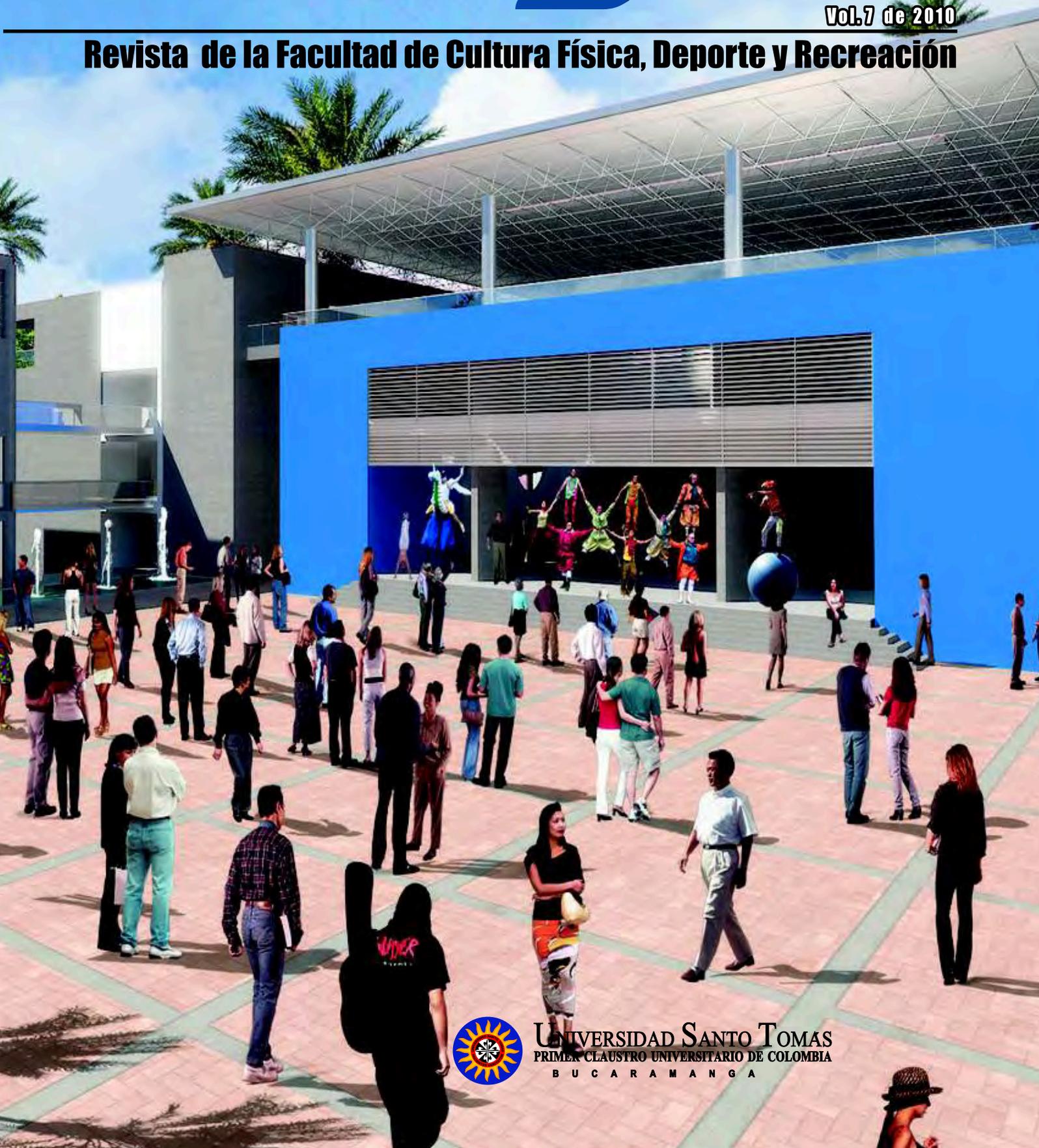


PALESTRÁ

ISSN: 1794-4333

Vol.7 de 2010

Revista de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
BUCARAMANGA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
BUCARAMANGA

DIRECTIVOS

Rector Seccional

Fr. Orlando Rueda Acevedo, O.P.

Vicerrector Académico

Fr. Guillermo Villa Hincapié, O.P.

Vicerrector Administrativo-Financiero

Fr. Rodrigo Arias Duque, O.P.

Decano de División Ciencias de la Salud

Fr. Rodrigo Arias Duque, O.P.

