* poca rigidez y elevada plasticidad y *d)* extroversión (Sánchez & González, 2005). La presencia de seis coléricos (4.23%) se da porque —al igual que los sanguíneos— son fuertes, dinámicos y lábiles (Fuentes, 2006); también porque poseen ritmo de reacción rápido y extroversión (análogo a los sanguíneos) (Sánchez & González, 2005). Los ocho flemáticos (5.63%) se deben tanto a su equilibrio y fuerza (idéntico a los sanguíneos) (Fuentes, 2006) como a su conducta tranquila (Sánchez &

González, 2005), esta última necesaria para el control de la tarea. Los dos melancólicos (1.41%) se explican por su fuerza de voluntad-iracundia (*Diccionario de las ciencias de la educación*, 1995); los dos sanguíneos-coléricos (1.41%) por los puntos afines, en tanto que el sanguíneo-flemático (.70%) por las causas tipológicas anteriores.

La correlación de Spearman entre las dimensiones de la fiebre de prearranque da como resultado baja asociación entre el F2 (fiebre de prearranque I) y el F3 (fiebre de prearranque II) (véase la tabla 3); esto nos dice que hay un vínculo entre estos indicadores psicofisiológicos, no obstante que pertenecen a diferente topografía (tracto digestivo y respiratorio respectivamente); esto muestra que los que tienen problemas en el tracto digestivo pueden presentar, de igual manera, alteraciones en el respiratorio. También fue baja la correlación entre el F3 (fiebre de prearranque II) y el F5 (fiebre de prearranque IV) (véase la tabla 3); la explicación es la misma que la anterior, no obstante que pertenecen a diferente topografía (tracto respiratorio y aumento de ansiedad, respectivamente). De igual forma, el F4 (fiebre de prearranque III) presenta baja correlación con el F5 (fiebre de prearranque IV) (véase la tabla 3); tal correspondencia se da porque los reactivos del primero (F4, alteraciones del sueño) son similares a los del segundo (F5, aumento de la ansiedad), situación que descubre al individuo ansioso con potencial insomnio; esto acontece, porque en la fiebre de prearranque, cuando el deportista toma conciencia de la importancia y complejidad de la competencia y de la responsabilidad que implica ésta, presenta exceso de motivación para rendir bien en la tarea competitiva y tener un buen desempeño final, instancia que lo lleva a experimentar emociones inestables opuestas, que se sustituyen con rapidez unas a otras, llegando a reprimirlo y a desorganizar su entrenamiento (González, 2003a); desde el punto de vista fisiológico, el deportista presenta un desequilibrio excitación-inhibición (a favor de la primera) manifestado en los siguientes indicadores: taquicardia, taquipnea, temblores, diaforesis, hipotermia de manos y pies, deshidratación de la mucosa oral, dispepsia, relajación de esfínteres, vasoconstricción dérmica y alteraciones del sueño (González, 2003a).

El resultado de esta misma prueba (correlación de Spearman) entre los tipos de temperamento y los factores de los estados de prearranque, muestra que tanto el sanguíneo como el flemático tienen una baja correlación con el F1 (disposición combativa) (véase la tabla 3). La primera correlación (temperamento sanguíneo-F1, disposición combativa), aunque baja, por el simple hecho de haber ocurrido confirma que es la asociación más compatible con el éxito deportivo (Fuentes, 2006); tal situación ocurre, porque en este estado (disposición combativa), el deportista, al tomar conciencia de la importancia y complejidad de la competencia y de la responsabilidad que ésta implica (y asumir esta responsabilidad) experimenta emociones positivas y esténicas (contrarias a las de fiebre), las cuales le dan pleno vigor, energía y seguridad de éxito fundado que le hacen advertir, con rapidez, todo lo que tiene importancia para obtener la victoria (González, 2003a); fisiológicamente, el atleta presenta un óptimo equilibrio en sus procesos nerviosos excitación-inhibición cortical, equilibrio

propio de los deportistas bien entrenados (González, 2003a), debido al balance de sus neurotransmisores (Ganong, 1996; Tortora & Anagnostakos, 1999; Tortora & Grabowski, 1999; De la Serna, 2006). La segunda correlación (temperamento flemático-F1, disposición combativa) fue aún más baja, puesto que el flemático presenta menos características compatibles con la actividad deportiva.

El temperamento sanguíneo —al presentar baja correlación con el F4 (fiebre de prearranque III)— (véase la tabla 3) nos dice que este tipo de temperamento probablemente presenta problemas de sueño, debido a su ritmo de reacción rápido (Sánchez & González, 2005).

Fue baja la correlación entre la escala de temperamento y las variables Delta, tanto para el temperamento sanguíneo con la Delta A, como para el flemático con la Delta D (véase la tabla 4). La primera correlación (temperamento sanguíneo-Delta A) manifiesta que el sanguíneo tiene respuestas excitativas mayores, puesto que su tiempo de reacción es más corto (Sánchez & González, 2005) y su sistema nervioso simpático más rápido (Ganong, 1996). La segunda correlación (temperamento flemático-Delta D) (véase la tabla 4) muestra que a mayor temperamento flemático, mayor alejamiento del tiempo solicitado, por la calma mansedumbre que presenta (*Diccionario de las ciencias de la educación*, 1995).

El resultado entre las mismas variables Delta, la Delta B tuvo una correlación moderada con la Delta C (véase la tabla 4); esto quiere decir que existe capacidad para volver al estado basal.

Conclusiones y limitaciones

El temperamento sanguíneo resultó ser predominante en estos deportistas. La mayoría se ubica en "predominio" y "gran predominio". Esto fue lo esperado, ya que sus características son las más adecuadas a las exigencias del deporte. Asimismo, el temperamento sanguíneo se correlacionó, en gran parte, con el F1 (disposición combativa), asociación compatible esperada. Además, la correlación del temperamento sanguíneo con la Delta A, nos habla de un equilibrio entre la inhibición y la excitación cortical, ya que este cambio demanda contenido explosivo y disposición energética (González, 2007).

En cuanto a los temperamentos colérico y melancólico, éstos presentan correlaciones negativas con todos los tipos de fiebre de prearranque; por lo tanto, podrían estar correlacionándose con los dos estados que no están formando parte de esta investigación (apatía y autocomplacencia).

Con base en lo anteriormente planteado, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna o alternativa (H_i), puesto que existen relaciones significativas tanto *a)* entre los tipos de temperamento y manifestaciones de prearranque, como *b)* entre los tipos de temperamento e indicadores del nivel de activación en los taekwondoínes que participaron en la X Universiada Nacional Mérida 2006. Asimismo, esta investigación aporta el perfil temperamental, correlacionado con parte de las emociones previas a las competencias de estos atletas universitarios mexicanos. Y, pese a que no correlacionó la percepción del tiempo, su media aritmética de 8.22 segundos queda como indicador basal, al igual que el pulso arterial actual, cuya media fue de 64.97

pulsaciones por minuto (al no poderse obtener la Delta E debido a la falta del pulso arterial promedio). Queda de manifiesto, entonces, la importancia para el psicólogo del deporte que trabaja con taekwondoínes de desarrollar las habilidades que llevan a tener el control de la inhibición-excitación cortical y, en segundo término, el control de la percepción del tiempo.

Este trabajo tuvo como limitación la falta de instrumentos que dieran una mejor precisión metodológica en la planeación de la investigación y, aunque ciertas imprecisiones fueron superadas, se perdieron ángulos del fenómeno. Por esta razón, es importante crear un instrumento cuantitativo con la Planilla de Prearranque (que posea reactivos capaces de medir, equitativamente, los cuatro estados mencionados de prearranque) para estar acordes con el momento histórico que vive la psicología del deporte mexicana y, en particular, la yucatanense, las cuales requieren de pruebas únicas para tomar decisiones en un solo momento.

Referencias

Alderman, R.B. (1974), *Psychological behavior in sport*, Philadelphia, Saunders.

Boeree, G. (1998), "Teorías de la personalidad Hans Eysenck (1916-1997). Y otros teóricos del temperamento", *Psicología Online*, Departamento de Psicología de la Universidad de Shippensburg, recuperado el 3 de junio de 2006, de: http://www.psicologia-online.com/ebooks personalidad/ eysenck.htm

Bruno, F.J. (1988), *Diccionario de términos psicológicos fundamentales*, Barcelona, Paidós.

Casadesús, J., M. Fuentes, F. Fort, C. Baños & M. Ramírez (2003, agosto), "Algunas cualidades del temperamento fundamentales para el desempeño deportivo de atletas de élite de lucha libre", *efdeportes*, Buenos Aires, núm. 63, recuperado el 3 de junio de 2006, de: http://www.efdeportes.com/efd63/lucha.htm

Cruz, J. (1991), "Historia de la psicología del deporte", en J. Riera & J. Cruz, *Psicología del deporte. Aplicaciones y perspectivas*, Barcelona, Martínez Roca, pp. 13-43.

De la Serna, F. (2006), *Insuficiencia cardíaca crónica. El sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático. Catecolaminas. Barorreceptores*, recuperado el 18 de noviembre de 2006, de: http://www.fac.org.ar/edicion/inscac/3SNS.pdf

Diccionario de las ciencias de la educación (1995), México, Aula Santillana.

Dosil, J. (2004), *Psicología de la actividad física y del deporte*, España, McGraw-Hill.

Escartí, A. (2003), "Configuración histórica de la psicología social del deporte", en A. Hernández, *Psicología del Deporte*, vol. I, Buenos Aires, Tulio Guterman, recuperado el 12 de mayo de 2006, de: http://www.efdeportes.com

Fraisse, P. (1966), *Manual práctico de psicología experimental. Con una introducción sobre la defensa del método experimental en psicología*, La Habana, Edición Revolucionaria.

Fox, E.L. (1990), *Fisiología del deporte*, 6a. reimp., Buenos Aires, Médica Panamericana.

Fuentes, M.E. (2006), *El temperamento en la formación del deportista*, La Habana, Deportes.

Ganong, W.F. (1996), *Fisiología médica*, 15a. ed., México, El Manual Moderno.

García, F. (s.f.), *Psicología de las emociones en el deporte*, La Habana, Instituto de Medicina Deportiva.

González, L.G. (1997), *Pruebas de campo en psicología del deporte*, trabajo presentado en el I Congreso Internacional de Psicología del Deporte, Escolar y Social, La Habana, s.e.

González, L.G. (1998), Algunas tareas de terreno de un psicólogo en atletismo, *Revista Cubana de Medicina Deportiva*, núm. 1, pp. 21-24.

González, L.G. (2001a, marzo), "Resultados del control psicológico del entrenamiento en saltadores cubanos de alto rendimiento", *efdeportes.com (Revista digital)*, Buenos Aires, núm. 33, recuperado el 17 de diciembre de 2004, de: http// www.efdeportes.com

González, L.G. (2001b), *Stress y deporte de alto rendimiento*, Guadalajara, iteso.

González, L.G. (2003a), *Apuntes del diplomado de Psicología del Deporte (módulo "La respuesta emocional del deportista")*, Mérida, Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Yucatán-Instituto de Medicina Deportiva de Cuba.

González, L.G. (2003b), *La respuesta emocional del deportista*, La Habana, Deportes.

González, L.G. (2003c, abril), "¿Los 'Therécticos' están condenados a perder frente a los 'Pármicos' en las competencias deportivas?", *efdeportes.com (Revista digital)*, Buenos Aires, núm. 59, recuperado el 15 de diciembre de 2006, de: http://www.efdeportes.com

González, L.G. (2004), *Apuntes para las clases de historia de la psicología del deporte de la maestría de Psicología del Deporte (módulo "La psicología del deporte y la persona-*

lidad del deportista"), Mérida, Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Yucatán-Instituto de Medicina Deportiva de Cuba.

González, L.G. (2007), *La respuesta emocional del deportista. Una visión científica del comportamiento ante el reto del compromiso*, Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán.

Hernández, A. & R. Ramos (1996), *Introducción a la informática aplicada a la psicología del deporte*, Madrid, Ra-Ma Textos Universitarios.

Kerlinger, F.N. & B.L. Howard (2002), *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*, 4a. ed., México, McGraw-Hill.

Palmero, F., C. Guerrero, C. Gómez & A. Carpi (2006, diciembre), "Certezas y controversias en el estudio de la emoción", *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, núms. 23 y 24, Universidad Jaume i de Castellón, recuperado el 3 de febrero de 2006, de: http: //reme. uji.es/ articulos/ numero 23/article1/article1.pdf

Pueyo, A. (2003), *Manual de psicología diferencial*, Madrid, McGraw-Hill.

Sánchez, M.E. & M. González (2005), *Psicología general*, La Habana, Deporte.

Seidel, H.M. & J.W. Ball (2003), *Manual Mosby de exploración física*, España, Océano/Mosby.

Tortora, G.J. & N.P. Anagnostakos (1999), *Principios de anatomía y fisiología*, 6a. ed., México, Oxford University Press.

Tortora, G.J. & S.R. Grabowski (1999), *Principios de anatomía y fisiología* (7a. ed., 3a. reimp.), España, Harcourt Brace.

Apéndice A

INVENTARIO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TEMPERAMENTO-1 (IDETEM-1)

de M. E. Fuentes (2000) modificado por F. Bautista (2006)

Nombre: Sexo: Edad:

Deporte: Posición, modalidad o categoría: Edad deportiva:

Tiempo en el deporte actual: Entidad federativa:

Equipo: Competencia: Fecha:

INSTRUCCIONES

Los resultados de esta prueba son estrictamente confidenciales. Servirán para conocer tu temperamento y ayudarte a que obtengas mejores resultados en las futuras competencias. Para esto, es necesario que contestes con sinceridad, sin detenerte mucho en tus respuestas.

A continuación encontrarás una lista de afirmaciones en las cuales puedes verte reflejado. Imagínate, entonces, el grado con el que te identificas para que puedas asignar un número que oscile entre 1 y 5 de manera creciente, esto es, el 1 es la ausencia total y el 5 el grado más fuerte de identificación que tengas. Estos números representan la cantidad de puntos que tú mismo estás asignando. No hay respuestas malas ni buenas, simplemente son tus respuestas. La disposición es la siguiente:

1 *Nunca* actúo de esa manera.
2 *Pocas veces* actúo de esa manera.
3 *A veces* actúo de esa manera.
4 *Casi siempre* actúo de esa manera.
5 *Siempre* actúo de esa manera.

Ahora marca con una X el número en el cual te encuentres más reflejado en la afirmación correspondiente.

	Nunca				Siempre
1. Mis movimientos habituales son ágiles y precisos.	1	2	3	4	5
2. Me ofendo con facilidad.	1	2	3	4	5
3. Soy lento y minucioso en mis análisis.	1	2	3	4	5
4. Ante el fracaso me desconsuelo.	1	2	3	4	5
5. Mi estado de ánimo habitualmente tiene mucha energía.	1	2	3	4	5
6. Soy inestable en mis propósitos.	1	2	3	4	5
7. Me inquieta dejar una tarea inconclusa.	1	2	3	4	5
8. Suelo sentir nostalgia ante los cambios de tiempo.	1	2	3	4	5
9. Capto rápidamente lo nuevo.	1	2	3	4	5
10. Me impaciento con facilidad.	1	2	3	4	5
11. Soy metódico y ordenado.	1	2	3	4	5
12. Soy muy sensible.	1	2	3	4	5
13. Me caracterizo por hablar claro y rápido.	1	2	3	4	5
14. Frecuentemente soy brusco al tratar con las personas.	1	2	3	4	5
15. Me mantengo tranquilo ante situaciones desagradables imprevistas.	1	2	3	4	5
16. Me siento mal cuando estoy en un ambiente desconocido.	1	2	3	4	5
17. Escucho con paciencia.	1	2	3	4	5
18. Suelo tomar decisiones precipitadamente.	1	2	3	4	5
19. Los reveses no afectan mi actividad.	1	2	3	4	5
20 Muchas veces me muestro vacilante, inseguro al tomar decisiones.	1	2	3	4	5
21. Establezco amistades con facilidad.	1	2	3	4	5
22. Cuando algo me molesta me muestro agresivo.	1	2	3	4	5
23. Generalmente me mantengo paciente, aun cuando tengo motivos para desesperarme.	1	2	3	4	5
24. Frecuentemente manifiesto estados depresivos.	1	2	3	4	5
25. Poseo una alta capacidad para asimilar el estrés.	1	2	3	4	5
26. Una actividad extremadamente intensa, fuerte o prolongada, me produce una disminución brusca de mi resistencia para mantenerme en ella.	1	2	3	4	5
27. Poseo un gran poder de concentración.	1	2	3	4	5
28. Prefiero la soledad.	1	2	3	4	5
29. Me adapto con facilidad a las nuevas situaciones.	1	2	3	4	5
30. Soy notablemente efusivo, exaltado, expresivo.	1	2	3	4	5
31. Puedo realizar una tarea intelectual de manera prolongada sin que me fatigue mentalmente.	1	2	3	4	5
32. Me indispone el alto ritmo de trabajo.	1	2	3	4	5
33. Soy calculadamente decidido en mis actos.	1	2	3	4	5
34. Con frecuencia soy impulsivo, irrefrenable e impetuoso.	1	2	3	4	5
35. Demoro en fijar los nuevos conocimientos y desarrollar habilidades complejas.	1	2	3	4	5
36. Soy susceptible. Fácilmente lastiman mis sentimientos.	1	2	3	4	5
37. Reacciono con rapidez y serenidad ante estímulos repentinos en situaciones de tensión.	1	2	3	4	5
38. Generalmente, en situaciones decisivas, suelo perder el control de la actividad que realizo en ese momento.	1	2	3	4	5
39. Mi actividad general es lenta.	1	2	3	4	5
40. Las fuertes tensiones disminuyen el nivel de mi actividad.	1	2	3	4	5
41. Muestro iniciativa con facilidad.	1	2	3	4	5
42. Soy muy inquieto.	1	2	3	4	5

	Nunca				Siempre
43. Poseo un alto control emocional.	1	2	3	4	5
44. Los estímulos fuertes inhiben grandemente mi actividad.	1	2	3	4	5
45. Me caracterizo por tener un buen sentido del humor.	1	2	3	4	5
46. Generalmente cambio con facilidad el foco de mi atención. Me oriento en los detalles.	1	2	3	4	5
47. Me abstraigo fácilmente en mis pensamientos.	1	2	3	4	5
48. Soy muy impresionable, por eso evito las situaciones de riesgo o peligro.	1	2	3	4	5
49. Me sobrepongo fácilmente a los problemas.	1	2	3	4	5
50. Me es difícil controlar mis desajustes emocionales.	1	2	3	4	5
51. Mi lenguaje es pausado y poco expresivo.	1	2	3	4	5
52. Soy retraído al iniciar relaciones humanas.	1	2	3	4	5
53. Poseo gran agilidad mental.	1	2	3	4	5
54. Generalmente soy rígido en mi análisis.	1	2	3	4	5
55. Me caracterizo por mi gran perseverancia.	1	2	3	4	5
56. Se me dificulta la adaptación a situaciones cambiantes.	1	2	3	4	5

Apéndice B

PLANILLA DE PREARRANQUE

de A.Z. Puní (2003) modificada por F. Bautista (2006)

Nombre: Sexo: Edad:

Deporte: Posición, modalidad o categoría: Edad deportiva:

Tiempo en el deporte actual: Entidad federativa:

Equipo: Competencia: Fecha:

INSTRUCCIONES

Los resultados de esta prueba son estrictamente confidenciales. Servirán para conocer tus emociones previas a tu competencia y ayudarte a que obtengas mejores resultados en las futuras competencias. Para esto, es necesario que contestes con sinceridad sin detenerte mucho en tus respuestas.

A continuación encontrarás una lista de afirmaciones en las cuales puedes verte reflejado. En otras palabras, son situaciones que te pueden pasar.

Ahora marcarás con una X la palabra SÍ o la palabra NO que están en los casilleros ubicados en la parte derecha de cada afirmación.

1. Tengo buen apetito.	SÍ	NO
2. En estos días por las mañanas me levanto fresco y descansado.	SÍ	NO
3. Me despierta fácilmente cualquier ruido.	SÍ	NO
4. Tengo dificultades para quedarme dormido.	SÍ	NO
5. Tengo diarrea.	SÍ	NO
6. En estos días padezco de náuseas y vómitos.	SÍ	NO
7. En esta etapa he tenido acidez estomacal.	SÍ	NO
8. Tengo dificultades para concentrarme.	SÍ	NO
9. En ocasiones siento la boca seca.	SÍ	NO
10. He tenido dolores de cabeza.	SÍ	NO
11. En este periodo he tenido dolores en el pecho.	SÍ	NO
12. Siento frecuentemente un gran peso en mi cabeza o en mi nariz.	SÍ	NO
13. He tenido mareos.	SÍ	NO

14. Puedo dormir en el día, pero no durante la noche.	SÍ	NO
15. Tengo dificultades en la respiración.	SÍ	NO
16. Me resulta difícil comenzar cualquier tarea.	SÍ	NO
17. Me siento lleno de energía.	SÍ	NO
18. Con frecuencia me siento exaltado.	SÍ	NO
19. Orino con mayor frecuencia que antes.	SÍ	NO
20. Siento que el estómago me salta.	SÍ	NO
21. En estos días he tenido temblores en las manos y/o en las piernas	SÍ	NO
22. Me sudan con frecuencia las manos.	SÍ	NO
23. Prefiero en estos días estar solo y no con el grupo.	SÍ	NO
24. Me siento intranquilo e irritable (me molesto por cualquier cosa)	SÍ	NO
25. Ante la competencia me siento inseguro.	SÍ	NO

Apéndice C

MÓDULO DE CONTROL PSICOLÓGICO

DE ENTRENAMIENTOS Y COMPETENCIAS (PARTE I)

de L.G. González-Carballido (2001) modificado por F. Bautista (2006)

Nombre: Sexo: Edad:

Deporte: Posición, modalidad o categoría: Edad deportiva:

Tiempo en el deporte actual: Entidad federativa:

Equipo: Competencia: Fecha:

1 Tapping test

Punteo

C_I	C_{II}
C_{III}	C_{IV}

Conteo de puntos

Ritmo cómodo 1 (C_I): ____ puntos.

Ritmo rápido (C_{II}): ____ puntos.

Ritmo cómodo 2 (C_{III}): ____ puntos.

Ritmo lento (C_{IV}): _____ puntos.

50% del cómodo 1: ____ puntos.

(Variable de tránsito para calcular Delta C)

Deltas o diferencias entre los ritmos

(errores por defecto o por exceso)

Delta A = rápido – cómodo 1: ____ puntos.

Delta B = cómodo 2 – cómodo 1: ____ puntos.

Delta C = lento – 50% del cómodo 1: ____ puntos.

2 Percepción del tiempo

Tiempo real 10 seg: _____

Delta D = tiempo real – tiempo solicitado (10 segundos): _____seg

3 Pulsometría arterial precalentamiento

Pulso arterial promedio: _____ latidos/min

Pulso arterial actual: _____ latidos/min

Delta E = pulso arterial promedio – pulso arterial actual: _____ latidos/min

4 Dinamometría de la mano dominante

Esfuerzo muscular máximo real: ___ kg

Mitad del esfuerzo máximo real: ___ kg

Esfuerzo muscular medio teórico = esfuerzo muscular máximo real /2: ____ kg
(Variable de tránsito para calcular Delta F)

Delta F = esfuerzo muscular medio real – esfuerzo muscular medio teórico: ___ kg

Observaciones: _____

_____

_____

_____

Ciencias Sociales y Humanidades

Resumen

Es propósito de esta investigación presentar el pasado en forma periodizada desde la manada hasta la sociedad esclavista de los tiempos de Homero. Dentro de los paradigmas cualitativo e interpretativo y con un diseño retrospectivo longitudinal (histórico), se estudió el movimiento como variable de transformación filogénica del homínido al *Homo sapiens*. Con el método hermenéutico se procedió al fichado y análisis de fuentes clásicas y secundarias con una visión social, biológica, antropológica, económica, política, jurídica, filosófica y cultural históricamente determinada. Se concluyó que el hombre moderno es producto del referido movimiento filogénico; por tal motivo, si se dejara de considerar dicha variable en su educación programada, en lo que podría ser la perniciosa pedagogía del sedentarismo, se correría el riesgo de involucionar como especie.

Palabras clave

Movimiento, homínido, *Homo*.

Abstract

The objective of this paper is to present the past in a periodized from the pack until the slave society in the times of Homer. Within the qualitative and interpretive paradigms and a retrospective longitudinal design (historical), we studied movement as a variable of phylogenetic transformation from the hominid to the *Homo sapiens*. With the hermeneutical method we proceeded to profiling and to the analysis of classical sources and secondary schools with a historically determined social, anthropological, economic, political, philosophical and cultural perspective. It was concluded that modern man is the product of such phylogenetic movement; for this reason, if this variable is overlooked in man's programmed education, in what could be the pernicious teaching of physical inactivity, the human species would run the risk of involution.

Key words

Movement, hominid, *Homo*.

Del animal movimiento al humano: de la manada a la sociedad homérica

Fernando de Jesús Bautista Buenfil[1]

Introducción

Planteamiento del problema

Debido al enfoque tradicional y positivista en la reconstrucción del pasado, tanto el alumno de las ciencias de la actividad física y del deporte como el de las ciencias de la salud, no perciben el movimiento dentro de un contexto histórico y multifactorial concatenado, donde los fenómenos se relacionan bajo una correspondencia causa-efecto. En el mejor de los casos, aprecia tales hechos dentro de la historiografía y no de la historia analítica, crítica y transformadora con un pensamiento complejo transdisciplinario. Como consecuencia, conciben un pasado aislado, y solitario incluso, a través de una serie desarticulada de episodios anecdóticos. Por tal razón cabe preguntar: el movimiento, ¿está al margen del contexto socio-bio-antropo-económico-político-jurídico-filosófico-cultural históricamente determinado?

Antecedentes de la investigación

En este campo de estudio, destacan las investigaciones de Huizinga (1938), Diem (1966) y Albor (1989).