Decano de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación

PCFDR. Mike William Barreto Becerra

Comité Editorial

Sandro Fernandes da Silva
Fundación Universidad de Itúana - Brasil

José Alcides Acero Jáuregui
Instituto de Investigaciones y Soluciones Biomecánicas – Colombia

Doris Argely Duarte Quiroz
Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga-Colombia

Comité Científico

María del Carmen Gómez Cabrera
Universidad de Valencia - España

Vladimir Martínez Bello
Universidad de Valencia - España

Editora
Doris Argely Duarte Quiroz

Corrección de estilo
Ciro Antonio Roza Gauta

Departamento de Publicaciones

C.P. Luz Marina Manrique Cáceres
Directora Departamento de Publicaciones

Diseño y Diagramación
D.G. Olga Lucía Solano Avellaneda

Ilustración interna y Portada de la Revista
Maqueta Virtual del diseño del escenario cubierto cultural y deportivo
para el Campus Deportivo de la Universidad Santo Tomás, Seccional
Bucaramanga. Constructor Arquitectónico Arq. Cristian Melo McCormick.

Impresión
Distrigraf impresores

Universidad Santo Tomás
Seccional Bucaramanga - Colombia
Sede Central: Cra 18 No. 9 - 27.
Tel: 6800801 Ext: 2250 -2251

Diciembre de 2010

Propiedad Intelectual: la Revista Palestra es una publicación de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación.
Cada artículo es responsabilidad de su autor y no refleja la posición de la Revista ni de la Universidad Santo Tomás.

Se autoriza la reproducción de los artículos siempre que se cite el autor y la Revista Palestra.

Agradecemos el envío de una copia de la reproducción a esta dirección.

Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación - Universidad Santo Tomás,

Campus de Floridablanca - Bucaramanga - Colombia

E-mail: palestraustabuca@gmail.com - Tels: 6800801 exts: 2250-2251

Índice

3

Editorial
Un espacio para la Cultura Física, el Deporte y la Recreación

4

Efecto del entrenamiento anaeróbico en los andrógenos plasmáticos como respuesta a una prueba de alta intensidad en niños adolescentes
Federic Derbré, Vladimir Martínez Bello

16

Interferencia de un programa de entrenamiento cruzado en la potencia anaeróbica pico en jóvenes saludables
Sandro Fernandes Da Silva, José Antonio de Paz

26

Estrutura temporal e métodos de ensino em jogos desportivos coletivos.
Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Varley Costa

34

Índice de estimulación eritrocitaria e hipoxia intermitente en un modelo experimental animal: ¿Tiene algún efecto la hipoxia intermitente sobre un parámetro indirecto de lucha contra el dopaje?
Vladimir Essau Martínez Bello, Daniel Adyro Martínez Bello, Fabián Sanchis Gomar

42

Propuesta metodológica del entrenamiento perceptivo visual para arqueros de fútbol
Guillermo Andrés Rodríguez Gómez, Misael Salvador González Rodríguez.

50

Adaptaciones del entrenamiento concurrente de fuerza y aeróbico
Sandro Fernandes Da Silva

58

Análisis comportamental del físico corporal de una muestra de fisicoculturistas de la ciudad de Bucaramanga, (Colombia)
Germán Melo McCormick, María Magdalena Gualdrón

68

O Teaching Games For Understanding (TGFU) como modelo de ensino dos jogos desportivos coletivos
Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Isabel Mesquita, Amândio Braga dos Santos Graça

78

Comparación de dos métodos para el análisis de la composición corporal en tres muestras de diferentes características y de 17 a 60 años
Ana María Reyes Chaparro

91

Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 Años
Antonio Jesús Pérez Sierra

Editorial

La Revista Palestra, publicación anual emanada de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás (Seccional - Bucaramanga), tiene como objetivo primordial presentar a la comunidad académica, nacional e internacional, productos de investigación y avances de las mismas, como también escritos de reflexión y revisión, de acuerdo con las exigencias del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS y el Índice Bibliográfico Nacional PUBLINDEX y expone las normas de publicación necesarias para la presentación de contribuciones académicas. Este espacio, se presenta a la comunidad académica como una forma de expresar desde la Facultad, las funciones de la institución, la docencia, la investigación y la proyección social.