Propósito

Es *propósito* de esta investigación, entonces, presentar el pasado en forma periodizada y con una visión holística, destacando el movimiento como eje rector del desarrollo humano.

Marco teórico

Para hacer un análisis del hombre y su obra en una perspectiva diacrónica (haciendo énfasis en su movimiento filogénico) es necesario periodizar la historia. Sin embargo, los autores, al discrepar por su diversidad ideológica en la construcción de los periodos, expresan distintos esquemas históricos, que dan lugar a disímiles referentes en el establecimiento de las etapas. Pese a estas discrepancias, existen coincidencias que nos llevan a entender que sus divergentes posiciones se complementan. Por esta razón, aun existiendo contradicciones, debemos ubicar la historia por encima de un simple depósito de anécdotas y crónicas, para producir una transformación decisiva en la imagen que tenemos de la ciencia (Kuhn, 1962/1986).

En la estructuración de esta periodización, algunos autores utilizan parámetros que reflejan solamente el avance tecnológico del momento, siendo éste, sin duda alguna, un contundente indicador del desarrollo psicomotor de la especie; Morgan (1877/1975) y Childe (1936/1977) son dos de ellos. El primero propone tres etapas en el desarrollo social: *a)* salvajismo, *b)* barbarie

[1] Primer lugar del área de Ciencias Sociales y Humanidades, categoría Abierta. Seudónimo: Bolita. Institución: escuela Normal Superior de Yucatán "Profesor Antonio Betancourt Pérez". Correo: actividadfisicaydeporte@gmail.com

y *c)* civilización. El segundo presenta cuatro: *a)* edad de hielo, *b)* revolución neolítica, *c)* revolución urbana y *d)* revolución en el conocimiento.

Otros estudiosos proponen las denominadas: *a)* edad lítica (edad de piedra) y *b)* edad de los metales, lapsos que nos hablan de la capacidad cognitiva y motriz que estos seres iban adquiriendo, a través del tiempo, como grupo biológico y social. En cuanto a la edad lítica, ésta la dividen en tres periodos: *a)* Paleolítico, *b)* Mesolítico y *c)* Neolítico; a propósito, Lubbock (1865/2010) creó los términos Paleolítico y Neolítico. En esta edad lítica (de acuerdo con los adelantos en el trabajo de la piedra), los referidos arqueólogos han establecido diversas culturas o industrias, las cuales se manifiestan dentro de estos mismos periodos, y nos muestran —a través del trabajo pétreo— el desarrollo psicomotor. A la edad de los metales le asignan tres momentos: *a)* edad de cobre, *b)* edad de bronce (aleación de cobre y estaño) y *c)* edad de hierro.

Con base en el surgimiento de la escritura los periodos propuestos son: *a)* prehistoria (etapa preliteraria), *b)* protohistoria (a partir de los primeros jeroglíficos) y *c)* historia (etapa literaria, la cual inicia con la aparición de un alfabeto fonético y el uso de la escritura, precisamente, en la composición literaria). Asimismo, para la literatura universal y la filosofía se han demarcado cuatro segmentos de tiempo: *a)* edad antigua, *b)* edad media, *c)* época moderna y *d)* época contemporánea. La propuesta marxista, basada en la economía, presenta los siguientes modos de producción: *a)* comunal primitivo, *b)* esclavista, *c)* feudalista, *d)* capitalista, *e)* socialista y *f)* comunista (Marx & Engels, 1845/1932/1974). Aunque no ha sido determinante para periodizar el tiempo, es digno de considerar el concepto de *paradigma* acuñado por Kuhn (1962/1986), puesto que "es un modelo o patrón aceptado (…)" (p. 51) por una comunidad como resultado de una *revolución científica* y, por tanto, puede establecer un periodo de aprobación ideológica en el devenir del tiempo.

Con base en el *Diccionario de la Real Academia Española* (2001), *movimiento* es "la acción y efecto de mover" y, teniendo como plataforma de sistemático despegue e hilo conductor la periodización de la historia, se entenderá por la variable *movimiento*, el desarrollo de la psicomotricidad filogénica del homínido al ser humano, puesto que "moverse es mucho más que un simple desplazamiento" (Sardou, 1999, p. 76) y tal movimiento acontece en el devenir del tiempo dentro de la ludomotricidad, expresada como etnomotricidad con capacidades sociomotrices (Parlebas, 2001).

Método

El presente trabajo se realizó dentro de los paradigmas cualitativo e interpretativo (Briones, 1995). Con un diseño longitudinal retrospectivo (histórico) se revisaron fuentes clásicas y secundarias con una visión holística (sociológica, biológica, antropológica, económica, política, jurídica, filosófica, cultural e histórica) con la intención de estudiar el movimiento como *variable* en un contexto social, biológico, antropológico, económico, político, jurídico, filosófico y cultural históricamente determinado. Con el método hermenéutico se procedió al fichado de los textos para analizarlos, teniendo presente que "todo intento de conocer y entender el pasado del hombre,

ha dado lugar a múltiples interpretaciones, tan variadas como el pensamiento humano" (Brom, 1981, p. 11).

Presentación de la información y discusión

El pasado más remoto

En la dialéctica de Heráclito, Hegel, Marx, Engels y Lenin, la energía y la materia son instancias eternas e infinitas que se encuentran en un devenir constante; en un perpetuo movimiento que inició en la dimensión de lo inerte (Platón, *ca.* 360 a.n.e./2003; Hegel, 1812-1816/1982; Engels, 1875-1876/1973; Engels, 1878/1973; Lenin, 1908/1973). En el quehacer de la física, la primera ley de la termodinámica (propuesta por Lavoisier y planteada por Joule como el *principio de la conservación de la energía*) menciona que ésta no se crea ni se destruye, sólo se transmuta de una forma a otra y viceversa (Landau, Ajiezer & Lifshitz, 2007). La teoría del Big Bang, desarrollada por Gamov (1948), refiere que una gran explosión (energía) dio lugar al universo (materia) (Bondi, Bonnor, Lyttleton & Withrow, 1977; Hawking, 1991). En la Tierra, millones de años después de esta colosal detonación y al darse las condiciones, surge la vida en las profundidades del océano como una organización especial del movimiento y de la materia (Oparin, 1924/1974), a la par de las enfermedades (Somolinos, 1978), porque desde ese momento hubo errores metabólicos que pusieron en peligro la integridad de la célula procariota. Esta prístina, incipiente y minúscula vida marina (en su devenir mitótico y dentro de un desenfrenado movimiento físico-químico) evolucionó de manera multilineal para dar paso a una diversidad biológica (Darwin, 1859/1975).

Algunos de estos protagonistas vivientes pasaron del mar a la tierra con investidura de anfibios; estos últimos se convirtieron en reptiles, de los cuales unos se transformaron en aves y otros en colosales saurios; con la misma dialéctica evolutiva ramificada, una metamorfosis dirigida hacia un determinado sentido apuntó a los primates (1859/1975); el eje de esta evolución siempre fue el movimiento y el devenir constante dentro de la novel disposición de la materia: la vida (Oparin, 1924-1974), donde la garantía de la transmisión fenotípica está dada por la transmisión genotípica (genoma) (Mendel, 1866, en *Experimentos sobre hibridación de plantas*, 2012).

En esta imparable carrera de cambios cuantitativos a cualitativos, al ubicarnos en el Mioceno antiguo del actual espacio geopolítico que hoy denominamos África, visualizamos, formando manadas, a un mono hominoideo denominado Procónsul. Más adelante, en el Plioceno (alrededor de seis millones de años), en algún lugar de la zona tropical (en bosques del este de África), vemos a una estirpe muy especial de monos hominoideos: los *Ardiphitecus ramidus*, que provenían de los pequeños primates aparecidos 42 mil años atrás (Darwin, 1859/1975). La evolución adaptó a estas criaturas para alimentarse con una dieta rica en hidratos de carbono, en su mayor parte complejos y muy abundantes en fibra: hojas, brotes, flores, frutos y raíces que existían en demasía en este bosque tropical húmedo y cálido, el cual rodeaba al mundo a manera de un ancho cinturón (Campillo, 2004). El movimiento de estos noveles seres cuando subían hasta las copas de los árboles y desplazarse en éstas, hizo que sus manos desempeñaran funciones distintas a las de sus pies, situación

que los hizo adoptar la postura erecta (Engels, 1895-1896/1973); aparecen, entonces, los *Australopithecus* —de manos más prensiles— en sus diversas variantes y en distintos momentos: *a) A. afarencis*, *b) A. africanus*, *c) A. robustus*, *d) A. aethiopicus*, *e) A. boisei* y *f) A. anamensis*. Los cambios biológicos incidieron en dos de los cromosomas del *Australopithecus africanus*, los cuales se fusionaron para formar el gran cromosoma número 2 (sus veinticuatro pares se redujeron a veintitrés) (Mayr, 2000; Campillo, 2004). Esta modificación y aislamiento genéticos, evitó la reproducción de este australopitecinos con los demás primates (a pesar de su parecido genómico), situación que le permitió su propia evolución, dentro de la cual sus piezas dentales caninas se redujeron, dando paso, con este reajuste, al movimiento lateral de su mandíbula inferior y, por tanto, a una más eficaz masticación (Campillo, 2004), la cual repercutió en más cambios metabólicos.

Hace unos quince millones de años el clima inició un proceso de modificación, suceso que ocurrió juntamente con estremecimientos geológicos que trajeron como consecuencia la reducción de los dominios boscosos de este primate; el nuevo adverso escenario lo enfrentó a un dilema: *a)* o se aferraba a los vestigios de sus hogareños bosques o *b)* en un sentido, casi bíblico, se vería expulsado del Paraíso (Morris, 1967/2004); los *Australophitecus* se inclinaron por la segunda opción del dilema y salieron de los bosques, de manera bípeda, como expulsados del Edén (1967/2004). A causa de la escasez del alimento vegetal, este ser se vio obligado a consumir animales terrestres y acuáticos (Campillo, 2004).

Cabe destacar que en estas mencionadas humanoides criaturas y sus remotos ancestros se ubican los gérmenes del deporte; en primer lugar porque el juego, esencia de dicho deporte, es más viejo que la cultura, puesto que por mucho que estrechemos el concepto de ésta, presupone siempre una sociedad y los animales no han esperado a que el hombre les enseñe a jugar (Huizinga, 1938/2000). En segundo lugar, porque estos primitivos seres ya ejecutaban —de manera inherente, aunque torpe— la biomecánica natural de la subsistencia que es, en la actualidad, la columna vertebral del referido deporte: *a)* la marcha, *b)* la carrera, *c)* el salto, *d)* los lanzamientos, *e)* la escalada, *f)* el levantamiento de objetos pesados, *g)* el golpeo y agarre a un contrario y *h)* los movimientos acuáticos.

Es pertinente mencionar —en este contexto biomecánico y como dato complementario— que: *a)* el primer homínido hábil en columpiarse entre las ramas de los árboles puso la semilla de la gimnasia; *b)* el primer homínido que utilizó un tronco y un palo para atravesar un río, asentó las bases de la navegación; *c)* el primer homínido que sujetó a las plantas de sus pies sendas maderas para facilitar su locomoción sobre la nieve, estaba asentando el precedente del esquí; *d)* el primer homínido que con algún objeto redondo —que bien pudo ser un fruto— tuvo un pasatiempo lúdico, puso las bases de los juegos con pelotas (no en balde se ha dicho que estos juegos, en su estructura más simple, se pierden en la oscuridad del tiempo).

En este sentido, el movimiento de la mano iba repercutiendo en el desarrollo corporal australopitecino: músculos, huesos, ligamentos, laringe y cerebro (Engels, 1895-1896/1973). La nueva alimentación de este ser

—impuesta por los mencionados cambios ambientales y rica en proteína animal— ocasionó que dicho cerebro creciera más, dando paso a variedades de *Homo* quienes tenían mayor capacidad mental: *a) H. rudolfensis*, *b) H. habilis* y *c) H. ergaster* (Campillo, 2004).

La comunidad primitiva

Un paso más en esta antropogénesis fue el desarrollo de los sentidos al servicio del cerebro, ya que en este proceso fueron evolucionando las capacidades de abstracción y de discernimiento (Engels, 1895-1896/1973), así también las cualidades físicas coordinativas o psicomotrices (dependientes del sistema nervioso) y las condicionales o de condición motriz (subalternas de los sistemas energéticos). El progreso del cerebro (y, por ende, de la psicomotricidad), hizo que los incipientes hombres comenzaran a ver la diferencia entre ellos y los animales tan pronto comenzaron a producir sus medios de vida en la incipiente cultura (Engels, 1895-1896/1973), definida ésta como el conjunto de "patrones de comportamiento aprendidos de una manera social, mediante la asimilación de símbolos que expresan algo determinado" (Pelto, s.f., p. 4).

A través de este proceso continuo de transformación, en la época del Pleistoceno (iniciada hace dos y medio millones de años) del periodo Cuaternario de la mencionada era Cenozoica, sale al escenario otro protagonista de este espacio africano: el *Homo erectus* (Leroi-Gourhan, 2002), dándose con éste el verdadero origen del hombre. Este actor, por su actividad física transformadora, era también *Homo faber* (hombre que hace) y por la herencia lúdica de sus antepasados *Homo ludens* (hombre que juega) (Huizinga, 1938/2000). Se había dado, entonces, el tránsito de la manada a la sociedad —a través de bandas, *gens*, hordas y clanes— gracias, reiterando, al movimiento cotidiano y consuetudinario. Eran los tiempos del salvajismo inferior y salvajismo medio de Morgan (1877/1975), puesto que este personaje descubre el fuego, una innovación que no tan sólo marca el final de este salvajismo inferior y principio del salvajismo medio, sino también el inicio de la *tecnología de alimentos*, entendida como el conjunto de técnicas que se emplean para transformar tales alimentos (Bourges, 1993). Asimismo, pertenece a la edad de hielo de Childe, puesto que este lapso abarca desde el inicio de la vida humana hasta el final de la era glaciar (Childe, 1936/1977). Se considera en el Paleolítico inferior, dentro de la cultura o industria pétrea oldovayense, ya que sus herramientas (utensilios-guija —obtenidos con base en cantos rodados, sílex o similares— sencillos en su fabricación) requerían tan sólo un pequeño gasto energético, lo cual supone que eran elaboradas de acuerdo con sus necesidades y abandonadas después de su uso (Leroi-Gourhan, 2002). Era, a su vez, la época de las cavernas, por ser éstas sus hábitats provisionales y habituales; la prehistoria, al no contar con una escritura, y la antigüedad que han propuesto los estudiosos de la literatura y la filosofía. No es difícil deducir que su nomadismo recolector y después cazador le forjó una gran resistencia aerobia con un alto consumo máximo de oxígeno y una desarrollada masa muscular.

Más tarde, siguiendo la línea del tiempo, aparecen diversas variedades de *Homo sapiens* (hombre que sabe) que, desde luego, eran *Homo faber* con mejor psicomo-

tricidad y *Homo ludens*, puesto que conservaba la misma esencia del juego: *a) H. neanderthalensis*, *b) H. heidelbergensis, c) H. antecessor, d) H. floresiensis* y *e) H. cro-magnonsense*, de los cuales se abordarán el primero y el último. El primer protagonista europeo fue el *Homo sapiens neanderthalensis* (hombre de Neanderthal o Neandertal). Este *Homo*, con una organización social más compleja, vive el salvajismo inferior y el salvajismo medio de Morgan (1877/1975), porque también conoció el fuego; y al igual que al anterior actor, se le ubica en la edad de hielo de Childe (1936/1977), por la razón ya explicada; es situado en el Paleolítico medio dentro de las culturas o industrias acheulense, musteriense y maglemosiense, debido a que los instrumentos entonces elaborados fueron en su mayoría lascas (raspadores, puntas y hachas) (Beals & Hoijer, 1978; Leroi-Gourhan, 2002); de igual manera, se sitúa en la prehistoria, en la antigüedad y en la época de las cavernas; en cuanto a estas últimas, al elegirlas cerca de los ríos o de los lagos, sus habitantes se volvieron también pescadores, puesto que la pesca empezó a existir cuando el hombre cogió un pez con la mano y con esa misma mano representó simbólicamente su victoria en la pared de su caverna, como lo había hecho con los animales que cazaba; las pinturas rupestres las elaboró por su más fina psicomotricidad y desarrollo simbólico; es, entonces, el hombre de Neanderthal el precursor del muralismo.

Cuarenta mil años después de este suceso aparece en Europa, como inmigrante africano, el *Homo sapiens cro-magnonsense* (primer representante del *Homo sapiens sapiens*); cuando esto acontece, el hombre de Neanderthal había desaparecido. Este hombre de Cro-magnon, con una organización social aún más compleja y un incipiente lenguaje, conocía el modo de dominar el fuego y poseía armas terribles e innovadoras: el arco y la flecha (invento con el cual marca el fin del salvajismo medio y el inicio del salvajismo superior de Morgan); asimismo, se manifestó artísticamente por medio de esculturas de marfil y hueso e instrumentos microlíticos, motivo por el cual se dispone en el Mesolítico inicial (Epipaleolítico), en la cultura o industria pétrea aziliense (Beals & Hoijer, 1978).

En la época del Holoceno (periodo posglacial iniciado hace once mil años y el cual es nuestro tiempo geológico) del citado periodo Cuaternario, de la mencionada era geológica Cenozoica, aparece en la faz de la Tierra el denominado *Homo sapiens sapiens* (hombre moderno), sin que se pueda asegurar la existencia de una línea directa con el *Homo sapiens cro-magnonsense*. Su progresiva psicomotricidad y adelantada capacidad mental, le hacen crear la alfarería; con la elaboración de la cerámica concluye el salvajismo superior y principia la barbarie inferior de Morgan (1877/1975). Así, también, su mejor coordinación y avanzado pensamiento hicieron que trabajara la piedra de una manera más refinada, siendo este rasgo el que lo ubica en el Mesolítico final (Protoneolítico), en la cultura o industria pétrea tardenoziense (Beals & Hoijer, 1978); aún viviendo en las cavernas, inicia la domesticación de animales. Y este más evolucionado sujeto, ya presentaba todas las cualidades morfo-funcionales (destacando las cerebrales) y las genético-metabólicas que hoy tenemos; respecto a estas últimas, sobresale la que plantea Neel (1962) en su hipótesis del gen ahorrador (*thrifty gene hypothesis*); en ésta, propone que el metabolismo, durante las épocas de

abundancia de alimento, generaba una rápida ganancia de grasa en el individuo para que en tiempos de escasez pudiese sobrevivir y reproducirse; grasa imprescindible en ese momento pero, paradójicamente, hoy en día, una herencia mórbida y letal puesto que es parte del origen de la obesidad y de la diabetes mellitus tipo 2.

Asimismo, este hombre había aprendido a conocer todo lo comestible y a vivir en cualquier clima; se extendió, entonces, por muchos lugares, siendo el único animal capaz de hacerlo por su propia iniciativa (Ponce, 1938/1980). En este sentido, "mientras los animales inferiores sólo están en el mundo, el hombre trata de entenderlo; y sobre la base de su inteligencia imperfecta pero perfectible del mundo, el hombre intenta enseñorearse de él para hacerlo más confortable" (Bunge, 1960/1981, p. 9). Es así como este ser, denominado hombre moderno, llega a este nivel biológico y social.

Hay que destacar que, en ese momento denominado por Marx y Engels (1845/1932/1974) comunidad primitiva, tenían una organización política donde no se reconocían ni rangos ni jerarquías; como consecuencia, se daba una jefatura temporal entre los miembros de la sociedad (liderazgo coyuntural); hombres y mujeres libres con derechos y deberes iguales; en este sentido, ajustaban sus vidas a las resoluciones de un consejo formado, democráticamente, por todos los adultos de uno y otro sexo; esto quiere decir que había un gobierno sin Estado. Como consecuencia, la mujer no estaba sometida al hombre, aunque tampoco se daba un matriarcado; ella era poliándrica (no existía el matrimonio como institución y, por ende, tampoco la familia nuclear), por lo que sólo se podía reconocer la descendencia matrilineal; en este sentido, la mujer llevaba las directrices económicas, ejerciendo, con esto, una verdadera función pública. En las relaciones sociales de producción de esta etapa, se daba una cooperación simple y una división natural del trabajo, el cual era eminentemente físico, en tanto que su economía era más de apropiación que de transformación; con escaso desarrollo de sus instrumentos de trabajo —de patrimonio colectivo—, se recolectaba, se cazaba o se pescaba, para después distribuirse los productos equitativamente y consumirse de inmediato; esto hacía que no hubiese excedente; al respecto, cabe destacar que "todo aumento excepcional de la producción corriente no produce un 'excedente permanente', sino, por el contrario, produce el hambre, ya que se destruye el equilibrio ecológico de la región habitada" (Mandel, 1976, p. 43).

La concepción religiosa se proyectaba en los dioses impersonales (fuerzas naturales), con un culto sencillo a la naturaleza, el cual empezó a engendrar los ritos. En esta concepción, el hombre ve en los orígenes rituales del juego actos de culto frente a los poderes superiores (Diem, 1966); y éste significa algo más, porque de las formas de este juego cultural nace el orden de la comunidad de los hombres (Albor, 1989). En esta práctica siente congraciarse con su divinidad, donde a la vez, al buscar las causas de sus poderes, el juego es una de sus mejores respuestas; la magia del juego religioso supone un ser humano de rica imaginación, donde los testimonios, como la mencionada pintura rupestre, hablan de un saber y una técnica al servicio del juego, el cual a su vez sirve a las divinidades (1989). En este sentido, el culto se inserta en el juego, que es lo primario (Hui-

zinga, 1938/2000). Dentro de esta atmósfera religiosa surge el totemismo. El tótem es una especie de animal, planta o algún objeto orgánico, venerada por los miembros de una comunidad a manera de espíritu guardián (Beals & Hoijer, 1978); no es descabellado, entonces, pensar que ahí tienen sus raíces las variadas mascotas y los diversos logotipos de los actuales equipos deportivos.

Es fácil deducir que el hombre de esa remota época fue, sencillamente, un ser lúdico. Mucho tiempo ha transcurrido desde esos lejanos ayeres y el juego aún conserva sus mejores esencias litúrgicas (Albor, 1989). Asimismo, al mezclar sus movimientos (incluyendo los alusivos al trabajo) con las rústicas notas (que empieza a producir por percusión y por aliento) nace la danza, como un juego ritual.

En cuanto al diseño del organismo humano (codificado en sus genes), ha sido el resultado de millones de años de evolución biológica; la casi totalidad del genoma humano se formó durante la evolución preagrícola y se considera que es lo que nos permitió adaptarnos a las modificaciones del medio a las que se enfrentaron nuestros antecesores en cada etapa de la evolución (Campillo, 2004). La fuerza que mueve la evolución de los seres vivos es la selección natural (Darwin, 1859/1975).

Transición de la comunidad primitiva al esclavismo

La sociedad, hasta ese momento indiferenciada, inicia un proceso de diferenciación. Después de muchos miles de años en que el hombre vivió en una comunidad primitiva —la cual equivale al 99% de su existencia— empieza un camino hacia otra formación socioeconómica: el esclavismo (Ponce, 1938/1980).

Hace unos diez mil años, después de la última glaciación, comenzó el proceso agrícola; "domesticada" la semilla, esto es, al pasar de la simple apropiación a la producción, los cereales y sus derivados (principal fuente de hidratos de carbono complejos —almidones— y por tanto de energía) se fueron convirtiendo en el principal alimento (Casanueva, 1994), en un proceso en donde se cambiaron las cavernas por las rústicas chozas y los primarios palafitos, con la intención de estar cerca de los sembradíos adyacentes a las aguas; en lo que hoy es Europa, el cereal producido y consumido fue el trigo.

Este sin igual descubrimiento agrícola y sus consecuencias es lo que Childe (1936/1977) llama revolución neolítica, donde las bandas, las *gens*, las hordas y los clanes nómadas se fueron convirtiendo en tribus sedentarias. Esta revolución —la cual no fue más que una evolución que se efectuó en el transcurso de varios milenios— cambió el tipo de alimentación, el modo de vida:

> [y también] transformó la economía humana y dio al hombre el control sobre su propio abastecimiento de alimentos. [En este sentido,] el hombre comenzó a sembrar, a cultivar y a mejorar por selección de algunas hierbas, raíces y arbustos comestibles. Y también logró domesticar y unir firmemente a su persona a ciertas especies animales (Childe, 1936/1977, p. 135).

La agricultura, junto con el fuego, permitió el consumo de semillas, como el trigo o el arroz, y el acceso a las verduras que no se pueden consumir en crudo (Bourges, 1993). En el hemisferio oriental, con el

pastoreo culmina la barbarie inferior e inicia la barbarie media de Morgan (1877/1975).

Pronto se desarrollaron las primeras y rudimentarias industrias de transformación de alimentos; por ejemplo, la fabricación de pan, o la fermentación de frutas que proporcionaron las bebidas alcohólicas; también se procesaron los alimentos de origen animal para su conservación, como el secado de trozos de carne al aire frío o mediante el ahumado (Bourges, 1993).

La ínfima producción de la mano de obra comunal, hace que un pequeño grupo de individuos se libere de las tareas materiales; como consecuencia, la división natural del trabajo da paso a la división técnica laboral con nuevos actores económicos: *a)* los operarios y *b)* los intelectuales; sin embargo, no obstante que la dirección del trabajo se apartaba del propio trabajo, los teóricos seguían siendo funcionarios al servicio de la comunidad; por tal motivo, la educación, hasta ese momento, era espontánea e integral, teniendo la educación física, por antonomasia, un toral papel, puesto que se preparaba para la vida, dentro de un tipo de vida en movimiento (Ponce, 1938/1980). La filosofía de la educación, aunque no se tenía conciencia que existía, se basaba en la propia concepción de la naturaleza y del movimiento. La política educativa, entonces, de forma natural, se proyectaba a todos los miembros de la sociedad. En el campo de la salud, los conocimientos estaban muy apegados al pensamiento religioso y a la concepción etiológica mítico-místico-mágica; por esta razón, aunque tan sólo se concebían dos grandes grupos de enfermedades por su obviedad —*a)* las infecciosas y *b)* las traumáticas (Lain, 1978)—, la visión salubrista era de cobertura total, puesto que la responsabilidad de la salud recaía en toda la comunidad, aunque:

> En el alba de la humanidad, antes de toda vana creencia, antes de todo sistema, la medicina, en su integridad, residía en una relación inmediata del sufrimiento con lo que lo alivia. Esta relación era de instinto y de sensibilidad, más aún que de experiencia; estaba establecido por el individuo, por él mismo y para sí mismo, antes de entrar en una red social (Foucault, 1963/1981, p. 85).