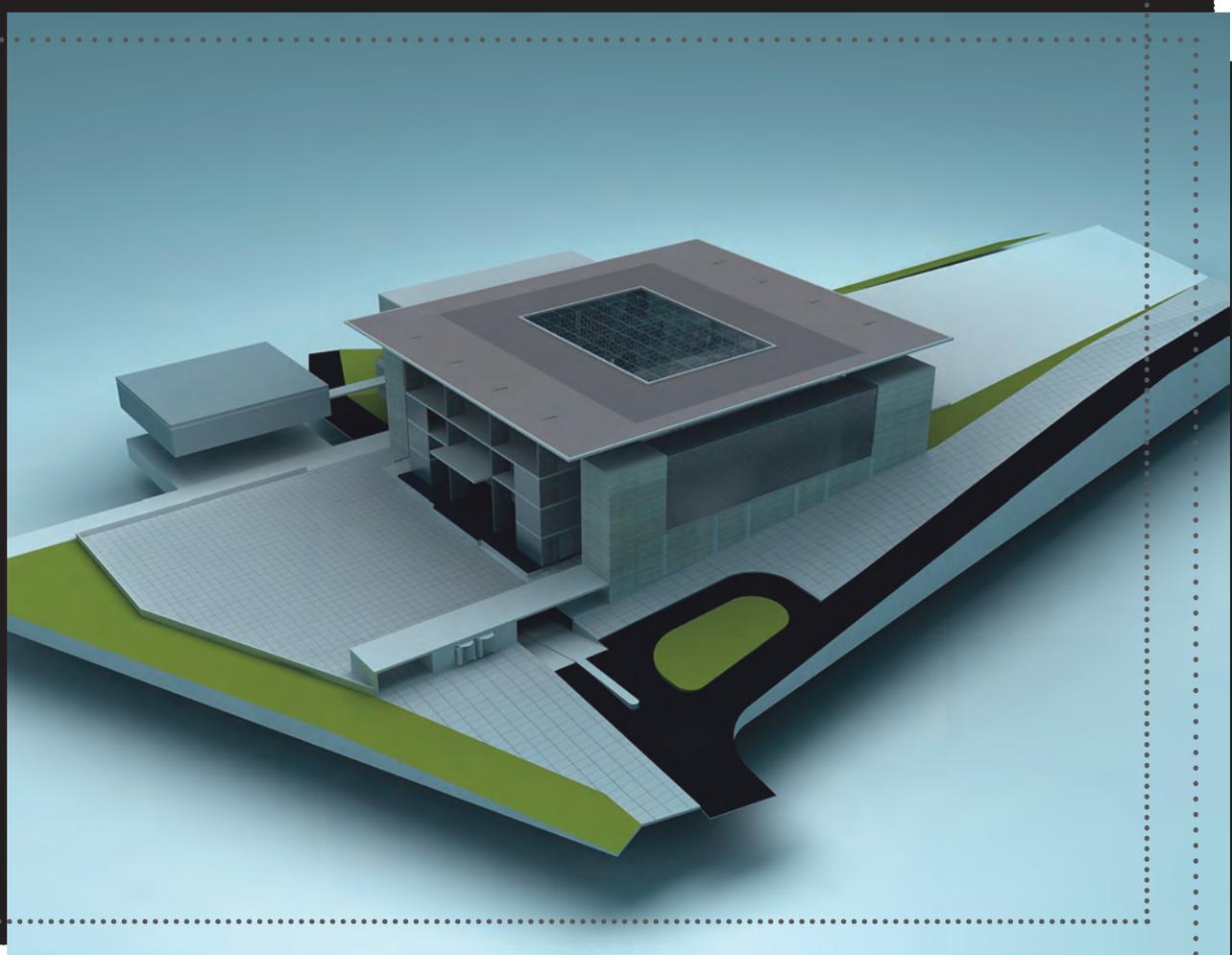
La publicación se constituye con la misión de contribuir al debate de las ideas en torno a la investigación en el área de la Cultura Física, del Deporte y la Recreación. Se presenta la producción que cuenta la colaboración de docentes e investigadores de instituciones nacionales e internacionales, con las cuales se abre un espacio de divulgación, difusión y discusión de los diferentes trabajos, teóricos y de investigación.

La presentación de la revista ha sido motivada por el compromiso intelectual y la necesidad de exponer a un público específico los trabajos desde el marco de la Cultura Física, Deporte y la Recreación; atende al desarrollo de estudios de carácter científico, que permiten aportar a la labor académica investigativa.

Esta edición presenta artículos de Investigación, Reflexión y Revisión, con aportes de Francia, España, Portugal, Brasil y Colombia, los cuales abordan aspectos relativos a temáticas como el Entrenamiento Anaeróbico, de Potencia, Metodologías y Adaptaciones del Entrenamiento, Composición Corporal, Estimulación Eritrocitaria e hipoxia y Pruebas de Dopaje.

Finalmente, se espera que los contenidos de esta edición sean del interés de la comunidad académica, se busca con ellos poder contribuir tanto a la docencia como a la investigación y la práctica en la dinámica de la cultura deportiva en el contexto que para ello permite la proyección social de nuestra institución.