Con los adelantos tecnológicos empieza a darse un excedente en la producción, mismo que se almacena en lugares construidos ex profeso. Surgen, entonces, defensores armados de estos depósitos, con la intención de evitar el robo de las sociedades errantes o de otras tribus.

Los intelectuales, al disponer de más tiempo de ocio (asegurado por el trabajo material ajeno) obtienen, cada vez más, una actitud reflexiva; tal actitud permite pensar sobre los rudimentos que más tarde darían paso a la ciencia y a otras formas de hacer; desde su génesis, los intelectuales se ubicaron en un primer término y muy por encima de la actividad manual, por considerar al cerebro, desde ese momento, el gran director de la mano (Engels, 1895-1896/1973). En este sentido, todo el avance que se iba dando era atribuido, exclusivamente, al desarrollo y metabolismo de este órgano pensante; el hombre, de esta manera, se estaba acostumbrando a explicar sus actos por su pensamiento, en lugar de buscar esta explicación en sus necesidades (reflejadas, natural-

mente, en su cerebro al cobrar conciencia de la existencia de éstas); es así como nace la concepción idealista del mundo (Engels, 1895-1896/1973). En tal concepción, el hombre ya no se da cuenta que es resultado del movimiento (de la actividad física), al sentirse producto de la generación espontánea; entonces, se olvida que sin el referido movimiento no habría podido evolucionar a un ser cognoscente, pese a que "durante un periodo superior al 90% de toda la historia, el trabajo del hombre se ha realizado exclusivamente basado en la fuerza muscular" (Meinel, 1977, p. 13).

En este devenir histórico acontecen más hechos significativos. Primero, el hombre aprende a forjar el cobre; después crea el bronce (aleando dicho cobre con el estaño); más adelante comienza a trabajar el hierro; tanto el cobre como el bronce y el hierro, conforme aparecían, se iban utilizando para la fabricación de instrumentos de trabajo y armas; este periodo es el que ha sido denominado como edad de los metales y nos muestra el desarrollo cognitivo y manual. De acuerdo con Morgan (1877/1975), con el trabajo del hierro termina la barbarie media e inicia la barbarie superior.

Al incorporarse los metales al proceso productivo, el superávit empieza a ir en aumento. Es la revolución urbana de Childe (1936/1975), en la que

> el excedente de productos domésticos también debió servir para sostener un cuerpo de comerciantes… [y] artesanos [donde] pronto se hicieron necesarios los soldados…, los escribas para llevar registro minucioso de las transacciones… y los funcionarios del Estado para conciliar los intereses en conflicto (p. 175).

Los intelectuales, entonces, al estar en mejor posición que los trabajadores manuales, comienzan a apropiarse de dicho excedente, dando paso, con esto, a la propiedad privada (Engels, 1884/1973). Al cabo de cierto tiempo, en la tierra donde ocurría la producción agrícola, da principio el proceso de privatización (Engels, 1884/1973). A la par que esto sucede, los intelectuales se ven en la necesidad de perpetuar los bienes que empiezan a poseer. Por esta razón, una transformación paralela acontece con la situación de la mujer; la descendencia matrilineal es sustituida por el patriarcado, permitiendo así la conservación de los bienes dentro de una sola familia; esto se da por la necesidad del hombre en saber quiénes serían sus herederos; la filiación paterna, entonces, reemplaza a la materna con la forma monógama de la familia (Engels, 1884/1973).

Como consecuencia de todo lo planteado, la religión empieza a transformarse; a las fuerzas difusas de la concepción primitiva (reflejo, a su vez, del grado de dominio de la naturaleza) se añade la visión mística de los dioses dominadores y los creyentes sumisos; dioses que sufren un proceso de personificación con características varoniles, acorde con la necesidad de dominio del varón sobre la mujer. La educación como función espontánea de la sociedad, mediante la cual la prole se iba pareciendo a los adultos, deja de serlo; las familias dirigentes, al tener en sus manos la producción y la distribución de los productos, los conocimientos, las técnicas, el arte, las creencias, los ritos, etc., se vuelven rectoras del proceso educativo; así, cada familia dirigente educaba a sus parientes para el desempeño de su cargo; para mantenerse en el poder, tenían que guardar y controlar todo el

conocimiento (Ponce, 1938/1980). En el campo de la salud las concepciones seguían apegadas al pensamiento mítico-místico-mágico; sin embargo, la responsabilidad del proceso salud-enfermedad empieza a quedar en manos de los brujos y los magos que jugaban el rol de sanadores (Lain, 1978); la cobertura de los servicios de salud de aquel entonces comienza a proyectar su origen de clase; los esclavos no tenían acceso al "avance tecnológico" que manejaban los sanadores, aunque dicho "avance" era mínimo, si no es que nulo.

Otro trascendental hecho en este cronológico caminar es la consolidación de los signos que se venían manejando precariamente desde tiempo atrás, dando paso a un alfabeto fonético y al uso de la escritura en la composición literaria; con esto, según Morgan (1877/1975), culmina la barbarie superior e inicia la civilización; además, con tal escritura, comienza la historia propiamente dicha. Es, también, la revolución en el conocimiento de Childe (1936/1975), porque para este autor "el saber es acumulativo y transferible a través de la escritura y la organización de las ciencias" (Jiménez, 1995, p. 163), siendo un elemento fundamental la aparición de la escritura, cuya verdadera importancia radica en que "estaba destinada a revolucionar la transmisión del conocimiento humano" (Childe, 1936/1975, p. 227).

A la par que la propiedad privada nacía, esto es, en la medida en que la posesión común de la tribu (tierra, producción y ganado) se convertía en patrimonio de las familias que la administraban y defendían, surgía la necesidad de legislar esta situación; las condiciones, para tal efecto, se empezaron a dar en cuanto que las funciones de los administradores se volvían hereditarias (o sea, al irse perdiendo, poco a poco, la jefatura temporal). Dueñas de la tierra, la producción agrícola y el ganado —a partir de ese momento—, las familias dirigentes se convertían, además, en propietarias de los hombres y de las mujeres; en este sentido, el patriarca y su familia, los administradores, los sacerdotes, los magos, los brujos y los guerreros empezaron a formar una clase compacta con intereses opuestos, en gran parte, a los intereses de toda la tribu, principalmente a los de los esclavos; esto comienza a dar lugar al surgimiento del Estado (Engels, 1895-1896/1973); el aparato legislador de esta novel institución empieza a encargarse de legitimar esta nueva dinámica social, biológica, antropológica, económica, política, jurídica, filosófica, cultural e histórica, fortaleciendo así las relaciones de dominación en beneficio de la clase dirigente; para entender mejor este proceso fijémonos que "hoy la unidad del Estado-Nación se basa no en una herencia común, ni en la unidad étnica o cultural, sino, más bien, en la unidad de acción política dentro de un territorio" (Krader, 1972, p. 16). Y es, entonces, a decir de Morris (1967/2004), cómo surgió "nuestro Mono Desnudo, vertical, cazador, fabricante de armas, territorial, neotérico, cerebral, primate por linaje y carnívoro por adopción dispuesto a conquistar el mundo" (p. 53). Y es así como:

> el hombre amasa y remodela la naturaleza sometiéndola a sus propias necesidades; construye la sociedad y es a su vez construido por ella; trata luego de remodelar este ambiente artificial para adaptarlo a sus propias necesidades animales y espirituales, así

> como a sus sueños; crea así el mundo de los artefactos y el mundo de la cultura. [De esta manera, entonces,] la ciencia como actividad —como investigación— pertenece a la vida social; en cuanto se le aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de los bienes naturales y culturales, se convierte en tecnología (Bunge, 1960/1981, p. 9).

Como hemos visto hasta aquí, se estaba dando una concentración gradual de las fuerzas productivas en pocas manos en calidad de propiedad privada (objeto, instrumento y fuerza de trabajo), esto es, bajo relaciones de producción esclavistas. Este problema se da en Grecia.

Esclavismo

Grecia

Este espacio geopolítico, ubicado en la península europea de los Balcanes, tuvo en los pelasgos los primeros pobladores, gracias al proceso agrícola anteriormente explicado. Los pelasgos, ya como tribu, empezaron a vivir la descomposición de la comunidad primitiva, al mismo tiempo que recibían influencias de las culturas de Creta (isla ubicada entre los mares Mediterráneo y Egeo). En Creta, sus habitantes contaban con una vida lúdica e "hicieron de la competencia deportiva una elevada forma espiritual que se incrusta definitivamente en la cultura atlética de Grecia como una de sus formas de ser" (Albor, 1989, p. 33). Más adelante llegaron los aqueos, los dorios, los eolios y los jonios quienes en conjunto configuraron las tribus helenas.

Homero y *La Ilíada* y *La Odisea*

Continuando con el movimiento, ahora en una modalidad reglamentada y competitiva, Homero (siglos VIII o VII a. n. e.) es el primero en incursionar con su narrativa en este rubro. Por estas crónicas expuestas en sus dos obras, *La Ilíada* y *La Odisea*, se le debe considerar el primer cronista deportivo de todos los tiempos.

Las competiciones que Homero narró fueron un verdadero modelo para los Juegos Olímpicos de la antigüedad, los cuales nacieron en el año 776 a. n. e. en honor a Zeus y —tiempo después— a los Píticos, Nemeos e Ístmicos que honraron —respectivamente— a Febo, Hércules y Poseidón. Estos cuatro eventos masculinos, juntamente con los de exclusiva participación femenina, efectuados en honor a Hera (hermana gemela y esposa de Zeus) conformaron los Juegos Panhelénicos. El origen y la realización de estos cinco sucesos competitivos se dio dentro de un cuadro elitista y antifeminista, puesto que tan sólo estaban dirigidos a quienes ostentaban la ciudadanía en un marco desprovisto de equidad de género. Las crónicas deportivas homéricas hacen mención de este elitismo antifeminista, puesto que era la esencia del esclavismo.

La Ilíada y la primera crónica deportiva

En el canto XXIII, "Juegos en honor de Patroclo", de *La Ilíada*, Homero menciona los ocho eventos deportivos que Aquiles convoca en el acto fúnebre de Patroclo: *a)* carrera de carros, *b)* pugilato, *c)* lucha, *d)* carrera de velocidad, *e)* pelea con pica, escudo y casco, *f)* lanzamiento de la bola de hierro, *g)* arco y flecha y *h)* lanzamiento de la lanza. Cabe mencionar que de estos ocho

eventos deportivos, Homero narra siete de ellos, toda vez que el último (lanzamiento de la lanza) no se llevó a cabo por supremacía de uno de los dos contendientes; sin embargo, hubo premiación.

La descripción homérica hace referencia a situaciones de interés ocurridas antes de iniciar la carrera de carros. En este preámbulo, Homero menciona las recompensas a entregar entre los ganadores dejando ver la esclavitud de la mujer, puesto que ésta aparece en la lista: "y al momento sacó de las naves, para el premio de los que vencieron en los juegos, calderas, trípodes, caballos, mulos, bueyes de robusta cabeza, mujeres de hermosa cintura, y luciente hierro" (*La Ilíada*, XXIII: 249).

En cuanto a la salida de esta carrera de carros, Homero, entre otras cosas, hace esta descripción: "Todos a un tiempo levantaron el látigo, dejáronlo caer sobre los caballos y los animaron con ardientes voces. Y éstos, alejándose de las naves, corrían por la llanura con suma rapidez" (*La Ilíada*, XXIII: 362).

Así, también, es interesante ver todas las peripecias que sucedieron en el trayecto de esta carrera, incluyendo las lesiones que acaecieron en un competidor, siendo éstas las primeras que se han descrito en toda la historia del deporte:

> Y la diosa, irritada, se encaminó al momento hacia el hijo de Admeto y le rompió el yugo; … y el héroe vino al suelo, junto a una llanta [sic.]; hirióse en los codos, boca y narices, se rompió la frente por encima de las cejas, se le arrasaron los ojos de lágrimas y la voz vigorosa y sonora se le cortó (*La Ilíada*, XXIII: 373).

Hay que destacar que en el capítulo 32 del Génesis, del Antiguo Testamento de la Biblia, "Jacob lucha con el ángel en Peniel", se hace mención de la luxación coxofemoral que le ocurrió a Jacob durante el combate cuerpo a cuerpo que sostuvo con un individuo; sin embargo, aunque es la primera lesión relatada en un enfrentamiento en pos de una victoria, este evento no pertenece a una competición reglamentada (Génesis, 32: 24, 25, 31 y 32):

> Así se quedó Jacob solo; y luchó con él un varón hasta que rayaba el alba. Y cuando el varón vio que no podía con él, tocó en el sitio del encaje de su muslo, y se descoyuntó el muslo de Jacob mientras con él luchaba... y cojeaba de su cadera. Por esto no comen los hijos de Israel, hasta hoy día, del tendón que se contrajo, el cual está en el encaje del muslo; porque tocó a Jacob este sitio de su muslo en el tendón que se contrajo.

Continuando con la obra homérica, el autor, al referirse al arribo de estos vehículos equinos a la meta, en parte escribe:

> El carro… corría arrastrado por los veloces caballos y las llantas [sic.] casi no dejaban huella en el tenue polvo. ¡Con tal ligereza volaban los corceles! Cuando Diomedes llegó al circo, detuvo el luciente carro; copioso sudor corría de la cerviz y del pecho de los bridones hasta el suelo, y el héroe, saltando a tierra, dejó el látigo colgado del yugo (*La Ilíada*, XXIII: 499).

En la tercera competición (la lucha) se manifiestan, de nuevo, las condiciones esclavas de la mujer, en una situación más denigrante, puesto que aparece como un elemento entre otros, en la lista de objetos de consolación para los vencidos, con una equivalencia en cuatro bueyes. Asimismo, se hace notar la antípoda de lo que hoy se conoce como *fair play* (juego limpio):

> El Pelida sacó después otros premios…, para el vencedor un gran trípode…; para el vencido una mujer diestra en muchas labores y valorada en cuatro bueyes. Y estando en pie, dijo a los argivos: Levantaos, los que hayáis de entrar en esta lucha. Así habló. Alzóse en seguida el gran Áyax Telamonio y luego el ingenioso Ulises. Y cuando los aqueos de hermosas grebas ya empezaban a cansarse de la lucha… Ulises no se olvidó de sus ardides, pues dándole por detrás un golpe en la corva, dejóle sin vigor los miembros, le hizo venir al suelo, de espaldas, y cayó sobre su pecho (*La Ilíada*, XXIII: 700, 707 y 725).

Los resultados de estas ocho competiciones fueron las siguientes. En la carrera de carros triunfó Diomedes Tidida; el segundo lugar lo ocupó Antíloco y en el tercer puesto se ubicó Menelao. En el pugilato, Epeo le ganó a Eurílo. En la lucha, Áyax Telamonio empató con Odiseo (Ulises). En la carrera de velocidad Odiseo (Ulises), Áyax de Oileo y Antíloco ocuparon los sitios uno, dos y tres, respectivamente. La pelea con pica, escudo y casco que sostuvieron Áyax Telamonio y Diomedes Tidida fue detenida resultando un empate. En el lanzamiento de la bola de hierro participaron Polipetes, Leonteo, Áyax Telamonio y Epeo, triunfando el primero. En el arco y flecha, Meriones derrotó a Teucro. El lanzamiento de lanza entre Agamenón Atrida y Meriones no se realizó; le dieron el mejor premio al primero, puesto que de sobra vencería (*La Ilíada*, XXIII).

La Odisea y la segunda crónica deportiva

En la rapsodia VIII, "Presentación de Odiseo a los feacios", de *La Odisea*, de nueva cuenta se narran las competiciones efectuadas, en este caso cinco: *a)* carrera de velocidad, *b)* lucha, *c)* salto, *d)* lanzamiento de disco y *e)* pugilato:

> Encamináronse todos al ágora, seguidos de una turba numerosa, inmensa; y allí se pusieron en pie muchos y vigorosos jóvenes… Empezaron a competir en la carrera. Partieron simultáneamente de la raya, y volaban ligeros y levantando polvo por la llanura. Entre ellos descollaba mucho en el correr el eximio Clitoneo, y cuan largo es el surco que abren dos mulas en campo noval, tanto se adelantó a los demás, que le seguían rezagados. Salieron a desafío otros en la fatigosa lucha, y Eurílo venció a cuantos en ella sobresalían. En el salto fue Anfílo superior a los demás; en arrojar el disco señalóse Elatreo sobre todos; y en el pugilato, Laodamante, el buen hijo de Alcínoo. Y cuando todos hubieron recreado su ánimo con los juegos, Laodamante, hijo de Alcínoo, hablóles de esta suerte (*La Odisea*, VIII: 104).

En la misma rapsodia VIII, Homero narra la participación de Odiseo (Ulises) en el lanzamiento del disco, con una técnica superior a la de los feacios:

> y, levantándose impetuosamente sin dejar el manto, tomó un disco mayor, más grueso y mucho más pesado que el que solían tirar los feacios. Hízole dar algunas vueltas, despidiólo del robusto brazo y la piedra partió silbando… El disco, corriendo veloz desde que lo soltó de la mano, pasó las señales de todos los tiros (*La Odisea*, VIII: 186).

Estos ejemplos que aparecen en las obras de Homero nos dan una visión del movimiento reglamentado, el cual llega a la cúspide biomecánica, de manera sistematizada, al convertirse en deporte organizado con la génesis y el acontecer de los mencionados Juegos Panhelénicos, carentes tanto de igualdad humana como de equidad de género, carencias reflejadas en los pasajes de este poeta griego.

Conclusiones

El *Homo sapiens sapiens* es producto del movimiento (de la actividad física). Sin el movimiento el hombre no hubiese tenido el desarrollo motor que hoy presenta. La diversidad de autores que han periodizado la historia nos deja ver la importancia motriz en la maduración filogénica del aparato locomotor, desde los primeros homínidos (con movimientos naturales y espontáneos) hasta los personajes que aparecen en las obras homéricas (con movimientos entrenados). En la concepción diacrónica del movimiento, éste queda en un devenir social, biológico, antropológico, económico, político, juridico, filosófico y cultural históricamente determinado. El movimiento es sempiterno e infinito; de su eternidad inerte pasa a la vida. Dejémoslo, entonces, en la conciencia del estudiante de las ciencias del movimiento, de una manera didáctica y pedagógica, para que —en su futuro inmediato— pueda educar a las nuevas generaciones en un meditado contexto socio-bio-antropo-económico-político-jurídico-filosófico-cultural-histórico; asimismo, en la del estudiante de las ciencias de la salud, para que éste incluya el movimiento en su arsenal terapéutico, como parte fundamental en el tratamiento de las enfermedades metabólicas.

Hemos recibido de nuestros ancestros los legados motores tanto biológicos como culturales obtenidos en el devenir motor. Sin embargo, poco a poco el estilo de vida del hombre moderno apunta a la disminución del movimiento; de lograrse este nocivo objetivo, dejaríamos a las futuras generaciones una virulenta y letal herencia de la quietud, en una perniciosa pedagogía del sedentarismo, que apuntaría a la fatal degradación de la especie. Nos estamos olvidando de que el movimiento hizo al *Homo sapiens*, y este olvido puede desequilibrar el metabolismo y con el tiempo el genoma.

Referencias

Albor, M. (1989), *Deporte y derecho*, México, Trillas.

Beals, R. & H. Hoijer (1978), *Introducción a la antropología*, Madrid, Aguilar.

Bondi, H., W.B. Bonnor, R.A. Lyttleton & G.J. Withrow (1977), *El origen del universo*, México, Fondo de Cultura Económica.

Bourges, H. (1993), "Prólogo", *Cuadernos de Nutrición*, núm. 5, mayo-junio, p. 3.

Briones, G. (1995), *La investigación social y educativa*, Bogotá, Convenio Andrés Bello (Formación de Docentes en Investigación Educativa, 1).

Brom, J. (1981), *Para comprender la historia*, México, Tiempo (La Cultura al Pueblo), 32a. edición.

Bunge, M. (1960/1981), *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Aires, Siglo Veinte.

Campillo, J.E. (2004), *El mono obeso*, Barcelona, Crítica.

Casanueva, E. (1994), "Dieta y evolución en algunos primates", *Cuadernos de Nutrición*, núm. 5, septiembre-octubre, pp. 14-18.

Childe, G. (1936/1977), *Los orígenes de la civilización*, México, Fondo de Cultura Económica.

Darwin, C. (1859/1975), *El origen de las especies*, México, Diana.

Diccionario de la Real Academia Española (2001), 22a. ed., España, Real Academia Española.

Diem, C. (1966), *Historia de los deportes*, Barcelona, Luis de Caralt.

Engels, F. (1875-1876/1973), "Introducción a la dialéctica de la naturaleza", en C. Marx & F. Engels, *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Engels, F. (1878/1973), "Viejo prólogo para el Anti-Dühring", en C. Marx & F. Engels, *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Engels, F. (1884/1973), "El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado", en C. Marx & F. Engels, *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Engels, F. (1895-1896/1973), "El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre", en C. Marx & F. Engels, *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Experimentos sobre hibridación de plantas (2012), *Wikipedia*, recuperado el 28 de julio de 2012 de: http://es.wikipedia.org/wiki/Experimentos_sobre_hibridaci%C3%B3n_de_plantas

Foucault, M. (1963/1981), *El nacimiento de la clínica: una arqueología de la mirada médica*, México, Siglo XXI.

Hawking, S.W. (1991), *Historia del tiempo: del Big Bang a los agujeros negros*, Barcelona, Círculo de Lectores.

Hegel, F. (1812-1816/1982), *La ciencia de la lógica*, Bogotá, Solar.

Homero (1981a), *La Ilíada*, México, Porrúa ("Sepan Cuantos...", *2*).

Homero (1981b), *La Odisea*, México, Porrúa ("Sepan Cuantos...", *4*).

Huizinga, J. (1938/2000), *Homo ludens,* Madrid, Alianza.

Jiménez, F. (1995), "La teoría de las revoluciones en Vere Gordon Childe", *Anales del Museo de América*, núm. 3, pp. 161-164.

Krader, L. (1972), *La formación del Estado*, Barcelona, Labor (Nueva Colección Labor).

Kuhn, T. (1962/1975), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.

Lain, P. (1978), *Historia de la medicina*, Barcelona, Salvat.

Landau, L., A. Ajiezer & E. Lifshitz (2007), *Curso de física general, mecánica y física molecular*, Moscú, mir.

La Santa Biblia. Antiguo y Nuevo Testamento (1960), México, Sociedades Bíblicas Unidas.

Lenin, V.I. (1908/1973), *Materialismo y empiriocriticismo*, en V.I. Lenin, *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Leroi-Gourhan, A. (2002), *La prehistoria en el mundo*, Madrid, Akal Textos.

Loubbock, J. (1865/2010), *Pre-historic times*, Nueva York, Cambridge University Press.

Mandel, E. (1976), *Tratado de economía marxista*, México, Era.

Marx, K. & F. Engels, (1845/1932/1974), "La ideología alemana", en *Obras escogidas*, Moscú, Progreso.

Mayr, E. (2000), *Así es la biología*, México, Secretaría de Educación Pública (Biblioteca de Normalista).

Meinel, K. (1977), *Didáctica del movimiento*, República Democrática de Alemania, Orbe-Instituto Cubano del Libro.

Morgan, L.H. (1877/1975), *La sociedad primitiva*, Madrid, Ayuso.

Morris, (1967/2004), *El mono desnudo*, Madrid, Debolsillo (Ensayo ciencia), 3a. ed.

Neel, J. V. (1962), "Diabetes mellitus, a thrifty genotype rendered detrimental by progress", *American Journal of Human Genetics*, núm. 14, pp. 353-362.

Oparin, A. (1924/1974), *El origen de la vida*, México, Ediciones de Cultura Popular.

Parlebas, P. (2001), *Léxico de praxología motriz-juegos de praxología motriz*, Barcelona, Paidotribo.

Pelto, P. (s. f.), *El estudio de la antropología*, México, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.

Platón (2003), "Crátilo o del lenguaje", *Diálogos*, México, Porrúa ("Sepan Cuantos...", *13A*).

Ponce, A. (1938/1980), *Educación y lucha de clases*, México, Editores Unidos Mexicanos.

Sardou, M.C. (1999), "¿Desde cuándo hay que moverse? 0 a 5. La educación en los primeros años", *Novedades Educativas*, Buenos Aires, núm. 13, junio, pp. 76-85.

Somolinos, G. (1938), *Historia de la medicina*, México, Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina.

Educación Física

Resumen

Objetivo: Evaluar la intensidad, contexto y gasto calórico de la clase de educación física, antes y después de una capacitación orientada al aprendizaje para impartir clases de educación física a estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte de la Escuela de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California. Metodología: consistió en utilizar el sistema de observación del tiempo de instrucción dedicado a la actividad física (SOFIT, por sus siglas en inglés). La intensidad fue establecida por medio de la frecuencia cardiaca y el gasto calórico promedio, a través del pulsómetro polar FT7. Los contenidos de la capacitación fueron sobre el sedentarismo infantil, los antecedentes de evaluación mediante el sistema SOFIT en escuelas primarias mexicanas y el análisis de evaluación de las clases impartidas en la precapacitación. Resultados: los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte incrementaron, posterior a la capacitación, el índice de actividad física moderada a vigorosa (IAFMV) de 41.5% en la pre-capacitación, a 62% en la poscapacitación, con un porcentaje de cambio (Δ%) de 48.8%, modificando el contexto al aplicar las sesiones. Conclusión: en los sujetos que participaron en la capacitación se aportaron elementos constructivos para retroalimentar la manera de impartir la clase, con estrategias didácticas que involucran al alumno en acciones motrices de intensidad moderada a vigorosa, por lo menos el 50% del tiempo de duración de la clase.

Palabras clave

SOFIT, educación física, educación primaria.

Abstract

Objective: To evaluate the intensity, context, caloric expenditure of physical education class before and after a learning-oriented training to teach physical education to undergraduate students of physical activity and sport of the School of Sport of the Autonomous University of Baja California. Methodology: in order to evaluate the intensity and context the system for observing fitness instruction time (SOFIT) was used, the intensity was established by heart rate and caloric expenditure averaged by polar heart rate monitor FT7, the contents of the trained were about child physical inactivity, background of assessment by SOFIT in Mexican primary school and analysis of pre-training classes. Results: undergraduates in sport and physical activity increased after training activity index moderate to vigorous physical 41.5% of pre-training to 62% post-training, with a percentage change (Δ%) of 48.8%, changing the context to apply the session. Conclusion: Subjects who participated in the training, were provided constructive feedback on how to impart the class with teaching strategies that involved the students in motor actions of moderate to vigorous intensity for at least 50% of the class.

Key words

SOFIT, physical education, elementary education.

Aprendizaje para impartir clases de educación física activas mediante evaluación SOFIT

Javier Arturo Hall López[1]

Introducción

En la actualidad el sedentarismo infantil es considerado como factor de riesgo independiente para padecer problemas de salud, principalmente metabólicos y cardiovasculares (Pearce *et al.*, 2012). Para prevenir y minimizar estos problema se han hecho recomendaciones a nivel mundial para incrementar las oportunidades de práctica de actividad física, concluyendo que la generación de espacios para la práctica no es suficiente (Katzmarzyk *et al.*, 2008). Se ha puesto en primer plano, después de la familia, el núcleo educativo básico como el más importante para desarrollar y reforzar las normas que gobiernan el comportamiento; es uno de los espacios ideales para proveer hábitos saludables y una cultura física adecuada en la niñez (Story, Nanney & Schwartz, 2009).

Investigaciones realizadas en México refieren que por cada hora de práctica de actividad física moderada a vigorosa los niños y adolecentes presentan un 10% menos de riesgo de padecer obesidad (Hernández *et al.*, 1999). El promedio de tiempo frente a la pantalla de la televisión de los niños y adolecentes mexicanos es de 2.4 horas al día (Hernandez *et al.*, 2000). Se calcula que, por cada hora, se incrementa 12% la presencia de obesidad (Hernández *et al.*, 1999). De acuerdo con la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, el 40% de los adolescentes mexicanos son sedentarios (Morales-Ruan, Hernández-Prado, Gómez-Acosta, Shamah-Levy & Cuevas-Nasu, 2009). Esta última encuesta reporta que en los niños de edad escolar (5 a 11 años) la obesidad aumentó de 5.3% a 9.4% en niños, y de 5.9% a 8.7% en niñas, de 1999 a 2006. Además, al combinar la presencia de sobrepeso y obesidad, se incrementó el porcentaje, de 18.6 % a 26.3% (Bonvecchio *et al.*, 2009). La magnitud de este problema de salud pública no radica sólo en su alta prevalencia, sino en su relación con el riesgo en los niños de padecer enfermedades metabólicas y cardiovasculares prematuras, lo que repercute en su calidad de vida (Ebbeling, Pawlak & Ludwig, 2002).

Por su amplia cobertura, se recomienda mundialmente la educación básica para la promoción de actitudes positivas que desarrollen en los niños hábitos saludables de alimentación y actividad física (Sallis & Glanz, 2009). El propósito es generar en los niños un estilo de vida saludable que adopten y conserven en edades posteriores de la vida, y que a futuro se reduzcan los altos costos en tratamientos relacionados con la morbilidad y mortalidad de enfermedades asociadas a la obesidad (Story *et al.*, 2009).

[1] Primer lugar del área de Educación Física, categoría Abierta. Seudónimo: Chipirrin. Correo: pachelba_23@hotmail.com.

El Programa Nacional de Cultura Física y Deporte 2008-2012 propone en su eje principal de cultura física, la formación de hábitos de vida sana a través de la activación física y la práctica del deporte de forma regular, para el cuidado de la salud de los niños. En lo que respecta a la educación básica en México, el programa plantea, mediante un enfoque por competencias, una educación física que promueva una intervención pedagógica y que se extienda como práctica social y humanista. También, que estimule las experiencias de los alumnos, sus acciones y conductas motrices expresadas mediante formas intencionadas de movimiento. Busca favorecer las experiencias motrices de los niños, sus gustos, motivaciones, aficiones y necesidades de movimiento, y canalizar sus inquietudes tanto en los patios y áreas definidas en cada escuela primaria del país, como en todas las actividades de su vida cotidiana. Para este objetivo es necesario vincular actividades como el disfrute del tiempo libre, de promoción y cuidado de la salud, e incluir las actividades deportivas escolares y las demostraciones pedagógicas de la educación física. A pesar de los esfuerzos, en México los costos directos de atención a personas con enfermedades derivadas de la obesidad van aumentando (Rodríguez-Bolaños, Reynales-Shigematsu, Jiménez-Ruiz, Juárez-Márquez & Hernández-Ávila, 2010).

En escuelas primarias mexicanas se han aplicado programas de intervención que han sido efectivos al utilizar estrategias para prevenir factores de riesgo cardiovascular mediante componentes de hábitos saludables y actividad física (Perichart-Perera *et al.*, 2008; Colín-Ramírez *et al.*, 2010). Estrategias similares en diferentes contextos adaptados en el ambiente escolar son los que han dado resultados positivos al disminuir factores de riesgo, incrementar el gasto energético y disminuir el consumo calórico (Sallis & Glanz, 2009).

De los componentes del gasto energético, la actividad física es el único que puede ser modificado de manera voluntaria (Honas *et al.*, 2008). En el ámbito escolar las clases de educación física son el espacio ideal para fomentar la práctica de actividad física (Story *et al.*, 2009). De acuerdo con estándares establecidos internacionalmente por la Asociación Nacional para el Deporte de los Estados Unidos (NASPE, por sus siglas en inglés), las clases de educación física deben estar diseñadas para que el estudiante participe en actividades de, por lo menos, una intensidad moderada a vigorosa por arriba del 50% del tiempo de la clase. Es decir, que estén activos con un gasto energético similar a caminar o correr (Banville, 2006). Al mismo tiempo, los profesores deben establecer acciones pedagógicas que incluyan al estudiante en actividades divertidas y placenteras, que induzcan la práctica de actividad física extraescolar (Erwin & Castelli, 2008). En México se han realizado investigaciones en escuelas primarias públicas y privadas para medir el impacto de las clases de educación física. Para este propósito se ha utilizado SOFIT. El resultado es que los niños en edad escolar, en la clase de educación física, presentaron niveles de actividad moderada y vigorosa de 38.2% (Pérez Bonilla, 2009) y 29.2% (Jennings-Aburto *et al.*, 2009). Esto está por debajo de los estándares internacionales recomendados. En lo que respecta al contexto de la clase de educación física, se percibió una gran cantidad de tiempo en que los alumnos permane-

cían parados mientras el profesor organizaba al grupo para participar. Se observó falta de material didáctico para tener más oportunidad de participar; había largas filas para participar, y los tiempos de transición entre las actividades fueron muy largos (Pérez Bonilla, 2009; Jennings-Aburto *et al.*, 2009). De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (SEP), las clases de educación física deben tener una duración de 50 minutos por sesión. Sin embargo, al contabilizar el tiempo de clases de educación física, se reportó en promedio una participación del profesor de 37.3 minutos (Pérez Bonilla, 2009), y 39.8 minutos (Jennings-Aburto *et al.*, 2009), lo que está por debajo del tiempo establecido por la SEP. Según la evaluación hecha mediante el SOFIT, estos resultados se atribuyen a que las estrategias didácticas implementadas por los profesores tomaron significativamente más tiempo que el empleado en administrar y organizar las actividades relacionadas con instrucciones, tales como la formación de equipos, cambio de equipos o cambio de actividades dentro de la clase. No se maximizó el tiempo en actividades en movimiento (Pérez Bonilla, 2009). Dentro de los resultados, se encontró que al evaluar mediante SOFIT a los niños en el recreo sin instrucción del profesor, los escolares realizaron de manera autónoma actividad física a una intensidad con niveles de actividad física moderada y vigorosa de un 40%. Eso es superior a las clases administradas e implementadas por los profesores de educación física, con un 29.2% (Jennings-Aburto *et al.*, 2009). Elevar las competencias profesionales de los maestros en educación física, para atender esta problemática, representa un reto para las instituciones educativas formadoras de recursos humanos en el área de la educación física en México, según la Asociación Mexicana de Instituciones Superiores de Cultura Física (AMISCF). El perfil profesional debe contemplar conocimientos y aptitudes para una práctica en la que el profesor asuma su responsabilidad. Además, el conocimiento debe aplicarse en el contexto educativo con el objetivo de resolver los problemas para mejorar nuestra sociedad.

Por lo anterior, el propósito de nuestra investigación fue evaluar la intensidad, el contexto y el gasto calórico de la clase de educación física, antes y después de una capacitación a estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte de la Escuela de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California. Dicha capacitación estaba orientada al aprendizaje para impartir clases de educación física activas.

En el presente estudio se identifica como variable independiente la aplicación de un programa de capacitación orientado al aprendizaje para impartir clases de educación física activas, mediante una evaluación con el SOFIT, y variables dependientes, como lo son la intensidad, el IAFMV y el contexto. La intensidad de la actividad física se basó en la frecuencia cardiaca y el gasto calórico, evaluado por pulsómetro polar FT7. El estudio está dirigido a estudiantes de la licenciatura en actividad física y deporte.

Nuestra hipótesis era que encontraríamos valores más altos de intensidad, IAFMV y gasto calórico en los estudiantes objetos del estudio, en las clases de educacion física posteriores a la capacitacion. Esto se reflejaría en una segunda etapa, al impartir ellos una clase de eduacion física.

Método

Muestra y selección de participantes

La presente investigación fue llevada a cabo entre enero y mayo de 2012. Se usó un diseño cuasi experimental longitudinal, relacionando la causa-efecto al manipular la variable independiente y medir los efectos sobre las variables dependientes (Thomas, 2001). El universo estuvo constituido por 34 alumnos de licenciatura en actividad física y deporte de la Escuela de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California, que cursaban la asignatura de educación física durante el semestre 2012-1. Los participantes firmaron una carta de consentimiento que atendía los requerimientos de los principios éticos de investigación en seres humanos de la declaración de Helsinki (Puri, Suresh, Gogtay & Thatte, 2009). A su vez, el proyecto fue propuesto y aprobado por el comité de ética del programa de investigación y divulgación de la Escuela de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California. Protocolo n. 002/2012.

Procedimientos

El diseño metodológico consistió en cuatro fases. La primera fase de la investigación fue establecer un diagnóstico inicial como punto de partida para evaluar las variables de intensidad, IAFMV, contexto, frecuencia cardiaca y gasto calórico. Para eso se solicitó a los alumnos participantes (que cursaban su séptimo semestre de la asignatura) la evaluación de la clase de educación física que impartieran sin instrucción, en cuatro sesiones, siendo ellos los propios alumnos. La segunda fase consistió en una capacitación con contenidos dedicados al aprendizaje del SOFIT, orientada a aplicar clases de educación física con IAFMV. En la tercera fase se solicitó nuevamente a los alumnos la impartición de cuatro sesiones de educación física, realizando la evaluación final de las variables de intensidad, IAFMV, contexto, frecuencia cardiaca y gasto calórico. La cuarta fase consistió en que cada uno de los estudiantes impartiera una clase educación física a un grupo de 42 niños de edad escolar y se evaluaron, posteriormente a la capacitación, las variables de intensidad, IAFMV y contexto. Fue necesario solicitar la autorización de los directivos de la Casa Hogar Para Varones, A.C, de Mexicali, Baja California. Se explicaban por escrito los propósitos de la investigación y el impacto, y se evaluaban en total 34 sesiones de educación física.

Las evaluaciones inicial y final de la variable dependiente, se realizaron a través de los siguientes instrumentos:

El SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991). Para evaluar las clases de educación física se eligieron cuatro estudiantes de cada clase para observarlos en secuencia rotatoria de 12 intervalos durante 20 seg cada uno. Las observaciones se repitieron durante toda la clase, siguiendo el audio del SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991). Se utilizó un reproductor MP3 Samsung YP-U6AB. Para determinar la intensidad de la clase de educación física se usaron códigos para clasificar los niveles de actividad, los cuales permitieron estimar la energía gastada asociada con la actividad física. Este procedimiento se ha usado para evaluar el tipo de actividad física relacionada con el currículum de educación física, clasificando los códigos en cinco: *1)* acostado, *2)* sentado, *3)* parado, *4)* caminando y *5)* muy activo, que corresponde a correr o cuando el

estudiante realiza más actividad física que la que corresponde al caminar ordinario. Estos códigos se han calibrado monitoreando los latidos del corazón, y el sistema ha sido validado con el acelerómetro Caltrac. A partir de la cuantificación de estos códigos se estableció el IAFMV, que se determinó sumando porcentualmente los códigos *4)* caminando, y *5)* muy activo, del total del tiempo de la clase. Simultáneamente el sistema SOFIT evaluó el contexto de la clase, dirigida por el profesor de educación física. En este apartado se identificaron siete variables, codificadas de la siguiente manera: M) Contenido general, P) Conocimiento específico, K) Conocimiento general, F) Acondicionamiento físico, S) Desarrollo de habilidades, G) Juego, O) Otros. El tiempo de la clase de educación física se midió con un cronómetro Casio HS3W; se estableció el inicio y fin de la clase, de acuerdo con el horario establecido para la sesión de 50 min (apéndice A formato SOFIT).

La intensidad fue establecida por medio de la frecuencia cardiaca a través del pulsómetro polar FT7; se determinó el promedio cada cinco minutos durante la clase de 50 min. Se determinó también el gasto calórico promedio del total de la clase de los cuatro estudiantes seleccionados a al azar, que representaban la evaluación de los 12 intervalos durante 20 seg en secuencia rotatoria, establecidos por el SOFIT.

Programa de capacitación como variable independiente:

A los 34 estudiantes participantes se les aplicó un programa de capacitación de 20 horas, con contenidos para el aprendizaje del SOFIT, orientado a aplicar clases de educación física con IAFMV. Los contenidos temáticos fueron los siguientes: *1)* sedentarismo infantil, ¿cómo coadyuvar en la solución desde el ámbito escolar? *2)* antecedentes de evaluación mediante el sistema SOFIT en escuelas primarias mexicanas; *3)* análisis de evaluación de las clases impartidas en la primera fase de la investigación. Para estos contenidos, se videograbaron previamente las cuatro sesiones de educación física impartidas en la primera fase de la investigación. Se utilizó una cámara de video Sony *handycam*, modelo DCR-SX40. Las grabaciones se reprodujeron y se hizo la retroalimentación, especificando el IAFMV. La capacitación se realizó durante dos meses con sesiones de cinco veces por semana, divididas en tres días (dos días de dos horas y un día de una hora).

Para comprobar la hipótesis se propuso como análisis estadístico el cálculo de los porcentajes de cambio (Δ%) para cada variable dependiente ([(Mediapost – Mediapre)/Mediapre] x 100), según W.J. Vincent, (1999). Tambien se utilizó estadística descriptiva para evaluar las variables del SOFIT, cuando los alumnos impartieron la clase de educación física en el ámbito escolar. Los resultados estadísticos se procesaron en forma de figuras y tablas en el programa Exel.

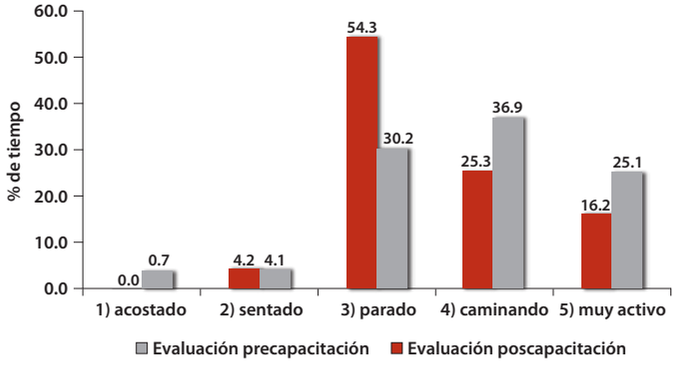
Resultados

Tabla 1. Duración en minutos de la intensidad y contexto utilizados en la importación de las clases de educación física, precapacitación y poscapacitación.

	Duración en minutos de la evaluación SOFIT	
Variables	**Precapacitación**	**Poscapacitación**
1) acostado (min)	0	1.8
2) sentado (min)	2.1	2.1
3) parado (min)	27.6	15.1
4) caminando (min)	12.5	18.5
5) muy activo (min)	8.1	12.5
M) Contenido general (min)	19.1	13
P) Conocimiento específico (min)	0	1.1
K) Conocimiento general (min)	0	1.3
F) Acondicionamiento físico (min)	5.9	11.8
S) Desarrollo de habilidades (min)	5.2	10.1
G) Juego (min)	17.7	10.3
O) Otros (min)	2.1	2.4

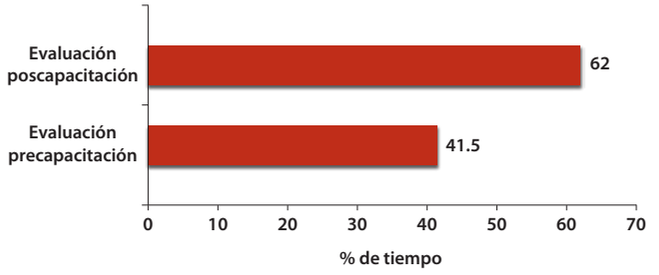
Nota: Promedio de minutos utilizados en cuatro clases de educación física impartidas por estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte, antes y después de manipular la variable independiente, respectivamente, utilizando como instrumento de evaluación el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991).

Figura 1. Distribución porcentual de la intensidad de actividad física de la clase de educación física impartida por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, evaluada en la precapacitación y en la poscapacitación.



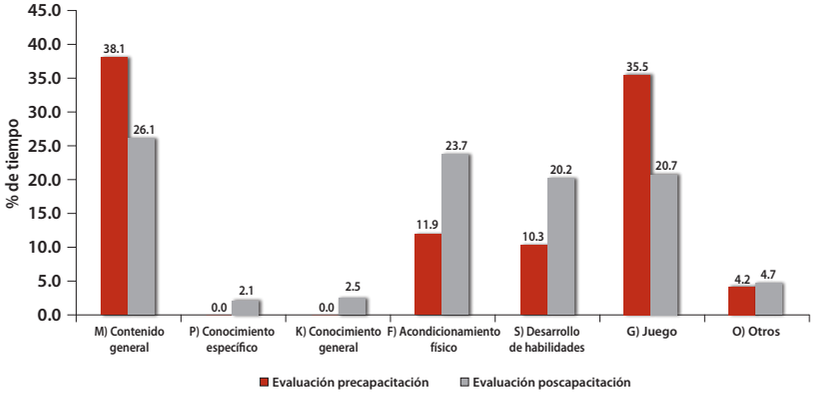
Nota: Las sesiones de educación física tuvieron una duración de 50 min, correspondientes a cuatro clases de educación física impartidas por estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte, antes y después de manipular la variable independiente respectivamente, utilizando como instrumento de evaluación el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991).

Figura 2. Distribución porcentual del IAFMV de las clases de educación física impartidas por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, evaluada en la precapacitación y en la poscapacitación.



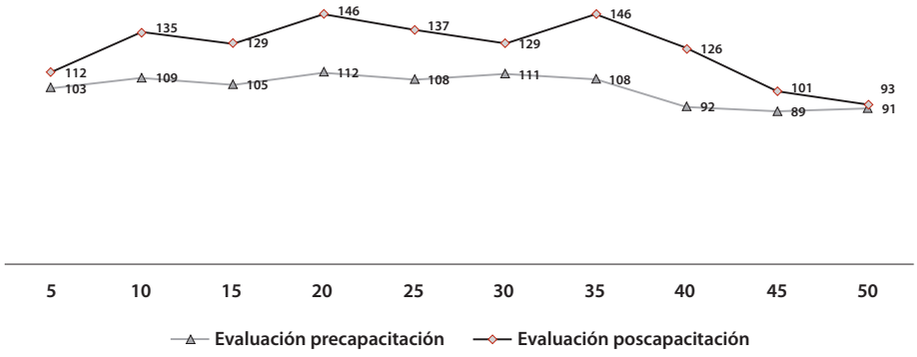
Nota: IAFMV = la suma porcentual de los códigos 4) caminando y 5) muy activo del total del tiempo de la clase evaluado mediante el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991). El IAFMV mayor a 50% es el estándar recomendado por el NASPE.

Figura 3. Distribución porcentual de la intensidad del contexto de las clases de educación física impartidas por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, evaluadas en la precapacitación y en la poscapacitación.



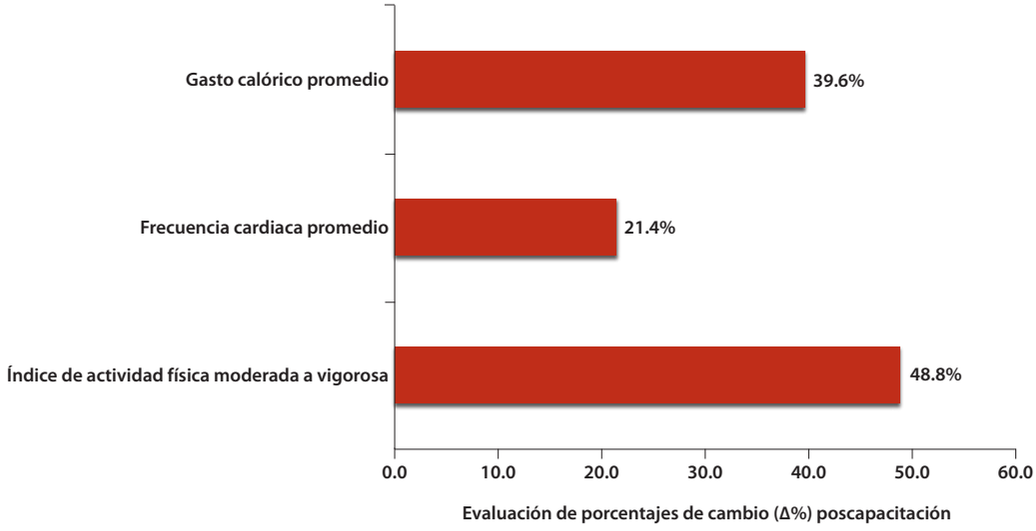
Nota: Las sesiones de educación física tuvieron una duración de 50 min, correspondientes a cuatro clases de educación física impartidas por estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte, antes y después de manipular la variable independiente respectivamente, utilizando como instrumento de evaluación el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991).

Figura 4. Frecuencia cardiaca promedio medida en intervalos de cinco minutos de las clases de educación física impartidas por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, en la precapacitación y en la poscapacitación.



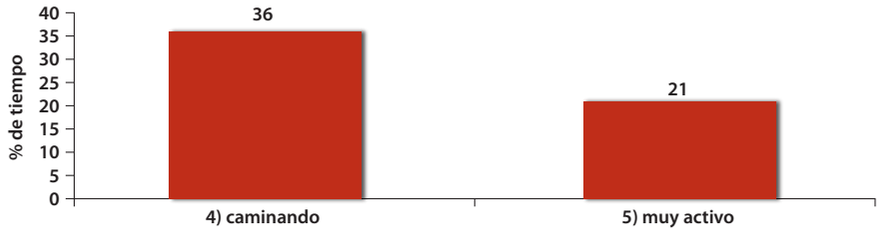
Nota: La intensidad de la frecuencia cardiaca fue establecida por medio del pulsómetro polar FT7, determinando el promedio cada 5 min durante los 50 min de cada sesión, precapacitación y poscapacitación, de los cuatro estudiantes seleccionados al azar que representaron la evaluación de los 12 intervalos durante 20 seg en secuencia rotatoria, establecidos por el SOFIT.

Figura 5. Porcentajes de cambio (Δ%) de las variables de gasto calórico promedio, frecuencia cardiaca promedio e IAFMV promedio, de las clases de educación física impartidas por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, en la precapacitación y en la poscapacitación.



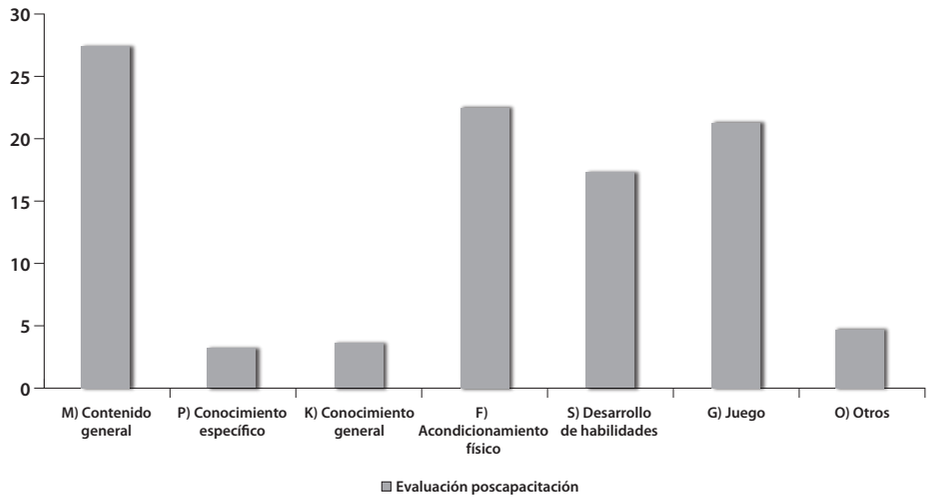
Nota: El gasto calórico se determinó mediante el pulsómetro polar FT7, con el contador de calorías OwnCal, tomando en cuenta la edad, el peso y la estatura del sujeto. Se obtuvo la frecuencia cardiaca por el pulsómetro polar FT7 después de los 50 min de las sesiones de educación física. Para el IAFMV se cuantificaron los minutos mediante el SOFIT, y se establecieron los porcentajes de cambio (Δ%) comparando los cambios precapacitación y poscapacitación, de acuerdo con lo establecido por W.J. Vincent (1999).