Mike William Barreto Becerra
Decano Académico



Efecto del entrenamiento anaeróbico en los andrógenos plasmáticos como respuesta a una prueba de alta intensidad en niños adolescentes

Federic Derbré

Postgrado en el deporte y la ciencia del ejercicio-Fisiología y Biomecánica en Deporte y Ejercicio-Universidad de Rennes 2 Francia; Maestría en el deporte y la ciencia del ejercicio-Fisiología y Biomecánica en el Deporte y el ejercicio, Universidad de Rennes 2 Francia; Recibido en el examen de la Escuela Normal Superior de Cachan (ENS) - Ciencias del Deporte y el Departamento de Educación Física, Francia. Ph. D. Studen bajo el esquema de supervisión conjunta entre el laboratorio M2S de Rennes 2 de la Universidad (Francia) y FRAG de laboratorio de la Universidad de Valencia (España)
Email: frederic.derbre@hotmail.fr

Vladimir Martínez Bello

Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación-Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga (Col). Candidato a Doctorado Ciencias aplicadas al Deporte - Universidad de Valencia-España. Becario Ph. D. Universidad de Valencia - España, Facultad de Medicina, Departamento de Fisiología.
Email: vladimirmartinezbello@hotmail.com

Resumen

El objetivo del estudio fue investigar el efecto de un programa de entrenamiento anaeróbico durante 6 meses en los niveles de testosterona total (TES) y en la concentración de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual en respuesta a una prueba de alta intensidad (6 segundos) en 12 jóvenes adolescentes (Grupo control n=6; grupo entrenado: n=6). Una prueba anaeróbica fue realizada en un ciclo ergómetro antes (P1) y después del entrenamiento (P2). Las concentraciones totales de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual (SHGB) y de Testosterona (TES) fueron medidas en condiciones de reposo, a los 15 minutos de calentamiento, inmediatamente después de la prueba anaeróbica de 6 segundos y durante la recuperación (5 y 20 minutos). En los resultados se encontró que la concentración plasmática de Testosterona incrementó de manera significativa como respuesta a un ejercicio anaeróbico después de seis meses de entrenamiento anaeróbico. Se encontraron correlaciones significativas entre el umbral de Testosterona y el pico de potencia máxima ($r=0.51$, $p<0.05$). No se encontraron diferencias en la concentración de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual de los grupos reposo y entre los grupos reposo y entrenado. Estos resultados sugieren que un entrenamiento anaeróbico puede incrementar la concentración plasmática de Testosterona como respuesta a un ejercicio anaeróbico en jóvenes adolescentes, probablemente por un incremento en la intensidad del ejercicio.

Palabras clave: Testosterona, ejercicio, adolescente.

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of an anaerobic training program for six months in the levels of total testosterone (TES) and the concentration of the Binding Globulin of sex hormones in response to a trial of high intensity (6 seconds) in 12 young adolescents (control group n = 6; trained group: n = 6). An anaerobic test was performed on a cycle ergometer before (P1) and after training (P2). The total concentrations of binding globulin sex hormone (SHBG) and testosterone (TES) were measured at rest, after 15 minute warm-up, immediately after the 6-second anaerobic test and during recovery (5 and 20 minutes). The results showed that the plasma concentration of testosterone significantly increased in response to anaerobic exercise after six months of anaerobic training. There were significant correlations between the threshold and peak testosterone peak power ($r = 0.51$, $p < 0.05$). There were no differences in the concentration of binding globulin sex hormone-rest group and between groups and trained rest. These results suggest that anaerobic training may increase the plasma concentration of testosterone in response to anaerobic exercise in young adolescents, probably due to an increase in exercise intensity.

Key words: Testosterone, exercise, adolescent.

Efecto del entrenamiento anaeróbico en los andrógenos plasmáticos como respuesta a una prueba de alta intensidad en niños adolescentes*