Figura 6. Distribución porcentual de los indicadores para el IAFMV de las clases de educación física impartidas por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte en el ámbito escolar, poscapacitación.



Nota: Se impartieron 34 sesiones de educación física en el ámbito escolar a niños de edad escolar. Se cuantificó el IAFMV mediante el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991). El IAFMV mayor a 50% es el estándar recomendado por la NASPE.

Figura 7. Distribución porcentual de la intensidad del contexto de las clases de educación física impartidas a niños de edad escolar por los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte, poscapacitación.



Nota: Las 34 sesiones de educación física tuvieron una duración de 50 min, impartidas por estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte a niños de edad escolar, y poscapacitación. Se utilizó como instrumento de evaluación el SOFIT (McKenzie, Sallis & Nader, 1991).

Discusión y conclusiones

De acuerdo con los estándares establecidos internacionalmente por el NASPE, uno de los parámetros importantes para impartir clases de educación física activas es que los profesores deben diseñar las sesiones para que el estudiante participe en actividades con una intensidad moderada a vigorosa por arriba del 50%. Es decir, que estén activos con un gasto energético similar a caminar o correr (Banville, 2006). Los resultados del presente estudio muestran indicadores de intensidad evaluados por el SOFIT, en los cuales los alumnos de licenciatura en actividad física y deporte incrementaron el IAFMV

de 41.5% precapacitación, a 62% poscapacitación, con un porcentaje de cambio (Δ%) de 48.8%. En México se tiene el antecedente al evaluar con el SOFIT clases de educación física de profesores en servicio, con promedio de IAFMV de 29.2% (Jennings-Aburto *et al.*, 2009) y 38.2% (Pérez Bonilla, 2009). Estos porcentajes son similares a los encontrados en las clases de educación física impartidas precapacitación. Los resultados de intensidad se evaluaron mediante el pulsómetro, determinando el promedio de la frecuencia cardiaca y el gasto calórico. Estos valores fueron mayores en la poscapacitación, con un incremento en la frecuencia cardiaca de 103 a 125 latidos por minuto. El gasto calórico se incrementó de 245 a 342 kilocalorías promedio, en las clases de educación física poscapacitación. Ambas variables representaron un porcentaje de cambio (Δ%) de 21.4% y 39.6%, respectivamente.

Al analizar los resultados del contexto de las dos investigaciones realizadas en México, donde se utilizó en el diseño metodológico la evaluación del SOFIT, pudimos ver que los profesores de educación física no utilizaron la totalidad del tiempo para administrar la clase de educación física e impartieron, en promedio, 37.3 min (Pérez Bonilla, 2009) y 39.8 min (Jennings-Aburto *et al.* 2009), del total de los 50 min. Además se establece que uno de los indicadores que repercuten en el tiempo dedicado y en las estrategias didácticas es el contexto de M) Contenido general, el cual incluye actividades como la transición, administración y descanso de la clase, en donde los niños permanecían la mayor parte del tiempo en intensidades como *1)* acostado, *2)* sentado, *3)* parado, lo cual no coadyuva al gasto energético de actividad física al nivel que sucede con las otras intensidades. Es importante tener una clase activa, dado que la actividad física es el único componente del gasto metabólico que puede ser modificado de manera voluntaria (Honas *et al.*, 2008). En ese sentido, la instrucción del profesor durante la clase tiene una influencia que puede aportar algo positivo a la salud física del alumno (Story *et al.*, 2009). El presente diseño tuvo la finalidad de dar una formación a los futuros docentes, los cuales en el corto plazo estarán en servicio, y conocer los resultados de aplicabilidad para impartir clases de educación física activa. Todo esto, tomando en cuenta el sedentarismo infantil y teniendo como oportunidad el ámbito escolar para su solución. Al analizar las investigaciones que refieren el trabajo actual del profesorado de educación física en cuanto a la impartición de clases activas, así como al analizar la evaluación de las clases de la precapacitación, pudimos obtener los resultados de la capacitación en las 34 sesiones de educación física impartidas por estudiantes de licenciatura en actividad física y deporte, a niños de edad escolar durante la poscapacitación. Encontramos una intensidad moderada a vigorosa por arriba del 50%, que cubría los indicadores de intensidad 4) caminando y 5) muy activo, con un promedio porcentual de 36% y 21% respectivamente. Se incorporaron estrategias didácticas en las sesiones donde se distribuyó el contexto, disminuyendo así el tiempo empleado para M) Contenido general, al administrar eficientemente el tiempo y organizar las actividades relacionadas con instrucciones, tales como la formación de equipos, cambio de equipos o cambio de actividades dentro de la clase y aprovechar mejor el

tiempo para F) Acondicionamiento físico, S) Desarrollo de habilidades y G) Juego.

Con los resultados obtenidos al evaluar la clase de educación física antes y después de una capacitación, en los sujetos evaluados podemos afirmar que se incrementaron los indicadores de intensidad modificando el contexto. Fue de utilidad el SOFIT, que nos aportó información para retroalimentar de manera constructiva la intervención pedagógica del docente de educación física. Se coadyuvó a maximizar el uso del tiempo de la clase de educación física e implementar estrategias didácticas que mantengan a los estudiantes en intensidades moderadas a vigorosas, por lo menos el 50% de la clase. Se recomendó utilizar contextos de administración de la clase en los cuales se involucre el movimiento del alumno. El SOFIT puede ser un buen contenido en los programas de licenciatura en México, al formar recursos humanos que impartan clases de educación física. Sin embargo, es necesario realizar futuras investigaciones con un control mayor de la variable independiente evaluada mediante el SOFIT, y es importante generar líneas de investigación a futuro donde se incorporen capacitaciones de docentes en servicio en el ámbito educativo público y privado. Entre otras acciones, se sugiere estratificar las evaluaciones por género, ampliar la cantidad de tiempo en la evaluación, utilizar estadística inferencial y ampliar la muestra para tener resultados extrapolables al redactar las conclusiones y recomendaciones que puedan servir de referencia al profesional de la educación física. El objetivo es tener mayores elementos que permitan mejorar las funciones docentes e implementar estrategias que coadyuven desde el ámbito escolar a obtener una mayor salud de los niños a través del movimiento.

Referencias

Asociación Mexicana de Instituciones Superiores de Cultura Física (AMISCF), art. recuperado el 6 de junio de 2012 de: http://www.buap.mx/portal_pprd/wb/amiscf/amiscf.

Banville, D. (2006), "Analysis of exchanges between novice and cooperating teachers during internships using the NCATE/NASPE Standards for Teacher Preparation in Physical Education as guidelines", *Res Q Exerc Sport*, vol. 77, núm. 2, pp. 208-221.

Bonvecchio, A., M. Safdie, E.A. Monterrubio, T. Gust, S, Villalpando & J.A. Rivera (2009), "Overweight and obesity trends in Mexican children 2 to 18 years of age from 1988 to 2006", *Salud Pública Mex*, vol. 51, supl. 4, pp. 586-594.

Colín-Ramírez, E., L. Castillo-Martínez, A. Orea-Tejeda, A. Vergara-Castaneda, C. Keirns-Davis & A. Villa-Romero (2010), "Outcomes of a school-based interven-

tion (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children aged 8-10 years", [Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]", *Health Educ Res*, vol. 25, núm. 6, pp, 1042-1049, doi: 10.1093/her/cyq056

Ebbeling, C.B., D.B. Pawlak & D.S. Ludwig (2002), "Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure", [Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. Review], *Lancet*, vol. 360, núm. 9331, pp. 473-482, doi: 10.1016/S0140-6736(02)09678-2

Erwin, H.E. & D.M. Castelli (2008), "National physical education standards: a summary of student performance and its correlates", *Res Q Exerc Sport*, vol. 79, núm. 4, pp. 495-505.

Hernández, B., S.L. Gortmaker, G.A. Colditz, K.E. Peterson, N.M. Laird & S. Parra-Cabrera (1999), "Association of obesity with physical activity, television programs and other forms of video viewing among children in Mexico City", *Int J Obes Relat Metab Disord*, vol. 23, núm. 8, pp. 845-854.

Hernández, B., S.L. Gortmaker, N.M. Laird, G.A. Colditz, S. Parra-Cabrera & K.E. Peterson (2000), "Validity and reproducibility of a questionnaire on physical activity and non-activity for school children in Mexico City", [Research Support, Non-U.S. Gov't Validation Studies], *Salud Pública Mex*, vol. 42, núm. 4, pp. 315-323.

Honas, J.J., R.A.Washburn, B.K. Smith, J.L. Greene, G. Cook-Wiens & J.E. Donnelly (2008), "The System for Observing Fitness Instruction Time (SOFIT) as a measure of energy expenditure during classroom-based physical activity", *Pediatr Exerc Sci*, vol. 20, núm. 4, pp. 439-445.

Jennings-Aburto, N., F. Nava, A. Bonvecchio, M. Safdie, I. González-Casanova, T. Gust & J. Rivera (2009), "Physical activity during the school day in public primary schools in Mexico City", [Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.], *Salud Pública Mex*, vol. 51, núm. 2, pp. 141-147.

Katzmarzyk, P.T., L.A. Baur, S.N. Blair, E.V. Lambert, J.M. Oppert & C. Riddoch, "(2008). International conference on physical activity and obesity in children: summary statement and recommendations", [Congresses Research Support, Non-U.S. Gov't], *Int J Pediatr Obes*, vol. 3, núm. 1, pp. 3-2, doi: 10.1080/17477160701789679.

McKenzie, T., J. Sallis & P. Nader (1991), "SOFIT: System for Observing Fitness Instruction Time", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 11, núm. 2, pp-195-205.

Morales-Ruan, M. del C., B. Hernández-Prado, L.M. Gómez-Acosta, T. Shamah-Levy & L. Cuevas-Nasu (2009), "Obesity, overweight, screen time and physical activity in Mexican adolescents", *Salud Pública Mex*, vol. 51, supl. 4, pp. 613-620.

Pearce, M.S., L. Basterfield, K.D. Mann, K.N. Parkinson, A.J. Adamson & J.R. John, o. b. o. t. G.M.S.C.T. (2012), "Early predictors of objectively measured physical activity and sedentary behaviour in 8-10 year old children: the gateshead millennium study", *PLoS One*, vol. 7, núm. 6, e37975, doi: 10.1371/journal.pone.0037975

Pérez Bonilla, A.M. (2009), "Impacto de la clase de educación física sobre la actividad moderada y vigorosa en niños de primaria", *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, vol. 1, núm. 1, pp. 150-172.

Perichart-Perera, O., M. Balas-Nakash, V. Ortiz-Rodríguez, J.A. Morán-Zenteno, J.L. Guerrero-Ortiz & F. Vadillo-Ortega (2008), "A program to improve some cardiovascular risk factors in Mexican school age children", *Salud Pública Mex*, vol. 50, núm. 3, pp. 218-226.

Programa nacional de cultura física y deporte 2008-2012, art. recuperado el 3 de febrero de 2010 de: http://www.conade.gob.mx/Documentos/Conade/Documentos_basicos/PNCFD2008/PNCFD.pdf.

Puri, K.S., K.R. Suresh, N.J. Gogtay & U.M. Thatte (2009), "Declaration of Helsinki, 2008: implications for stakeholders in research", *J Postgrad Med,* vol. 55, núm. 2, pp. 131-134, doi: 10.4103/0022-3859.52846.

Rodríguez Bolaños, R. de L., L.M. Reynales Shigematsu, J.A. Jiménez Ruiz, S.A. Juárez Márquez & M. Hernández Ávila (2010), "Direct costs of medical care for patients with type 2 diabetes mellitus in Mexico micro-costing analysis" [Research Support, Non-U.S. Gov't], *Rev Panam Salud Pública,* vol. 28, núm. 6, pp. 412-420.

Sallis, J.F. & K. Glanz (2009), "Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic", [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't Review], *Milbank Q*, vol. 87, núm. 1, pp. 123-154, doi: 10.1111/j.1468-0009.2009.00550.x.

Secretaría de Educación Pública (SEP), "Plan de Estudios 2009 para Educación Básica. Primarias. Etapa de Prueba, México", art. recuperado el 16 de mayo de: http://efmexico.wordpress.com/apoyos-didacticos-para-la-clase-de-ef/programas-para-educacion-basica/

Subsecretaría de Educación Básica. Dirección General de Desarrollo Curricular. Subdirección de Educación Física, "Guía de Educación Física para la Educación Primaria, México, 2008", art. recuperado el 12 de mayo de 2010 de: http://efmexico.files.wordpress.com/2008/08/guia_primarias_piloto.pdf

Story, M., M.S. Nanney & M.B. Schwartz (2009), "Schools and obesity prevention: creating school environments and policies to promote healthy eating and physical activity", *Milbank Q*, vol. 87, núm. 1, p. 71-10, doi: 10.1111/j.1468-0009.2009.00548.x.

Thomas, J.R., J.K. Nelson, S. Silverman, S.J. Silverman (2001), *Research methods in physical activity* (6a. ed.), Champaign, Human Kinetics.

United States' National Association for Sport and Physical Education (NASPE), "The national standards guidelines and position statements, U.S.A, 2009", art. recuperado el 9 de mayo de 2009 de: http://www.aahperd.org/naspe/Vincent, W.J. (1999), *Statistics in kinesiology* (2nd ed.), Champaign, Human Kinetics.

Rendimiento Deportivo

Resumen

En el futbol, las decisiones tácticas son muy variadas y dependen de la interacción compleja entre ofensiva y defensiva. Sin embargo, se puede suponer que los equipos exitosos presenten patrones tácticos de cierta constancia que favorezcan y expliquen sus resultados competitivos positivos. Esto justifica un estudio exploratorio con la finalidad de identificar algunas de las variables técnico-tácticas que diferencian los equipos ganadores de los perdedores.

Se realizó una observación sistemática de los tiros a la portería, tiros libres y de esquinas, así como de acciones ofensivas que se llevan a cabo en la cancha del contrario y que acercan el balón a la portería, con los centros y los enfrentamientos ofensivos en dirección a la portería. Se compararon la frecuencia y la efectividad de estas acciones entre los ganadores y perdedores de diez juegos de la segunda fase del Campeonato Mundial Sub 17 México 2011.

Un resultado principal fue que los equipos ganadores realizaron, en cuanto a los centros, tiros de esquina y enfrentamientos ofensivos, con mayor frecuencia aquellas acciones técnico-tácticas que presentaron mayor eficiencia, al contrario de los equipos perdedores que repitieron más acciones que fueron menos eficientes. En cuanto a los tiros a la portería, los ganadores no presentaron mayor eficiencia que los perdedores, sino que generaron más oportunidades con mayor probabilidad de marcar un gol, tirando con mayor frecuencia y desde una distancia promedio menor.

Palabras clave

Táctica, futbol, análisis de rendimiento.

Abstract

Tactical decisions in soccer are varied and depend on the complex interaction between offense and defense. However, it can be assumed that successful teams present tactical patterns with certain constancy that support and explain their positive competitive outcomes. Those technical tactical aspects that characterize the winning teams become aims of the preparation of lower level teams. This justifies an exploratory study in order to identify some of the technical-tactical variables that differentiate winners from losers.

We conducted a systematic observation of goal shots, corner kicks, and crosses to the penalty-box, as free kicks and offensive ground challenges that are carried out on the court of the opponent and bringing the ball closer to the goal. We compared the frequency and effectiveness of these actions between winners and losers of 10 matches of the second phase of the Under 17 World Championship Mexico 2011.

A main result was that winning teams do, in terms of the crosses, corner kicks and offensive challenges, most often those technical-tactical actions that had increased efficiency, as opposed to losing teams who repeated more actions that are less efficient. As for the shots on goal, the winners were no more efficient than the losers, but created more opportunities most likely to score a goal, shooting more frequently and from a less average distance.

Key words

Tactics, soccer, performance analysis.

Variables técnico-tácticas ofensivas que diferencian estadísticamente entre equipos ganadores y perdedores del Mundial Sub17 México 2011

Javier Roldán Carmona[1]
José Andrés Manzano Maldonado[2]
Wolfgang Fritzler Happach[3]

Introducción

El futbol, desde hace varios años, representa el deporte más popular a nivel mundial. Esto ha traído como consecuencia la búsqueda de un mayor nivel de competitividad entre los diferentes clubs y países. La ciencia, cada día, busca desarrollar herramientas no sólo para el análisis del rendimiento, sino también para la mejora del desempeño de los jugadores. A pesar de los grandes avances tecnológicos para la evaluación del rendimiento deportivo, Fernández Ponce & Pino Ortega (2003, p. 1) califican de sorprendente que "aún no se hayan tenido demasiado en cuenta los estudios científicos existentes sobre la efectividad de las estrategias y el estilo de juego desde un punto de vista matemático y de análisis de datos provenientes del propio juego".

López Bueno (2007, 1) constata, después de una amplia revisión bibliográfica, que "los aspectos estratégicos y tácticos ocupan un lugar destacado en las actividades deportivas, y muy importante en los deportes de equipo", lo que implica que "sea relevante analizar este factor en relación con el éxito en la alta competición por parte de equipos profesionales y selecciones nacionales". García, Rodríguez & Garzón (2011) refieren que diversas disciplinas científicas han buscado propuestas y respuestas para desarrollar y maximizar el rendimiento individual y colectivo. En la discusión sobre la identificación de los factores de rendimiento relevantes para el éxito deportivo, los autores confirman que "existe un alto grado de consenso entre los especialistas en destacar el factor táctico-estratégico como el más determinante, siendo la función principal de los demás factores la de cooperar para conseguir el acceso a objetivos tácticos cada vez más elevados" (p. 70).

En los deportes de combate y juegos deportivos, la táctica presenta características mucho más amplias y complejas que en los deportes de tiempo y marca. García, Rodríguez & Garzón (2011) consideran que la táctica involucra "procesos cognoscitivos, afectivos y volitivos para afrontar las situaciones que representen un problema y que puedan ser solucionadas a través del pensamiento, fundamentalmente basándose en las percepciones del deportista" (p. 71). Aunque las decisiones tácticas en situaciones concretas de la competencia son muy variadas y dependen de la interacción compleja entre ofensiva y defensiva, se puede suponer que los equipos exitosos presenten patrones tácticos de

[1] Primer lugar del área de Rendimiento Deportivo en categoría Abierta. Institución: Universidad del Futbol y Ciencias del Deporte, San Agustín Tlaxiaca, Hgo. Seudónimo: Oso Yogi. Correo: javier.roldan@cufcd.edu.mx
[2] Correo: jose.manzano@cufcd.edu.mx
[3] Correo: wolf@tuzos.com.mx

cierta constancia que favorezcan y expliquen sus resultados competitivos positivos. Aquellos aspectos técnico-tácticos que caracterizan a los equipos ganadores se convierten en objetivos de la preparación de los equipos de menor nivel de rendimiento. Esto justifica un estudio exploratorio con la finalidad de identificar algunas de las variables técnico-tácticas que marcan, desde el punto de vista estadístico, una diferencia significativa entre los equipos ganadores y perdedores.

Fernández Ponce & Pino Ortega (2003) han definido como dos problemas fundamentales para llevar a cabo un estudio sobre el comportamiento táctico de los equipos exitosos, la determinación de las variables que permitan sacar la mayor información posible sobre el estilo de juego y la cuantificación de la efectividad táctica de un equipo con vistas a marcar un gol. López Bueno (2007) analizó el comportamiento táctico grupal ofensivo a partir de la evaluación de un conjunto reducido de acciones tácticas exitosas, a saber, solamente aquellas que finalizaron con tiros a la portería desde dentro del área de penalti.

En el estudio presente, se decidió considerar no solamente las situaciones que terminan en gol o tiro a la portería, sino también acciones ofensivas "peligrosas", es decir, las que se llevan a cabo en la cancha del contrario y que acercan el balón a la portería, como los centros y los intentos de superar a un contrario en dirección a la portería (enfrentamientos ofensivos). Para poder evaluar la efectividad, fue necesario observar todas estas acciones independientemente de que terminaran en un tiro a gol o en una pérdida del balón. Junto con estas variables se evaluó la efectividad de los tiros a la portería y de las situaciones estándares ofensivas de tiro libre y tiro de esquina ("táctica fija").

En el futbol existen diferentes niveles y categorías de desarrollo deportivo. En la presente investigación, se estudió el desempeño deportivo de algunos equipos en el Campeonato Mundial de la categoría Sub 17, realizado en el año 2011 en México. Este nivel de competencia representa la cúspide de la edad juvenil, en la cual se identifican y despuntan los futuros futbolistas profesionales que participarán en los torneos de primera división profesional.

Es fundamental tener conocimientos sobre los patrones tácticos de los mejores equipos del mundo que se encuentran en esta fase de la preparación futbolística, porque estos patrones se convierten en objetivos del proceso de entrenamiento para los equipos juveniles que aspiran a participar en el alto rendimiento. Para la identificación de los patrones de comportamiento táctico de los equipos exitosos, se compararon la frecuencia y la efectividad de determinadas acciones técnico-tácticas entre los equipos que ganaron y perdieron sus juegos de la segunda fase del Mundial Sub17 México 2011.

Hay una gran cantidad de estudios que describen el comportamiento táctico de los mejores equipos de adultos, aunque no siempre se relacionan estas descripciones directamente con el resultado en la competencia. En cuanto a los equipos juveniles, la cantidad de investigaciones es mucho menor. Es aquí donde el estudio presente pretende no sólo llenar huecos de información en la búsqueda de explicar el éxito deportivo desde el punto de vista técnico-táctico, sino también determinar objetivos de preparación específicos para esta fase de formación futbolística.

En resumen, se puede constatar como objetivo general de la presente investigación:

- Determinar variables técnico-tácticas ofensivas que discriminan estadísticamente entre equipos ganadores y perdedores de la segunda fase del Mundial Sub17 México 2011.

Como objetivos específicos se mencionan los siguientes:

- Determinar variables técnico-tácticas observables y relevantes para el rendimiento deportivo de los equipos juveniles de futbol.
- Desarrollar y aplicar una guía de observación para la evaluación estadística del comportamiento técnico-táctico de equipos de futbol.
- Recolectar y evaluar datos estadísticos sobre el comportamiento técnico-táctico de equipos de futbol.

Método

Muestra y selección de los objetos de estudio

Se grabaron en dvd las transmisiones televisivas de los diez juegos de la segunda fase del Mundial Sub17 México 2011 (véase la tabla 1) para su posterior análisis. La selección de estos juegos se debe a la programación de los partidos transmitidos por la televisión.

Procedimiento

Es un estudio exploratorio, descriptivo-observacional y transversal. Como no se encontraron antecedentes sobre el futbol juvenil, se exploró la influencia de algunas variables técnico-tácticas seleccionadas sobre el resultado del juego. Estas variables se describen mediante la recolección de datos estadísticos, obtenidos a través de observaciones sistemáticas (no participantes) de los juegos seleccionados. Es un estudio considerado transversal, porque los juegos observados se realizaron en un solo torneo corto, durante un lapso de menos de dos semanas.

Para cada tipo de acción observada (tiro a gol; tiro libre y de esquina; centro, enfrentamiento ofensivo) se quemó un DVD que contenía solamente las acciones a evaluar de los diez juegos. Estos DVD se editaron previamente al propio análisis mediante el programa Gamebreaker (de la empresa Sportstec) y fueron evaluados por cuatro expertos; cada uno de ellos revisó solamente el DVD correspondiente a una de las cuatro variables técnico-tácticas. De esta manera, se evitó la problemática de que el experto tenga que ver los diez juegos completos e identificar las acciones pertenecientes a "su" variable.

Para el análisis y la recolección de los datos, se desarrollaron una guía de observación y un formato para la captura de los datos elaborado en Excel. De esta manera, los expertos registraron los datos directamente en la computadora. Posteriormente, estos datos fueron analizados estadísticamente con el programa de Excel y se elaboraron las gráficas para ilustrar los resultados obtenidos.

Se evaluaron todas las acciones definidas en las guías de observación. Como la reproducción de los juegos dependía de la edición de la televisora, había algunas acciones que no se pudieron ver completas; en este caso, las acciones fueron excluidas de la captura de los datos.

Tabla 1. Juegos analizados del Mundial Sub17 México 2011. El resultado entre paréntesis es el marcador al medio tiempo.

Fase	Juego y fecha	Resultado
Octavos de final (5 juegos)	29/6 Uzbekistán *vs.* Australia (UZB-AUS)	4-0 (2-0)
	29/6 Brasil *vs.* Ecuador (BRA-ECU)	2-0 (1-0)
	29/6 Uruguay *vs.* Congo (URU-CGO)	2-1 (0-0)
	30/6 Francia *vs.* Costa de Marfil (FRA-CIV)	3-2 (1-2)
	30/6 México *vs.* Panamá (MEX-PAN)	2-0 (1-0)
Cuartos de final (3 juegos)	3/7 Uruguay *vs.* Uzbekistán (URU-UZB)	2-0 (1-0)
	3/7 Brasil *vs.* Japón (BRA-JPN)	3-2 (1-0)
	4/7 México *vs.* Francia (MEX- FRA)	2-1 (1-1)
Semifinal (un juego)	7/7 México *vs.* Alemania (MEX-GER)	3-2 (1-1)
Final (un juego)	10/7 México *vs.* Uruguay (MEX-URU)	2-0 (1-0)

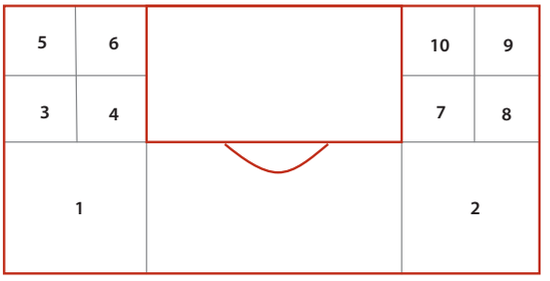
Variables observadas

Para la selección de las variables técnico-tácticas a observar se determinó considerar solamente aquellas acciones que se efectúan en la cancha del contrario con la finalidad de marcar un gol o de acercarse a la portería, porque tienen mayor relevancia para la consecución de oportunidades de generar situaciones ofensivas peligrosas. De todas las posibles acciones a observar se seleccionaron los tiros a gol, los tiros de esquina y tiros libres, los centros al área de penalti y los enfrentamientos ofensivos (situaciones de 1 *vs.* 1).

De todas las acciones técnico-tácticas observadas se capturaron como datos generales: el código del juego, el equipo que efectuó la acción, el resultado del juego (ganador o perdedor) y el minuto de juego. Los datos clasificatorios y evaluativos de las cuatro variables técnico-tácticas se especifican a continuación.

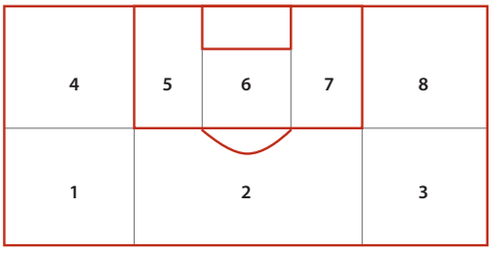
La variable "centro" se definió como un pase (sea por aire o al ras de piso) hacia el área de penalti. De cada centro se registraron: la zona desde donde fue mandado (la codificación de las zonas se presenta en la figura 1) y las categorías "altura" y "éxito". La altura se codificó por "ras del piso" (definido por una altura no mayor a la rodilla), "media altura" (altura entre rodilla y cabeza) y "por aire" (por encima de la cabeza). El éxito se codificó como evento positivo si un compañero lograba tocar el balón, sea para rematarlo, pasarlo o recibirlo; todos los demás eventos se evaluaron como negativos, como el atajo o desvío por el portero, el desvío o bloqueo por un defensa o cuando el balón pasaba el área grande o iba hacia fuera de la cancha sin ser tocado.

Figura 1. Numeración de las zonas para la codificación del origen de los centros mandados al área grande.



El "tiro a la portería" fue definido como cualquier acción con balón en movimiento (se excluían los tiros libres, porque representan una categoría aparte) dirigido hacia la portería con la intención de marcar un gol. De cada tiro se registraron: la zona desde donde se realizó (codificación; véase la figura 2) y la distancia aproximada a la portería. La acción se evaluó como positiva cuando el balón entraba a la portería o pegaba en el poste, o era atajado o desviado por el portero (en este caso se supone que el tiro atinaba a la portería). En caso de ser desviado, bloqueado o despejado por un defensa (suponiendo que al momento del tiro no hubo suficiente espacio para que llegara a la portería), o de pasar la línea final por fuera de la portería, el tiro se evaluó como negativo.

Figura 2. Numeración de las zonas para la codificación del origen de los tiros a la portería.

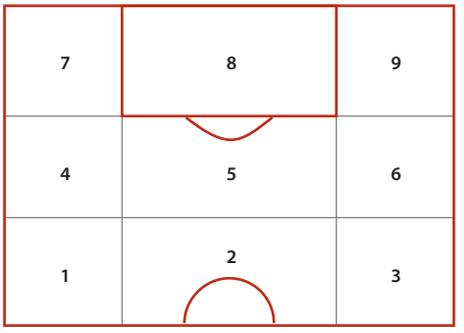


Las definiciones de "tiro de esquina" y "tiro libre" fueron tomadas del reglamento oficial del futbol. De los tiros libres, se evaluaron solamente aquellos ejecutados en la cancha contraria, registrando la zona de su ejecución (codificación; véase la figura 3). Se registró, en ambos tipos de tiros, el éxito de la acción. En el caso de un tiro libre dirigido directamente a la portería, se definen los mismos eventos positivos y negativos como en los tiros a gol; si el tiro libre fue realizado como pase, se lo evaluó igual que un centro. También los tiros de esquina se evaluaron como los centros.

El "enfrentamiento ofensivo" se definió como la acción de encarar a uno o varios contrarios con la finalidad de superarlos de manera individual. Se consideraron solamente los enfrentamientos que se iniciaron en la cancha del contrario, registrando las zonas presentadas en la figura 3. Las acciones se dividieron en las dos categorías de "dirección" y "éxito". En la primera, se registraron solamente las direcciones de vertical (acercándose a la línea final del equipo contrario), diagonal y lateral; enfrentamientos que se alejaron de la línea final no se tomaron en cuenta, porque generalmente no representan mayor peligro para la defensa. Un enfrentamiento se evaluó como positivo cuando el atacante no perdió el balón y superó al defensa, dio un pase hacia un compañero o tiró a la portería (independientemente del resultado de ambas acciones); una falta del defensa se consideró también como un enfrentamiento positivo. Un enfrentamiento se evaluó como negativo cuando el contrario le quitó el balón al atacante, el balón salió de la cancha o el atacante cometió una falta al reglamento (por ejemplo, foul o tocar el balón con la mano). Los enfrentamientos, en los

cuales el atacante perdió el balón sin que su equipo perdiera la posesión de balón, se evaluaron como "neutrales".

Figura 3. Numeración de las zonas para la codificación de los tiros libres y de esquina, así como del inicio de los enfrentamientos ofensivos.



Análisis estadístico

Los datos se evaluaron en su totalidad y no agrupados por juego. Así, los datos obtenidos se dividieron en aquellos del equipo ganador y los del equipo perdedor. Los porcentajes que correspondían a las diferentes categorías de las acciones se compararon de acuerdo con la prueba de hipótesis relacionada con las diferencias de proporciones (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2006, pp. 464-465). Se fijó como nivel de significancia un valor de 5% a dos colas, ya que es imposible predecir la dirección de la diferencia obtenida.

Con la ayuda del programa Excel, se calcularon todas las diferencias de los porcentajes por categoría evaluada entre ganadores y perdedores, se calcularon el "valor z" y sus probabilidades correspondientes (bajo la hipótesis de diferencias nulas), y se elaboraron las gráficas correspondientes, que se presentan en el apartado de los resultados y su análisis.

Resultados y discusión

Centros

En la figura 4 se presenta la eficiencia de todos los centros al área realizados por los equipos ganadores y perdedores. La eficiencia se expresa mediante el porcentaje de centros exitosos del total de los centros. Los equipos ganadores presentaron, a un nivel de significancia de 5%, un mayor porcentaje de centros exitosos que los equipos perdedores. Los ganadores lograron conectar casi un cuarto de sus 138 centros, lo que se puede considerar como una norma que los equipos juveniles tendrían que cumplir si quisieran competir exitosamente a nivel internacional.

En la figura 5 se comparan los porcentajes de los centros desde diferentes zonas de la cancha. Se ve que los equipos perdedores centraron, en una proporción significativamente mayor que los equipos ganadores, desde las zonas 1 y 2 (véase la figura 1), es decir, en dirección diagonal hacia el área. Los equipos ganadores, por el otro lado, centraron significativamente más a la altura del área grande, cerca de la línea lateral.

Figura 4. Eficiencia de los centros al área grande de los equipos ganadores y perdedores.

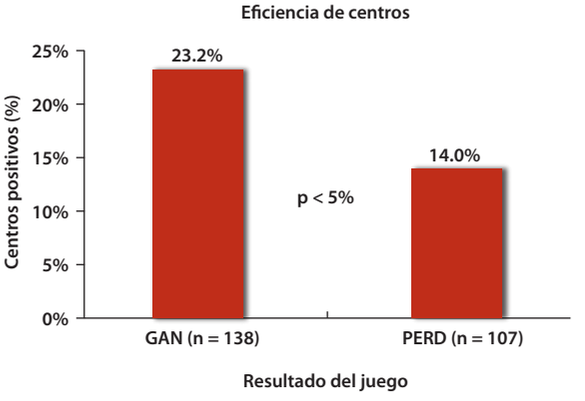


Figura 5. Frecuencia de centros desde diferentes zonas de los equipos ganadores y perdedores.

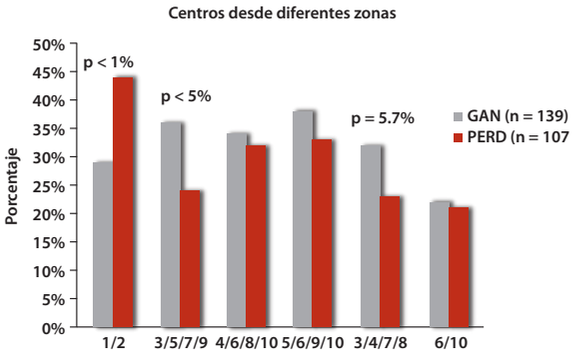
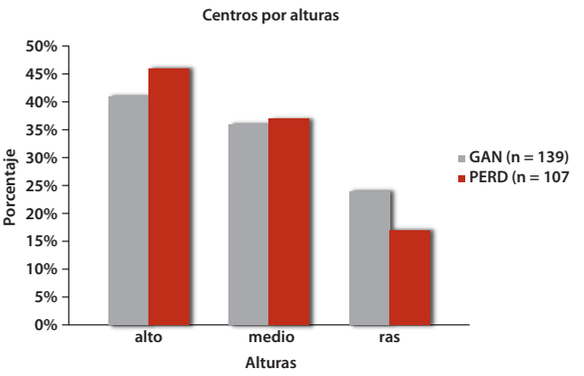


Figura 6. Frecuencia de centros con diferentes alturas de los equipos ganadores y perdedores.

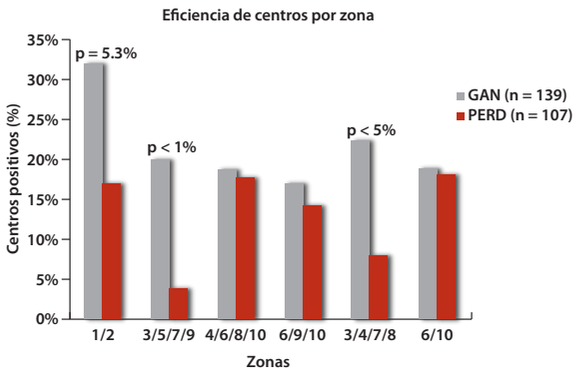


Se pueden mencionar dos razones que expliquen el siguiente hecho observado: los perdedores se desesperaron más, sobre todo hacia el final del juego, y buscaron centrar lo más rápido posible; por el otro lado, los ganadores tuvieron, probablemente, más capacidad de mantener a los contrarios lejos de su área y dificultaron la penetración por la banda.

La gráfica 6 muestra que las proporciones de los centros, de acuerdo con la altura de los mismos, no presentaron diferencias significativas ($p > 10\%$). Sin embargo, se puede observar una tendencia: los ganadores lograron realizar una mayor parte de sus centros a ras del piso, probablemente porque lograron penetrar con mayor frecuencia a la espalda del contrario.

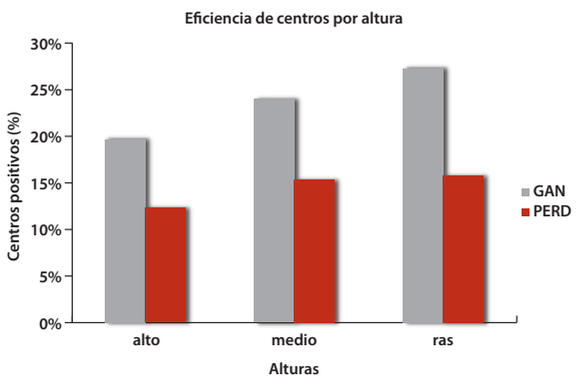
La eficiencia de los centros desde las diferentes zonas (véase la figura 7), expresada por la proporción de centros que se lograron conectar con un compañero del equipo, fue significativamente mayor en los equipos ganadores desde las zonas de donde realizaron más centros que los perdedores (véase la figura 5). Esto muestra la alta efectividad de los equipos ganadores, ya que repitieron lo exitoso con mayor frecuencia que sus contrarios. También los centros diagonales de los equipos ganadores fueron más eficientes (casi significativamente) que los de los perdedores, lo que señala, en lo tocante a los centros, una de las razones de la inferioridad de los equipos perdedores: éstos realizaron más aquellos centros que tuvieron menor eficiencia. Su objetivo tendría que ser, entonces, buscar más penetración antes de centrar y/o aumentar la exactitud de los centros diagonales.

Figura 7. Eficiencia de los centros desde diferentes zonas de los equipos ganadores y perdedores.



La figura 8 muestra la superioridad en cuanto a eficiencia de todos los centros de los equipos ganadores, independientemente de su altura, aunque ninguna de las diferencias encontradas alcanzó un nivel de significancia estadística ($p > 10\%$). Aquí se puede deducir que los equipos de menor nivel tendrían que lograr, a través del entrenamiento adecuado, que sus centros sean más exactos para llegar a un compañero, aun contra la presión de la defensa.

Figura 8. Eficiencia de los centros con diferentes alturas de los equipos ganadores y perdedores.



Tiros a gol

Los equipos ganadores tiraron a la portería desde una distancia, en promedio, significativamente menor que los equipos inferiores (17.0 ± 8.8 m *vs.* 19.8 ± 8.5 m; $p < 5\%$), comprobado mediante la prueba estadística t de Student para muestras independientes. Esto permitió una mayor exactitud de los tiradores, lo que, obviamente, aumentaba la probabilidad de lograr un tiro exitoso. Por otro lado, la menor distancia reflejó también la capacidad ofensiva de acercarse más a la portería y la desesperación de los equipos inferiores al buscar cualquier oportunidad de tirar a la portería.

Sin embargo, no hubo ninguna diferencia en la eficiencia de los tiros de equipos ganadores y perdedores (40.9% y 41.8%, respectivamente). La razón de que los equipos ganadores lograran más goles no reside en su capacidad de tirar, sino en el hecho de que tiraron con mayor frecuencia (véase la figura 11) y desde una menor distancia. Esto refleja el mejor juego de conjunto que logró producir más situaciones con probabilidad de marcar un gol. El problema de la eficiencia del tiro a la portería, entonces, no es individual, de los jugadores, sino de la elaboración de las jugadas ofensivas.

Como ya se mencionó, la figura 9 muestra la ventaja de los equipos ganadores en cuanto a la frecuencia de los tiros a la portería, aunque hubo dos juegos atípicos con participación de equipos africanos. Quitando estos dos juegos, la diferencia entre el número de tiros entre los ganadores y perdedores rebasaría claramente el umbral de la significancia estadística. Esto implica que el número de tiros a la portería reflejó bastante bien el nivel de rendimiento de un equipo de futbol.

Figura 9. Frecuencia de los tiros a gol de los equipos ganadores y perdedores.

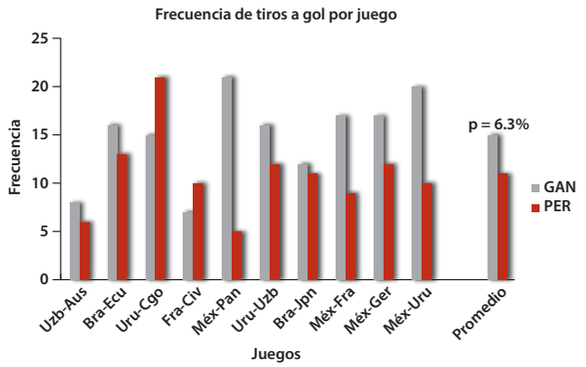
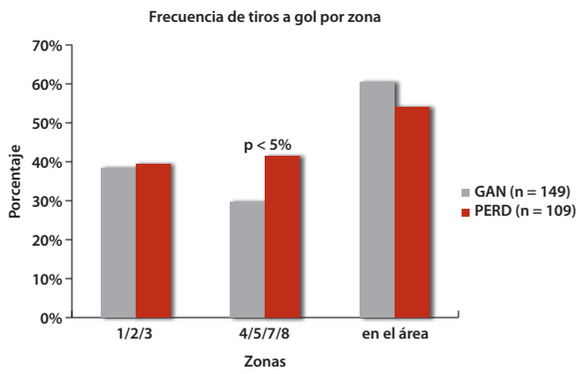


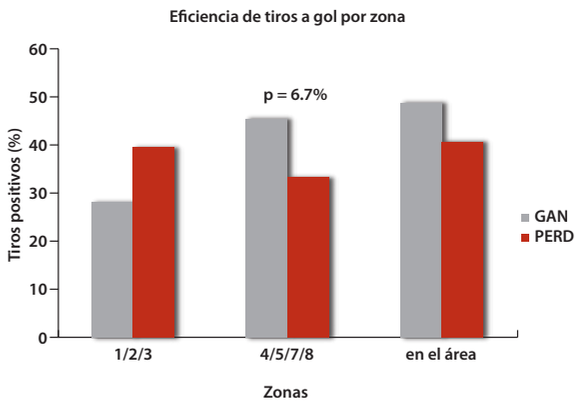
Figura 10. Frecuencia de los tiros a gol desde diferentes zonas de los equipos ganadores y perdedores.



Al analizar el número de tiros a la portería desde las diferentes zonas de la cancha (véase la figura 10), se puede observar que los ganadores tiraron más, aunque no significativamente, desde el centro del área grande, mientras los perdedores tiraron con una significativamente mayor proporción desde las zonas cercanas al área.

En cuanto a la eficiencia de los tiros a la portería por zona (véase la figura 11), los ganadores fueron mejores en los tiros de menor distancia, pero sobre todo en los de cerca del área (la diferencia fue casi significativa). Al comparar la eficiencia con la frecuencia de los tiros por zonas (figura 10), los equipos perdedores realizaron en mayor proporción aquellos tiros que presentan la menor eficiencia para ellos. Este hecho, similar al caso de los centros, puede enunciarse como una razón que explica por qué los equipos juveniles perdedores lograron menos goles que sus contrarios.

Figura 11. Eficiencia de los tiros a gol desde diferentes zonas de los equipos ganadores y perdedores.



Es interesante constatar que los perdedores tuvieron una mayor eficiencia (con un p = 7.4%) al tirar desde fuera del área. Este resultado es difícil de explicar; sin embargo, no puede considerarse como una estrategia positiva, ya que los tiros de mayor distancia son más fáciles de atajar por los porteros; los tiros atajados son registrados como positivos porque se supone que son tiros que atinan a la portería.

Tiros de esquina y tiros libres directos

Los equipos ganadores realizaron sus tiros de esquina con mucha mayor eficiencia que los perdedores (50.0% *vs.* 25.5%; n = 52 y 47, respectivamente; p < 1%), es decir, lograron conectarlos con un compañero. Este resultado puede considerarse como un aspecto específico del futbol juvenil, porque en estudios similares en equipos adultos, este valor oscila entre el 20 y el 25%, solamente (Partridge & Franks, s.f.; Loy, 1990). En la muestra de juegos, esta alta eficiencia en los tiros de esquina de los ganadores representó una diferencia técnico-táctica muy importante, ya que en la mitad de los tiros de esquina lograron que un propio jugador recibiera el balón por lo general dentro del área, lo que implica siempre una situación de peligro. Esta eficiencia es, seguramente, resultado de que la táctica fija (situaciones a balón parado) es un aspecto central del entrenamiento en juveniles.

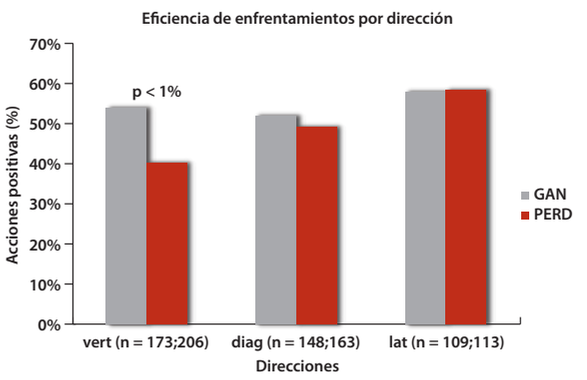
El número promedio de tiros de esquina por juego (5.2 y 4.7, para ganadores y perdedores, respectivamente) no representa una diferencia relevante y, por tanto, no es un parámetro que pueda reflejar el nivel de rendimiento de los equipos observados.

Aunque la eficiencia de los tiros libres directos fue mayor en los equipos ganadores (46.2% *vs.* 35.7%), esta diferencia no logró significancia estadística (p = 14.4%). Esto se debe principalmente al número reducido de tiros libres efectuados en los diez juegos observados (26 y 28 tiros, respectivamente). Para tener mayor seguridad, hay que analizar una muestra más grande de juegos.

Enfrentamientos ofensivos

Las situaciones mano a mano parecen ser un factor decisivo para explicar el éxito deportivo en los equipos de futbol, ya que se encontró una diferencia de alta significancia estadística (p < 1%) en cuanto al éxito en estas situaciones. Los equipos ganadores lograron superar a sus contrarios y avanzar en más de la mitad de los enfrentamientos ofensivos (ganadores 54.2%, perdedores 47.3%). Sin embargo, no hubo diferencia en cuanto a la dirección de estos avances; tanto los ganadores como los perdedores avanzaron con mayor proporción en dirección vertical (40.2% y 42.7%, respectivamente), es decir, acercándose a la línea final del contrario, y con menor proporción de manera lateral (25.3% y 23.4%, respectivamente).

Figura 12. Eficiencia de los enfrentamientos ofensivos en diferentes direcciones de los equipos ganadores y perdedores.



La figura 12 muestra que la mayor eficiencia en los enfrentamientos se presentó principalmente en la dirección vertical, la que más situaciones peligrosas pudo producir. Nuevamente encontramos aquí una explica-

ción para el éxito deportivo en el futbol juvenil, al observar que los equipos ganadores generaron, a través de enfrentamientos ofensivos, más oportunidades de acercarse a la portería que los equipos perdedores.

Este hecho se refleja también al analizar los enfrentamientos con respecto a las zonas donde se producen. Los equipos perdedores se enfrentaron a sus contrarios de forma individual con mayor proporción en las zonas por delante del área grande, mientras los equipos ganadores lo hicieron dentro y al lado del área (categoría "arriba"; véase la figura 13). Los ganadores fueron más eficientes en las zonas donde se produjeron los enfrentamientos con mayor frecuencia (en el área grande y a sus lados; véase la figura 14). Interesante es el resultado de que los equipos ganadores tuvieron mayor eficiencia por el lado derecho que por el lado izquierdo. Esto puede deberse a las características específicas de los equipos que avanzaron en la segunda fase del Mundial Sub17, que tuvieron sus jugadores más hábiles por el lado izquierdo.

Figura 13. Frecuencia de los enfrentamientos ofensivos de los equipos ganadores y perdedores en diferentes zonas.

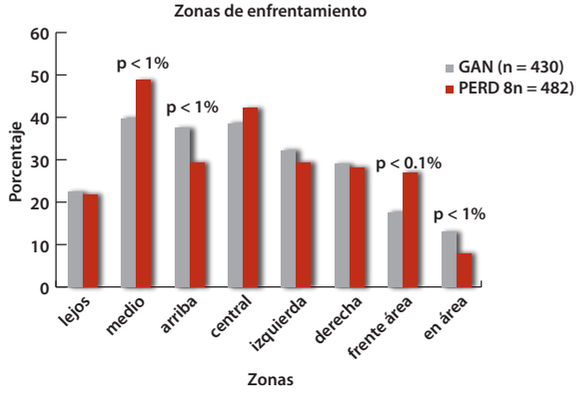
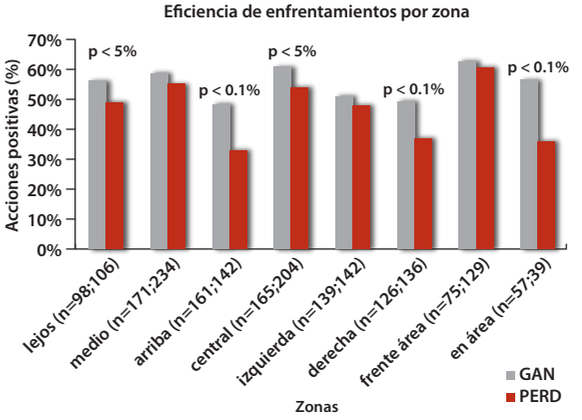


Figura 14. Eficiencia (porcentaje de acciones positivas) de los enfrentamientos ofensivos de los equipos ganadores y perdedores en diferentes zonas.



Conclusiones

Se realizó una investigación para detectar aquellas acciones técnico-tácticas que los equipos exitosos (ganadores) en el Mundial Sub17 México 2011 efectuaron en mayor cantidad y con mayor eficiencia que los no exitosos (perdedores). Para tal efecto, se analizaron diez juegos de la segunda fase del mencionado campeonato mundial, a partir de la grabación de las transmisiones televisivas. De estos juegos, se evaluaron todos los tiros a la portería, tiros libres y de esquina, centros y enfrentamientos ofensivos. Se compararon las proporciones, expresadas en porcentajes, de las diferentes clasificaciones de las acciones y de su éxito, entre los equipos ganadores y perdedores.

Como resultados principales se obtuvo lo siguiente:

- Los ganadores conectaron centros en mayor número que los perdedores, y lograron que la mitad de los centros llegaran a uno de sus compañeros.

- Los ganadores lograron un mayor porcentaje de sus centros desde aquellas zonas de donde lograron la mayor eficiencia, mientras que los perdedores mandaron menos centros desde las zonas de mayor eficiencia.
- Los ganadores no tiraron a la portería con mayor eficiencia que los perdedores, pero sí con mayor frecuencia y desde una distancia promedio menor.
- Los ganadores efectuaron sus tiros de esquina con el doble de efectividad que los perdedores.
- Los ganadores tuvieron mayor eficiencia en la totalidad de los enfrentamientos ofensivos, pero sobre todo en los que se efectuaron cerca del área contraria y en dirección a la portería contraria.

Las diferencias encontradas en el comportamiento técnico-táctico a favor de los equipos ganadores pueden considerarse como objetivos del proceso de entrenamiento para equipos de futbol juveniles de alto nivel de rendimiento deportivo. Así, por ejemplo, se puede constatar que el éxito deportivo está relacionado con la ejecución efectiva de los tiros de esquina. En cuanto a los tiros a portería, los equipos tienen que elaborar sus jugadas de tal manera que puedan efectuarlos cerca del área y en situaciones con buenas opciones de atinar a la portería. Para aumentar la peligrosidad es importante mandar los centros después de haber penetrado hasta la línea final o, mejor aún, llegado a la espalda de la defensa. Finalmente, la capacidad de realizar y ganar enfrentamientos ofensivos en dirección a la portería contraria está estrechamente relacionada con el resultado deportivo positivo.

El estudio presente fue exploratorio y arrojó primeros resultados que, en el futuro, requieren comprobación en otros torneos juveniles de nivel internacional y en una muestra de juegos más grande.

Referencias

Fernández Ponce, J.M., & J. Pino Ortega (2003), "Propuesta de un método para cuantificar el comportamiento táctico de los equipos de futbol", *Apunts: Educación Física y Deportes*, núm. 71, pp. 92-99.

García, S., A. Rodríguez y A. Garzón (2011), "Conceptualización de inteligencia táctica en futbol: consideraciones para el desarrollo de un instrumento de evaluación en campo desde las funciones ejecutivas", *Cuadernos de Psicología del Deporte*, núm. 11, pp. 69-78.

Hernández Sampieri, R., C. Fernández Collado & P. Baptista Lucio (2006), *Metodología de la investigación*, 4a. ed., México, McGraw-Hill.

López Bueno, R. (2007), "Análisis de la táctica grupal ofensiva de los equipos participantes en el campeonato mundial de futbol de Alemania 2006", *http://www.efdeportes.com Revista Digital, 12*, núm. 114.

Loy, R. (1990), *FC Bayern Múnich. Resultados de un análisis de los 17 partidos de local en la temporada 1989/90*, Munich, reporte de investigación inédito (original en alemán).

Partridge, D. & I.M. Franks (1989), *Analyses of opportunities of shots on goal in soccer*, reporte de investigación inédito.

Resumen

Se describe la carga física externa a la que están sometidos once diferentes árbitros centrales en trece partidos de la primera y segunda división mexicanas. Se grabaron todos los desplazamientos del árbitro durante el juego, registrando en una hoja de Excel la frecuencia y duración de las fases en las cuales él está parado o caminando (61.5 ± 5.0% del tiempo total del juego), trotando (32.1 ± 4.8%), corriendo a tres cuartos (5.6 ± 2.3%) y a máxima velocidad (0.8 ± 1.0%), recorriendo una distancia total de 9.1 ± 0.8 km. Se entrenaron a los evaluadores para que tuvieran los mismos criterios para estimar la velocidad de los desplazamientos. Se concluye que la demanda física del árbitro depende del nivel de juego, las fases de máxima intensidad disminuyen en el segundo tiempo y las principales vías de producción de energía son la aeróbica y anaeróbico-aláctica. En general, la carga física del árbitro mexicano es menor que la reportada en estudios recientes de Europa.

Palabras clave

Carga física, árbitro central de futbol, análisis de rendimiento.

Abstract

The physical load of 11 different soccer referees during 13 official games of the first and second Mexican division is described. All the physical activity of the referee during the game was recorded, registering in an Excel work sheet the frequency and duration of the phases where the referee is standing or walking (61.5 ± 5.0% of the game's total time), jogging (32.1 ± 4.8%), running at three cuarters (5.6 ± 2.3%) and maximum speed (0.8 ± 1.0%), covering a total distance of 9.1 ± 0.8 km. Observers were trained to apply the same criteria in estimating the speed of the referees. It is concluded that referees' physical demands depend on the level of the game, the high intensity phases decrease in the second half, and the principal ways of energy supply are aerobic and anaerobic-alactic. In general, the Mexican referee's physical load is less than reported in recent European studies.

Key words

Physical load, soccer referee, performance analyses.

Estimación de la carga física externa del árbitro de futbol profesional mexicano

Wolfgang Fritzler Happach[1]

Introducción

La tarea del árbitro central de futbol es probablemente la más complicada de todos los juegos deportivos, dadas las características del juego y de su reglamento. En un terreno de aproximadamente 7 000 m^2, el árbitro tiene que observar las acciones de 22 jugadores para tomar decisiones que influyen, a veces, directamente en el resultado final del juego. Esto implica que debe contar con una preparación óptima, tanto técnica como física y psicológica, para disminuir las probabilidades de que cometa errores esenciales durante el juego.

Es bien sabido que las capacidades de percepción, de concentración y de toma de decisiones se ven afectadas negativamente en condiciones de fatiga física mayor. Por tanto, el elevado nivel de las capacidades físicas del árbitro central es una condición fundamental para asegurar su rendimiento óptimo en la cancha. La preparación física adecuada se fundamenta en el análisis de las exigencias físicas durante el juego. Por eso, este estudio tiene la finalidad de estimar y caracterizar la carga física externa del árbitro central durante el juego.

Este estudio se efectuó en el marco del proyecto de investigación titulado "Control y evaluación del rendimiento del árbitro de futbol mexicano en su desempeño arbitral", para cuya realización la Federación Mexicana de Futbol Asociación, A.C. (Femexfut) y su Comisión de Árbitros concedieron el permiso de filmar los movimientos de los árbitros centrales durante varios juegos oficiales a nivel profesional. A partir del análisis de los videos grabados se han registrado todos los cambios de intensidad de la actividad física del árbitro central en diferentes juegos a nivel profesional.

Marco teórico

Muchos autores coinciden en la opinión de que los objetivos generales del proceso de entrenamiento de un deportista se derivan del "análisis del deporte", específicamente de las exigencias físicas en la competencia. "La planificación y el desarrollo del rendimiento en un determinado deporte supone el conocimiento del perfil inicial de exigencias de esta disciplina, igual de las condiciones físicas y psíquicas que el atleta debe presentar" (Grosser, Brüggemann & Zintl, 1990, p. 52). Esto implica que "las indicaciones metodológicas para la organización del entrenamiento" (por ejemplo la intensidad y el volumen de las cargas físicas) deben deducirse "del perfil de esfuerzo para cada tipo de deporte" (Hohmann, Lames & Letzelter, 2005, p. 204).

Definimos como carga física "externa" la que se puede observar directamente "desde afuera" (por así decir).

[1] Área: Rendimiento Deportivo. Seudónimo: elgrillo. Institución: Universidad de Futbol y Ciencias del Deporte. Correo: wolfgang.fritzler@tuzos.com.mx

Sus indicadores pueden ser el número y la duración de diferentes tipos de desplazamientos, las distancias recorridas con determinadas velocidades, el número de pasos realizados con cierto tipo de desplazamientos o el número de cambios de dirección y de velocidad efectuados.

El rendimiento físico del árbitro de futbol ya se ha estudiado en varias ocasiones en diferentes países (principalmente en Europa) y en diferentes niveles de juego; sin embargo, en México no se han publicado datos referentes a las demandas físicas del árbitro. Considerando que el estilo de juego en México no es igual que, por ejemplo, en Europa, no es conveniente basarse exclusivamente en datos de estudios de otros países para describir las exigencias físicas del árbitro mexicano, lo que permitiría diseñar ejercicios con una dosificación adecuada de la carga física. He aquí un resumen de los resultados encontrados en estos estudios.

Catterall, Reilly, Atkinson & Coldwells (1993) describen la carga física de árbitros ingleses como submáxima durante casi todo el juego, con un cambio de intensidad cada seis segundos, en promedio. De acuerdo con sus resultados, los árbitros recorren una distancia total promedio de 9.44 km, con una disminución significativa durante el segundo tiempo. La variación de los parámetros de la carga externa e interna fue mayor entre los diferentes árbitros que entre los juegos arbitrados por un mismo árbitro.

Johnston y McNaughton (1994) evaluaron a árbitros australianos de la liga profesional y determinaron que éstos recorren una distancia total media de 9 408 ± 838 m, de los cuales 65.5% se recorrieron con baja intensidad (caminando y trotando), 12.1% corriendo y 6.2% a máxima velocidad.

Hohmann, Kolb & Roth (2005) citan un estudio de Teipel, Kemper y Heinemann de 1999 sobre cuatro árbitros de diferentes categorías y en el cual se concluye que la distancia total recorrida por el árbitro de primera división (profesional) fue de 10 381 m, mientras que el árbitro de la quinta división (amateur) recorrió 7 802 m, denotando una mayor carga externa para los árbitros que se desempeñan en categorías de mayor nivel.

Krustrup & Bangsbo (2001) determinaron como distancia total promedio recorrida 10.07 ± 0.13 km, de los cuales 1.67 ± 0.08 km (16.6%) se efectuaron a alta velocidad (CAV), esto derivado de una investigación realizada con una muestra de 27 árbitros de las dos ligas profesionales de Dinamarca. De igual modo, determinaron que la distancia disminuye significativamente en el segundo tiempo. Después de un entrenamiento físico con ocho árbitros seleccionados de la muestra, el recorrido CAV aumentó en casi 22%, mientras que la frecuencia cardiaca media bajó 3%, a pesar de que la carga externa fue mayor. Entonces, es posible sostener que un entrenamiento adecuado puede mejorar considerablemente el nivel físico de un árbitro de alto rendimiento.

D'Ottavio & Castagna (2001) estudiaron a 18 árbitros de alto nivel y midieron una distancia total media de 11 376 ± 1 600 m, con un rango de 7 818 a 13 063 m. En los resultados de su estudio, no hubo una diferencia significativa entre ambos tiempos del juego; así, 41.7% de la distancia total fue recorrida con una velocidad mayor de 13 km/h, aunque los sprints a máxima velocidad no duraron más de 2-4 segundos.

Por su parte, Castagna & Abt (2003) compararon los parámetros de la carga física de un mismo árbitro

en tres de seis juegos diferentes de la Serie A de Italia. Al dividir los juegos en largos (12 303 ± 666 m) y cortos (10 949 ± 1 095 m) se observó que las distancias parciales recorridas en CAV (> 18 km/h) no variaron en ninguno de los dos grupos. Las distancias totales mayores resultaron, más bien, de un aumento en 10% de la distancia recorrida con baja velocidad.

A su vez, Castagna, Abt & D'Ottavio (2007) encontraron distancias totales de 9-13 km en árbitros de la Serie A de Italia. El recorrido CAV se calculó en un rango de 4-18% de la distancia total. Las diferencias entre los juegos fueron considerables.

Finalmente, Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini & Abt (2007) estudiaron a 19 árbitros profesionales ingleses de tiempo completo en un total de 254 juegos de la temporada 2004-2005, utilizando el programa de análisis de juego Prozone, con el cual se analizaron paralelamente las actividades físicas de los jugadores. De esta manera, se encontró que la distancia total recorrida y la distancia cubierta con alta velocidad (> 5.5 m/s) presentan una correlación altamente significativa ($p < 0.1\%$) al comparar los datos de ambos tiempos del juego ($r = 0.47$ y $r = 0.52$, respectivamente). El estudio comprueba, además, una correlación altamente significativa ($p < 0.1\%$), con un coeficiente r de 0.43 ($n = 212$), entre la distancia recorrida con alta velocidad de los árbitros y de los jugadores. Por tanto, al analizar la carga física del árbitro es importante considerar la intensidad del juego mismo (actividad de los jugadores).

Todos los estudios citados demuestran una variación considerable respecto a las medias de las distancias totales recorridas (aproximadamente 8-13 km). Asimismo, se puede observar que las distancias totales aumentaron ligeramente al paso de los años después de haberse realizado los estudios. Esto coincide con los datos encontrados sobre carga física de los jugadores de futbol; el aumento de las exigencias físicas del futbol, entonces, se traduce en una mayor carga física de los árbitros. De gran importancia resultan las distancias recorridas con alta velocidad (4-18% de la distancia total), las cuales parecen relacionarse mucho más con el rendimiento físico en el juego que con la distancia total.

En cuanto a la disminución de la carga física en el segundo tiempo del juego, los resultados son muy contradictorios; aunque se comprobara tal disminución en este estudio, se debería investigar posteriormente la pregunta de si eso se debe a la disminución de la capacidad física del árbitro (falta de resistencia), a la disminución del "ritmo" de juego (falta de resistencia de los jugadores) o a la capacidad del árbitro de anticipar mejor las acciones del juego (menos esfuerzos físicos innecesarios).

Metodología

Al cabo de la investigación se analizaron ocho árbitros diferentes en diez juegos de la primera división profesional y a tres árbitros en tres juegos de la segunda división profesional; todos los partidos formaban parte del Torneo de Clausura 2007 de la Femexfut, tanto de la fase clasificatoria como de la liguilla (*play-offs*). Durante la realización de estos juegos, la cámara siguió exclusivamente al árbitro central para grabar todas sus actividades físicas durante el juego. Así, se analizaron en detalle trece juegos, que se listan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos de los juegos analizados. En la última columna se enlista el árbitro de cada juego, a quien se asignó un número precedido de las letras "P" (primera división) o "S" (segunda división).

Núm.	Juego	Tiempo analizado (min)	Árbitro
1	Primera división, fase clasificatoria	92:46	P 1
2	Primera división, fase clasificatoria	67:50	P 13
3	Primera división, fase clasificatoria	22:08	P 14
4	Primera división, liguilla, 1/4 de final, ida	85:29	P 6
5	Primera división, liguilla, 1/4 de final, ida	56:07	P 13
6	Primera división, liguilla, 1/4 de final, vuelta	79:18	P 10
7	Primera división, liguilla, 1/4 de final, vuelta	60:27	P 11
8	Primera división, liguilla, semifinal, ida	79:33	P 9
9	Primera división, liguilla, final, ida	92:13	P 10
10	Primera división, liguilla, final, vuelta	81:56	P 12
11	Segunda división, fase clasificatoria	92:22	S 1
12	Segunda división, liguilla, final, ida	95:40	S 2
13	Segunda división, liguilla, final, vuelta	92:41	S 3

Como se observa en la tabla 1, en ocho de los diez juegos analizados el tiempo total de las acciones evaluadas se redujo; esto debido a problemas técnicos o porque el árbitro fue tapado por jugadores o espectadores.

Las actividades físicas se evaluaron a partir del análisis del video; la frecuencia y duración de todas las fases en las cuales el árbitro corrió con una misma velocidad, clasificada en cinco niveles ("estar parado", "caminar", "trotar ligeramente", "correr a ¾ de velocidad" y "sprint"), se calcularon en una hoja de cálculo Excel registrando el momento (en horas, minutos y segundos) en que sucedió cada cambio de intensidad de los desplazamientos del árbitro.

Cabe destacar que en los tres juegos de la segunda división, que aparecen al final de la tabla 1, las categorías "estar parado" y "caminar" se conjugaron en una sola categoría: "parado/caminar", debido a que no se consideró necesario hacer diferencias entre éstas, ya que ambas corresponden a una intensidad mínima de la carga física.

Es importante aclarar que los evaluadores tuvieron que estimar la velocidad subjetivamente, porque no se contó con dispositivos para una determinación automática de las distancias y tiempos de los desplazamientos, sea por vía de la digitalización de las imágenes o por sistemas de GPS de alta frecuencia de registro. A pesar de esta limitante creemos que los datos tienen tanta importancia para México que se justifica una estimación con un margen de error aceptable.

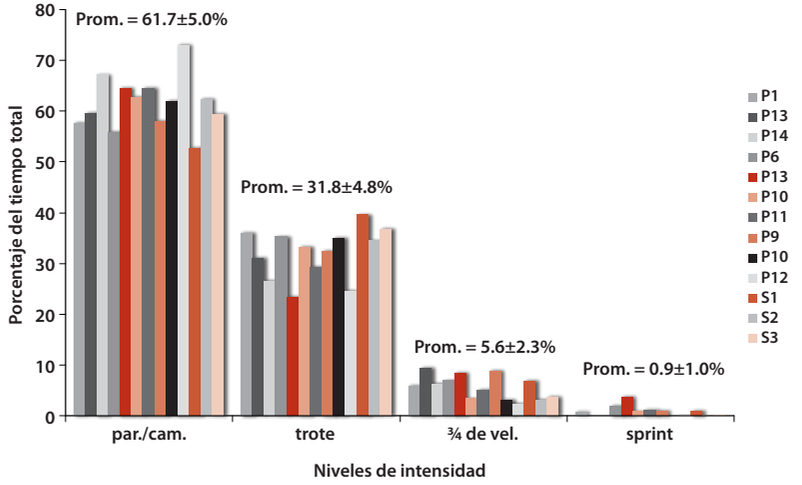
Se capacitó a seis estudiantes de licenciatura de la Universidad del Futbol y Ciencias del Deporte en Pachuca, Hidalgo, para unificar los criterios de la evaluación de los videos. Pruebas previas de objetividad (comparación de los resultados de dos observadores que analizaron el mismo juego) y de confiabilidad (comparación de los resultados de un observador que analizó

dos veces el mismo juego) arrojaron coeficientes de correlación entre 0.75 y 0.90, lo que evidencia la veracidad y exactitud suficientes de los datos obtenidos a partir de las grabaciones.

Resultados

Respecto a los indicadores relacionados con la carga externa que se seleccionaron para el presente estudio, se encontraron los datos contenidos en las siguientes gráficas 1 a 6.

Gráfica 1. Tiempos parciales por niveles de intensidad, expresados en porcentajes del tiempo total del juego. Nota: los números precedidos por una "P" corresponden a los árbitros de la primera división, los precedidos por una "S" a la segunda división.



Como se puede observar, la gráfica 1 expone el tiempo parcial de cada nivel de intensidad, expresado en porcentajes del tiempo total de juego, para cada uno de los trece partidos analizados. Para determinar los porcentajes de los tiempos parciales, se suman los tiempos de todas las fases de la misma intensidad y el resultado se divide entre el tiempo total analizado del juego.

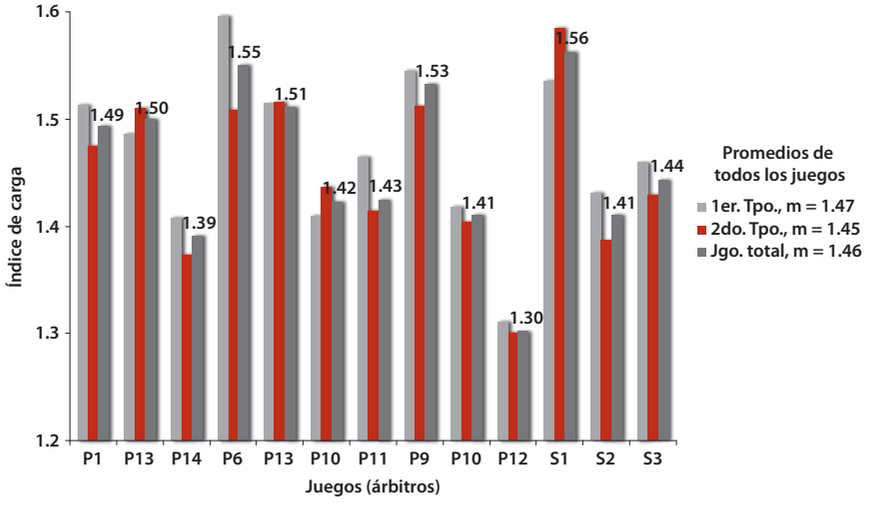
En la gráfica 1 también saltan a la vista los tiempos parciales muy bajos de las categorías de mayor intensidad (sprint y ¾ de velocidad), las cuales presuponen la utilización del metabolismo anaeróbico. El promedio del porcentaje sumado es de 6.9% (primera división) y 5.0% (segunda división). Por tanto, todo el tiempo restante del juego el árbitro está trabajando aeróbicamente (trota, camina o está de pie); de esta forma, él se encuentra de pie o caminando durante aproximadamente 60% del tiempo total, lo que equivale a un tiempo absoluto de unos 54 min. Estos datos permiten suponer que la carga física, en forma objetiva, es relativamente baja a lo largo de un partido de futbol, porque el tiempo de

actividad anaeróbica es mínima (entre 4:30 y 6:15 min) y porque hay suficiente tiempo de descanso, aunque sea ligeramente activo.

Es interesante observar que el valor más alto para el tiempo parcial de baja intensidad (72.9%, que equivalen a más de 65 min) pertenece al juego de vuelta de la final de la liguilla, lo que permite suponer que la importancia del juego no es un factor determinante para el nivel de la carga exterior.

En la gráfica 1 se aprecia, además, la variación de los tiempos parciales a lo largo de los diferentes juegos analizados. La proporción entre las diferentes intensidades no cambia a pesar de las variaciones internas de cada nivel de intensidad; en todos los juegos, los tiempos parciales disminuyen con el aumento de la intensidad de los desplazamientos.

Gráfica 2. Índices de la carga física externa, indicando los promedios por juego. Nota: los números precedidos por una "P" corresponden a los árbitros de la primera división, los precedidos por una "S" a la segunda división. La letra "m" significa el promedio de todos los juegos.



La gráfica 2 se refiere al índice de intensidad m que es un valor que representa el total de la carga física externa mediante el promedio ponderado de todos los niveles de intensidad, utilizando la siguiente fórmula: $m = p_1 + 2p_2 + 3p_3 + 4p_4$, donde p_1 es el porcentaje del tiempo total que corresponde a la categoría "parado/caminar", p_2 a "trote", p_3 a "¾ de velocidad" y p_4 a "sprint". Por tanto, entre más alto es el índice, mayor es la carga externa total.

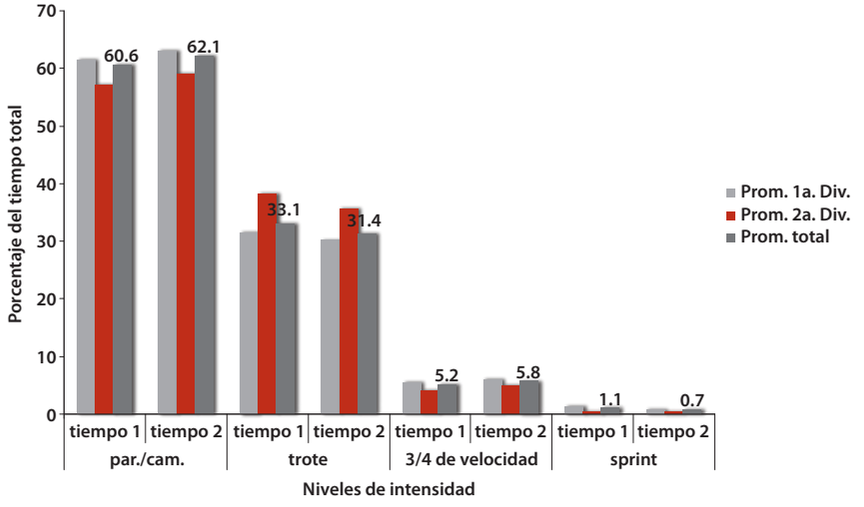
En la gráfica 2 se demuestra visualmente que la diferencia de la carga externa entre los dos tiempos de los

juegos es mucho menor que las diferencias entre los juegos. Es decir, la carga física se mantiene relativamente constante en un mismo juego, mientras la diferencia entre uno y otro juego es mucho mayor y depende, probablemente, de los equipos, de la dinámica del juego y de la experiencia del árbitro. En nueve de los trece juegos, el índice de carga es menor en el segundo tiempo. Los índices más bajos y el tercero más bajo corresponden a los dos partidos finales de la liguilla, lo que indica, nuevamente, que la importancia del juego parece ser un factor secundario, si no irrelevante, para el nivel de la carga externa.

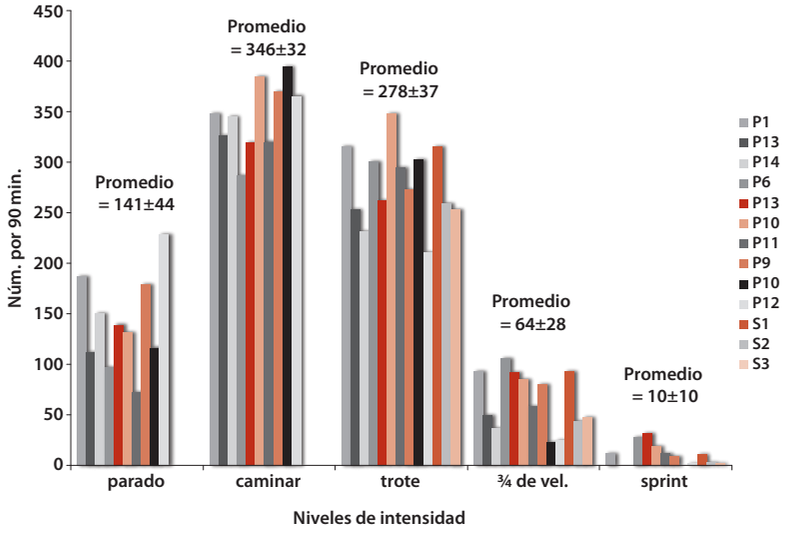
Los promedios de los porcentajes de cada nivel de intensidad para los juegos de la primera y segunda división están representados en la gráfica 3 y demuestran, una vez más, que las diferencias de la carga física entre los dos tiempos del juego no son muy significativas, pero tampoco lo son las mismas diferencias entre los juegos analizados de la primera división y la segunda.

La gráfica 4 contiene las frecuencias absolutas de las diferentes fases de intensidad; como los tiempos analizados de los juegos son diferentes, la frecuencia encontrada se calcula con base en los 90 min de duración de cada juego. De esta manera, las frecuencias entre los diferentes juegos son comparables. En la misma gráfica, es posible apreciar con facilidad las fuertes variaciones en un mismo nivel de intensidad entre los juegos. Por ejemplo, en la categoría "trote", las frecuencias por juego se encuentran entre 211 y 348, en "¾ de velocidad" entre 22 y 106 y en "sprint" entre 0 y 32. A pesar de estas variaciones grandes, la proporción de los tiempos parciales, como ya se observó en la gráfica 1, no presenta la misma variación. Esto significa que si la frecuencia de las fases aumenta, disminuye su duración promedio.

Gráfica 3. Promedios de los tiempos parciales por nivel de intensidad, expresados en porcentajes del tiempo total de juego.



Gráfica 4. Frecuencia absoluta de las fases de diferentes intensidades, calculada con base en los 90 min de un juego.

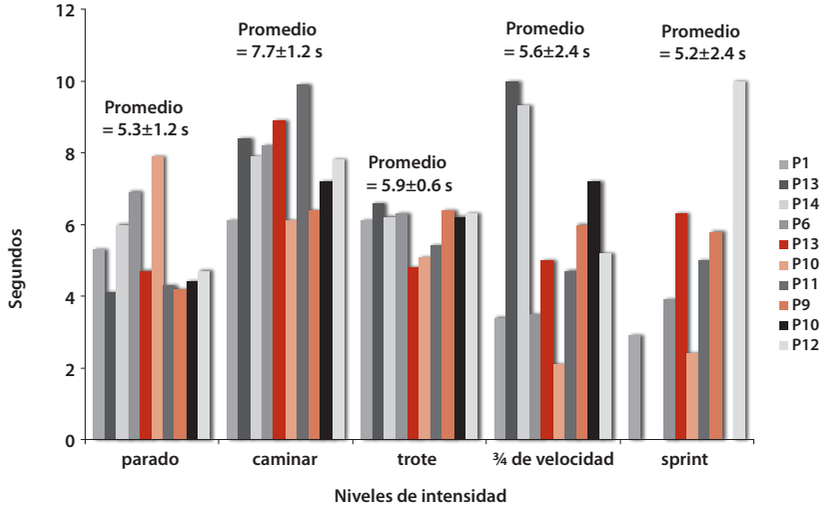


También salta a la vista el hecho de que los juegos de las dos divisiones profesionales no presentan diferencias respecto al promedio de las frecuencias en las categorías "trote" y "¾ de velocidad", sin embargo, la categoría "sprint" de la primera división presenta una mayor frecuencia media por juego que la segunda división.

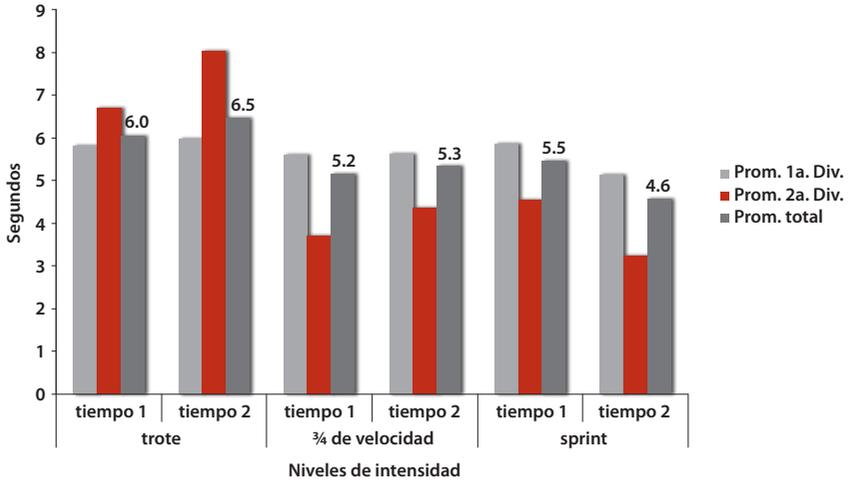
En este punto es importante recordar que en los tres juegos analizados de la segunda división se unieron las categorías de menor nivel de intensidad ("estar parado" y "caminando"). Considerando que hay fases donde el árbitro alterna entre estar parado y estar caminando, éstas se cuentan por separado en los juegos de la primera división, mientras que en los juegos de la segunda división se cuentan como una sola fase. Por tanto, las frecuencias correspondientes a los dos niveles bajos de intensidad de las dos divisiones no son comparables.

Por último, las gráficas 5 y 6 representan los datos sobre la duración media de cada fase de intensidad para cada juego de la primera división. Se demuestra que los tiempos promedio por fase de intensidad en el juego oscilan entre 2 y 10 segundos. Esto refuerza la visión de que el juego de futbol es altamente acíclico, con constantes cambios de intensidad. En particular, en la gráfica 6 se puede observar que las diferencias de las duraciones medias entre ambos tiempos del juego son mínimas, aunque las diferencias entre los diferentes juegos son mucho mayores (véase la gráfica 5). Este resultado corresponde a la alta variación de las frecuencias absolutas de las fases de intensidad.

■ Gráfica 5. Duración media (en segundos) de las diferentes fases de intensidad por juego (sólo primera división).



■ Gráfica 6. Duración media (en segundos) de las fases de diferentes intensidades comparando los dos tiempos del juego.



En la primera división, una fase de mayor intensidad (¾ y sprint) dura sólo un segundo más que en la segunda división, mientras que en esta última categoría, la duración de las fases de trote duran, en promedio, 1.4 seg más. Estos datos coinciden con los resultados de los tiempos parciales por nivel de intensidad, y muestran también una carga ligeramente mayor en las categorías de las intensidades altas para la primera división.

La duración de las fases en los juegos de la primera división son todas alrededor de 5-6 seg; sólo las fases de caminar duran, en promedio, 2 seg más.

Discusión

Comparación de los datos de los juegos analizados

En la tabla 2 se presentan las diferencias más significativas en cuanto a la frecuencia por minuto de las fases del mismo nivel de intensidad; los valores se tomaron únicamente de los diez juegos de la primera división analizados. Así, para cada uno de los diferentes niveles de intensidad, estas diferencias son mayores entre los diferentes juegos que entre los dos tiempos de un mismo juego. Esto significa que la característica de aciclicidad de la carga física para el árbitro es más constante en un mismo juego que a lo largo de los diferentes juegos del mismo nivel de rendimiento (primera división). En otras palabras, es probable que el árbitro adapte su actividad física a las características del juego, lo que significa, a la vez, que tiene que ser preparado para las diferentes exigencias físicas que puede demandar cada juego.

En un partido, los dos equipos que se enfrentan mantienen un cierto "estilo de juego" (características de dinámica) con base en el estilo de juego del contrario; así, es posible que cada equipo cambie su estilo en cada juego, contra equipos diferentes, que tengan otras características físicas y/o técnico-tácticas.

Tabla 2. Diferencias máximas en cuanto a la frecuencia por minuto de los diferentes niveles de intensidad entre el primer y el segundo tiempos de un juego y entre los valores totales por juego.

Nivel de intensidad	Diferencia máxima de la frec/min entre el 1er y 2do tiempo de un juego	Diferencia máxima de la frec/min entre dos juegos
Estar parado	Juego 7: **1.09** (2.47-1.36)	Juegos 2 y 6: **1.73** (2.54-0.81)
Caminando	Juego 3: **1.10** (3.76-2.66)	Juegos 1 y 3: **1.19** (4.38-3.19)
Trote	Juego 3: **1.18** (3.95-2.77)	Juegos 2 y 4: **1.53** (3.87-2.34)
¾ de velocidad	Juego 7: **0.48** (1.10-0.62)	Juegos 1 y 3: **0.93** (1.18-0.25)
Sprint	Juego 9: **0.22** (0.24-0.02)	Juegos 2 y 6: **0.36** (0.36-0.00)

Al analizar el número total de cambios de intensidad entre una y otra fase de los cinco niveles (véase la gráfica 4), así como la duración media de cada una de las fases (véanse las gráficas 5 y 6), es posible comprobar claramente el carácter acíclico de las exigencias físicas del árbitro, quien tiene que cambiar de intensidad, en promedio, cada 4-7 seg. Sólo al unir los niveles de intensidad más bajas (juegos de la segunda división), este tiempo puede prolongarse hasta unos 15 segundos.

Sin embargo, el tiempo máximo de una fase de mayor intensidad, en promedio, no supera los 10 seg. Es decir, el tiempo de actividad física del árbitro indica que la provisión energética se establece mediante el metabolismo aeróbico y la vía anaeróbico-aláctica. Pero los tiempos de recuperación (tanto activa, como pasiva) son muy cortos, lo que permite inferir que el problema fundamental de la carga física del árbitro es la acumulación de la fatiga, la cual es posible contrarrestar principalmente por medio de un mejoramiento de la capacidad de recuperación en intervalos de corta duración. Esta acumulación de fatiga significa que el árbitro recurre, poco a poco, a la vía energética anaeróbico-láctica mientras los tiempos de recuperación son demasiado cortos para ocupar los depósitos de energía (ATP, adenosintrifosfato y CP, creatinfosfato) en sus músculos.

Los datos obtenidos sobre frecuencia y duración de las diferentes fases de intensidad permiten comparar, además, las cargas externas entre el primero y el segundo tiempos del juego.

En tanto, la tabla 3 hace referencia a los datos contenidos en las gráficas 1, 2, 5 y 6.

Tabla 3. Comparación de los parámetros de la carga externa entre el primero y el segundo tiempos de los juegos, utilizando la prueba "t de Student" en el caso de la primera división, y la prueba "U de Mann-Whitney" en el caso de la segunda división. Nota: (*) = diferencia significativa.

	Diferencia entre primer y segundo tiempo			
	Primera división (n = 10 juegos)		Segunda división (n = 3 juegos)	
	Tiempos parciales	Duración promedio	Tiempos parciales	Duración promedio
Parado	p = 0.68	p = 0.17	-	-
Caminar	p = 0.84	p = 0.21	-	-
Par./cam.	-	-	p = 0.72	p = 0.12
Trote	p = 0.53	p = 0.26	p = 0.40	p = 0.14
¾ de velocidad	p = 0.68	p = 0.98	p = 0.64	p = 0.03 (*)
Sprint	p = 0.36	p = 0.72	p = 0.95	p = 0.23

En general, no es posible constatar ninguna diferencia entre los parámetros del primero y el segundo tiempos. Solamente el nivel de ¾ de velocidad de carrera presenta una diferencia significativa respecto al nivel de 5% que manifiesta la duración promedio de esta fase de intensidad. Como la frecuencia absoluta de esta fase es muy baja, dicha diferencia no permite una interpretación en cuanto a una característica general de las actividades físicas del árbitro central.

Los índices de la carga total, como indicador de la carga física total (véase la gráfica 2), presentan una ligera disminución hacia el segundo tiempo en el caso de los diez juegos analizados de la primera división. Esta diferencia, sin embargo, no es estadísticamente significativa ($p \leq 0.10$) para ser considerada como un resultado interpretable.

En la tabla 4, por otra parte, se comparan los parámetros de la carga externa respecto a los juegos de la primera y la segunda división.

Tabla 4. Comparación de los parámetros de la carga externa entre los juegos de la primera y de la segunda división, utilizando la prueba "U de Mann-Whitney".

Niveles de intensidad	Diferencia entre primera (n = 10 juegos) y segunda división (n = 3 juegos)	
	Tiempos parciales	Duración promedio
Par./cam.	p = 0.22	p = 0.82
Trote	p = 0.05 (*)	p = 0.01 (**)
¾ de veloc.	p = 0.41	p = 0.32
Sprint	p = 0.45	p = 0.31

Entre la primera y segunda división se observa una diferencia de casi cuatro minutos (a favor de la primera división) respecto al tiempo que los árbitros están parados o caminando. Sin embargo, esta diferencia no es significativa en sentido estadístico. Los árbitros de la segunda división trotan significativamente más tiempo, mientras que los de la primera división corren más tiempo a alta velocidad (aunque esta diferencia no es significativa). Así, mientras el árbitro de la segunda división trota más, el de la primera división está trabajando más tiempo con intensidades muy bajas y altas ("parado/caminando", "¾ de velocidad").

Tocante a los índices de carga (véase la gráfica 2), la diferencia entre la primera y la segunda (1.47 y 1.45, respectivamente) es muy pequeña y no significativa desde el punto de vista estadístico ($p \leq 0.74$).

Comparación de los datos con otras investigaciones

Debido a que para la presente investigación no se contó con un dispositivo para determinar las distancias recorridas del árbitro, proponemos una conversión de los tiempos en distancias suponiendo una velocidad promedio que corresponda a nuestra definición de los diferentes niveles de intensidad, con el fin de comparar nuestros datos con los de las otras investigaciones referidas en el marco teórico de este artículo.

Si se asigna una velocidad promedio a cada nivel de intensidad, la suma de los productos entre esta velocidad v_i y el tiempo t_i correspondiente da como resultado la distancia d total recorrida: $d = v_1t_1 + v_2t_2 + v_3t_3 + v_4t_4$, donde los índices corresponden a los cuatro niveles de intensidad: caminar, trote, ¾ de velocidad y sprint (al estar parado, el árbitro no recorre, por definición, ninguna distancia). Para determinar el tiempo que el árbitro se mantiene en un mismo nivel de intensidad se utilizan los porcentajes de los tiempos parciales por nivel (véase la gráfica 1), considerando los 90 minutos del juego como 100 por ciento.

Para el cálculo de distancias recorridas se pueden utilizar sólo los diez juegos de la primera división, ya que en los juegos de la segunda división se unieron las categorías de "estar parado" y "caminar". En este caso, es imposible diferenciar entre el tiempo que el árbitro está parado o caminando y, por ende, no se puede asignar una velocidad promedio para estas fases.

Como velocidades promedio se consideran las siguientes: caminando, 4.5 km/h (75 m/min); trote 9, km/h (150 m/min); ¾ de velocidad, 15 km/h (250 m/min), y sprint, 24 km/h (400 m/min).

■ **Tabla 5. Conversión de tiempos parciales por nivel de intensidad en distancias recorridas (en metros).**

	Caminar		Trote		¾ velocidad		Sprint		Total		
Juego	1er	2do	1er	2do	1er	2do	1er	2do	1er	2do	total
P1	1 316	1 347	2 639	2 214	484	810	216	18	4 655	4 389	9 044
P13	1 677	1 775	2 221	1 944	889	1 249	0	0	4 787	4 968	9 755
P14	1 650	1 755	1 823	1 755	776	641	0	0	4 249	4 151	8 400
P6	1 482	1 458	2 484	2 268	855	698	450	288	5 271	4 712	9 982
P13	1 725	1 779	1 667	1 559	574	1 024	990	612	4 956	4 974	9 929
P10	1 482	1 455	2 180	2 309	349	383	144	162	4 155	4 308	8 462
P11	1 924	2 001	2 396	1 836	371	630	252	180	4 943	4 647	9 591
P9	1 546	1 424	1 870	2 477	1 238	765	288	54	4 941	4 721	9 662
P10	1 802	1 745	2 295	2 423	439	248	0	0	4 536	4 416	8 952
P12	1 765	1 806	1 735	1 553	214	326	90	72	3 804	3 756	7 560
Prom.	1 637	1 654	2 131	2 034	619	677	243	139	4 630	4 504	9 134
D. E.	181	215	338	348	314	311	301	192	447	379	798

La tabla 5 retoma los datos de la gráfica 2, pero convertidos en distancias recorridas, sin considerar el tiempo de estar parado.

Al evaluar las diferencias de las distancias medias recorridas entre los dos tiempos de cada juego con la prueba "t de Student" para muestras independientes, se encontró sólo una diferencia significativa en la categoría de los sprints ($p \leq 0.04$) a favor del primer tiempo. Aún más, al sumar las distancias de las dos categorías de alta intensidad (promedio del primer tiempo: 862 ± 453 m; y del segundo tiempo: 816 ± 407 m), la diferencia se vuelve insignificante ($p \leq 0.64$). Como la distancia recorrida con ¾ de velocidad aumenta ligeramente en el segundo tiempo, mientras que la de los sprints disminuye, se puede constatar que el árbitro sustituye en el segundo tiempo algunos sprints a máxima intensidad por carreras a submáxima velocidad. Sin embargo, no puede afirmarse si las modificaciones se deben a la fatiga acumulada o a la capacidad del árbitro de "leer" mejor el juego (anticipar mejor la necesidad de acercarse a la posición del balón), lo que, por ende, requiere de una investigación más profunda.

Las demás categorías presentan diferencias que están lejos de ser significativas desde el punto de vista estadístico. Solamente la diferencia entre las distancias totales por tiempo presenta un valor considerable de $p \leq 0.11$, lo que sin embargo no es suficiente para que sea significativa. Sin embargo, la tendencia de la disminución de la distancia recorrida en el segundo tiempo es clara, ya que en siete de los diez juegos se presenta una disminución considerable hasta un máximo de 559 m en el juego número 4.

Naturalmente, hay que ser cuidadosos a la hora de interpretar los datos acerca de las distancias recorridas, ya que se obtuvieron con base en la estimación de distancias medias para cada nivel de intensidad. Por la falta de una medición exacta de las distancias, los valores obtenidos en cada uno de los juegos pueden variar, sobre

todo en cuanto a las carreras de alta velocidad. Aunque resulta valioso comparar nuestros datos con los de las investigaciones que se mencionan en el marco teórico.

El promedio de las distancias totales recorridas por los árbitros de la primera división se encuentra en concordancia con los valores medidos en los años noventa en Europa. Catteral *et al.* (1993), así como Johnston & McNaughton (1994), obtuvieron promedios ligeramente superiores a los de esta investigación (9.44 km y 9.41 km, respectivamente). En el caso del segundo estudio, se reportan los siguientes datos: 18.3% de la distancia total que se recorre es con alta velocidad; nuestros datos revelan el mismo porcentaje: (1 296 + 382) / 9 134 = 1 678 / 9 134 = 18.4%. Los porcentajes de la distancia recorrida con trote y caminando no se pueden comparar, ya que no incluyen, al contrario de nuestro estudio, desplazamientos de espaldas. En el caso del primer estudio citado, se afirma que cada seis segundos ocurre un cambio de intensidad y que la distancia recorrida en el segundo tiempo disminuye en comparación con el primer tiempo; es posible sostener ambas conclusiones con nuestros datos.

En estudios más recientes se reportan distancias totales recorridas significativamente mayores que las que se obtuvieron en nuestra investigación (de 10.07 hasta 11.38 km en promedio). ¿Esto significa que el futbol mexicano de primera división todavía no llega a las exigencias físicas del futbol de elite actual en Europa? Sería importante, entonces, realizar estudios sobre los rendimientos físicos de los jugadores mexicanos para compararlos con datos de otros países. Krustrup y Bangsbo (2001) afirman que los árbitros recorren 16.6% de la distancia total del juego con alta velocidad, lo cual también coincide con nuestros datos; estos autores también constatan la disminución significativa en el segundo tiempo.

D'Ottavio & Castagna (2001) no hallan diferencias entre las distancias recorridas en los dos tiempos; mencionan una duración de los sprints de 2-4 segundos y calculan que 41.7% de la distancia total recorrida se efectúa a más de 13 km/h; sin embargo, este último dato no puede compararse con nuestros resultados por la falta de una medición exacta de las velocidades. La duración promedio de los sprints nos parece ligeramente mayor en la primera división de México, ya que encontramos promedios de 5-6 segundos (véase la gráfica 6).

Castagna, Abt & D'Ottavio (2007) constatan una gran variación entre las cargas físicas de diferentes juegos, tanto respecto a la distancia total recorrida (rango de 9-13 km) como al porcentaje recorrido con alta velocidad (> 18 km/h; rango de 4-18%). En tanto, en nuestra investigación encontramos también grandes variaciones; respecto a la distancia total recorrida, el rango es menor (7.56-9.98 km), mientras que los porcentajes de las distancias recorridas con alta velocidad son más variados (rango de 7.7-32.2%). Sin embargo, los porcentajes no pueden compararse directamente, ya que se refieren a carreras mayores de aproximadamente 12 km/h.

Conclusiones

Se registraron los dos siguientes parámetros de la carga física externa de los árbitros centrales en diez juegos de la primera división y tres juegos de la segunda división del futbol mexicano: *1)* número y *2)* duración de las

fases de una misma intensidad, divididas ambas en cinco niveles (estar parado, caminar, trotar, correr con ¾ de velocidad y correr con máxima velocidad). A partir de estos datos, se pudieron analizar y comparar, respecto a las fases registradas, su frecuencia absoluta y relativa, su tiempo total y relativo y su duración promedio. La comparación se efectuó con base en las diferencias entre los juegos analizados: entre los dos tiempos de cada juego y entre la primera y segunda división.

Al considerar una velocidad de desplazamiento promedio para cada nivel de intensidad, fue posible calcular las distancias recorridas en su totalidad por el árbitro y por el nivel de intensidad, permitiendo, de la misma manera, la comparación entre los diferentes juegos y entre los dos tiempos de cada juego.

Así, como conclusiones principales podemos mencionar los siguientes aspectos:

- En cuanto a los diferentes parámetros de la carga física externa (frecuencia, tiempos y duración de las fases de diferentes niveles de intensidad), se encontró una mayor variación entre los juegos que entre los dos tiempos de un mismo juego.
- No se constataron diferencias significativas entre los parámetros de la carga física externa referente a los dos tiempos de cada juego, a excepción del tiempo total de las fases de sprint en los tres juegos de la segunda división. Además, se encontró una disminución considerable, pero no estadísticamente significativa, de la distancia total recorrida en el segundo tiempo en los diez juegos de la primera división. La misma disminución no significativa se presentó al comparar los índices de la carga total (suma ponderada de las cargas de los diferentes niveles de intensidad).
- Al comparar a la primera y a la segunda divisiones, se encontró un valor significativamente mayor respecto al tiempo total de trote de los árbitros de la segunda división, mientras que el tiempo que el árbitro corre con alta velocidad es mayor en la primera división; sin embargo, esta diferencia no es significativa desde el punto de vista estadístico. Este resultado coincide con la suposición de que los juegos de la primera división son más dinámicos y, por ende, físicamente más exigentes que los de la segunda división.
- La característica principal de la carga externa es la gran variabilidad de la intensidad. Las fases de mayor intensidad (¾ de velocidad y sprints) no superan los diez segundos, mientras que la mayoría de las fases de menor intensidad (recuperación activa) se encuentran en un rango de 10-15 segundos. De esta forma, entonces, el árbitro tiene que ser capaz de aprovechar las pausas cortas para una recuperación rápida.
- El tiempo total de las fases de mayor intensidad oscilan entre 4:30 y 6:15 minutos durante todo el juego. Por la corta duración de estas fases, se presume que el árbitro obtiene su energía por vía anaeróbico-aláctica, mientras que el resto del juego utiliza básicamente el metabolismo aeróbico. Por eso, el metabolismo anaeróbico-láctico no tiene importancia para el árbitro y, por consecuencia, la acumulación de lactato no debe preocupar en su preparación física.

- Cada cinco o seis segundos, en promedio, ocurre un cambio de intensidad, lo que determina la especificidad de la resistencia del árbitro. Este hecho tiene que ser considerado en la preparación física del árbitro e indica una elevada exigencia para la resistencia de la fuerza específica (muchos frenos, arranques y cambios de dirección). Por la misma razón, se requiere dar un énfasis mayor a ejercicios coordinativos, que consideran los cambios entre los diferentes tipos de desplazamientos y de las velocidades.
- Para el árbitro de la primera división mexicana, la distancia total recorrida en el juego es relativamente baja en comparación con las exigencias físicas actuales en las ligas de elite en Europa.
- Al comparar las distancias recorridas con cada nivel de intensidad entre ambos tiempos, se encontró una disminución significativa sólo en lo referente a los sprints, mientras las distancias recorridas con submáxima velocidad fueron mayores en el segundo tiempo. El árbitro, entonces, tiende a evitar las carreras de máxima velocidad en el segundo tiempo y trata de llegar a "la altura del balón" con velocidades menores.

Considerando que se analizaron pocos juegos, resulta importante extender la investigación a más juegos oficiales de diferentes niveles para verificar si la carga externa del árbitro mexicano es, como lo demuestran nuestros resultados, relativamente baja en relación con otros países y en qué aspectos de la actividad física se diferencian los árbitros experimentados de los menos experimentados.

Referencias

Castagna, C. & G. Abt (2003), "Intermatch variation of match activity in elite Italian soccer referees", *Journal of Strength and Condition Research*, núm. 17, pp. 388-392.

Castagna, C., G. Abt & S. D'Ottavio (2007), "Physiological aspects of soccer refereeing performance and training", *Sports Medicine*, núm. 37, pp. 625-646.

Catterall, C., T. Reilly, G. Atkinson & A. Coldwells (1993), "Analysis of the work rates and heart rates of association football referees", *British Journal of Sports Medicine*, núm. 27, pp. 93-96.

D'Ottavio, S. & C. Castagna (2001), "Physiological load imponed on elite soccer referees during actual match play", *Journal for Sports Medicine and Physical Fitness*, núm. 41, pp. 27-32.

Grosser, M., P. Brüggemann & F. Zintl (1990), *Alto rendimiento deportivo-planificación y desarrollo,* México, Roca.

Hohmann, A., M. Kolb & K. Roth (2005), *Handbuch Sportspiel* (Manual de los juegos deportivos), Schorndorf, Karl Hofmann.

Hohmann, A., M. Lames & M. Letzelter (2005), *Introducción a la ciencia del entrenamiento*, Barcelona, Paidotribo.

Johnston, L., & L. McNaughton (1994), "The physiological requirements of soccer refereeing", *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, núm. 26, pp. 67-72.

Krustrup, P., & J. Bangsbo (2001), "Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training", *Journal of Sport Sciences*, núm. 19, pp. 881-891.

Weston, M., C. Castagna, F.M. Impellizzeri, E. Rampinini & G. Abt (2007), "Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates", *Journal of Science and Medicine in Sport*, núm. 10, pp. 390-397.

Carteles de Investigación