Vladimir Martínez Bello
Fedreic Derbré

La testosterona (TES) es una hormona esteroidea que puede tener efectos anaeróbicos dentro del tejido músculo-esquelético (Deschenes y Kraemer, 2002). De hecho, esta hormona contribuye al crecimiento muscular no sólo por el incremento en la síntesis de proteínas y disminución de la degradación proteica, sino también a través de la estimulación del desarrollo del sistema nervioso (Brooks et al., 1998). Sin embargo, los efectos anabólicos de la TES dependerán de los cambios en la concentración plasmática de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual (SHBG). De hecho, este transportador de proteínas determina la capacidad de la testosterona para unirse con la albúmina y la magnitud de testosterona libre que interactúa con receptores androgénicos (Hahn et al., 2002). Algunos estudios sugieren que las hormonas andrógenas circulantes están involucradas en el marcado incremento de la fuerza muscular y el rendimiento físico durante la pubertad en niños (Parker et al., 1990; Mero et al., 1991). Sin embargo, los efectos del entrenamiento físico en las concentraciones de TES y SHBG en adolescentes son controversiales. Algunos autores han encontrado incrementos de la concentración basal de TES después de meses de entrenamiento de resistencia (Zakas et al., 1994; Tsolakis et al., 2000). De otra parte, Gorostiaga et al., (1999) no

observaron cambios en los niveles basales de TES después de 6 semanas de entrenamiento de resistencia. Respecto a la concentración de SHBG plasmática, sólo un estudio realizado en jóvenes adolescentes reportó significativamente altos niveles después de 4 meses de entrenamiento de lucha libre (Roemmich and Sinning 1997).

Los efectos del entrenamiento físico en la modificación de la concentración plasmática de TES como respuesta a un ejercicio físico son desconocidos en niños adolescentes. Sin embargo, recientemente se ha sugerido que una respuesta hormonal androgénica después del ejercicio puede también jugar un papel importante en el desarrollo de la fuerza muscular (Graemer and Ratames, 2005; Crewther et al., 2006). Otros estudios han demostrado que un ejercicio anaeróbico incrementa la concentración plasmática de hormonas androgénicas en hombres adultos (Kindermann et al., 1982; Slowinska-Losowska and Majda 2002). Este elevado incremento de la concentración de hormonas andrógenas circulantes incrementa la probabilidad de interacción con receptores localizados en la membrana celular del tejido diana o en los receptores nucleares/citoplasmáticos localizados dentro del tejido diana (Crewther et al., 2006). Así, la repetición de este tipo de ejercicio anaeróbico podría

* El presente artículo de investigación es producto de la tesis de Maestría de los autores: *Catecholamines and the effects of exercise, training and gender*. Investigación avalada por la Université de Rennes 2-ENS Cachan, Rennes, France. Investigación avalada y patrocinada por el Gobierno Francés.

proveer un estímulo eficiente para incrementar la fuerza muscular durante la pubertad. Kraemer et al., (1998) encontraron que el entrenamiento aeróbico incrementa la respuesta en la concentración de TES plasmática frente a un ejercicio de resistencia en hombres adultos. De manera similar, el entrenamiento anaeróbico podría incrementar la concentración plasmática de TES como respuesta a un ejercicio anaeróbico de seis segundos en niños adolescentes y proveer un estímulo alternativo para incrementar la fuerza muscular durante la pubertad.

El propósito de este estudio fue, por tanto, probar la hipótesis que un entrenamiento anaeróbico por seis semanas aumenta los niveles de testosterona y de la Globulina de Unión de la Hormona sexual como respuesta a una prueba anaeróbica de seis segundos en niños adolescentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos

Doce (12) niños voluntarios (14-15 años) participaron en este estudio. Todos los niños fueron, completamente informados del diseño del estudio y los padres dieron por escrito su consentimiento. Las etapas del desarrollo puberal de los niños fueron registradas por un médico con base en la evaluación de características sexuales secundarias según el criterio de Tanner (1962) y por el volumen testicular. Todos los niños fueron clasificados en la etapa Tanner 4. 6 niños fueron escogidos al azar para formar parte del grupo entrenado (GE) que completó un programa de entrenamiento anaeróbico dos a tres veces por semana durante 6 meses. 6 niños fueron destinados al grupo control (GC). Los niños del grupo control fueron físicamente activos pero no estuvieron involucrados en algún programa de entrenamiento durante el periodo de estudio.

El programa de entrenamiento fue exclusivamente anaeróbico, compuesto de cortos e intensos ejercicios destinados a estimular la fuerza muscular y la adquisición de técnica. Las

sesiones de entrenamiento fueron divididas en tres periodos diferentes. Cada sesión inició con un calentamiento que incluyó 10 minutos de carrera y ejercicios de estiramientos. Luego, los jóvenes realizaron ejercicios técnicos específicos para lograr el desarrollo muscular (correr y saltar las escaleras). Finalmente, los jóvenes realizaron cortas carreras de 30 a 80m. El principio de aumento progresivo de las cargas fue aplicado a través del incremento del volumen de las sesiones de entrenamiento anaeróbico (número y duración de los intervalos alta intensidad fueron progresivamente incrementados desde 6 veces -30m hasta 10 veces- 80m). Todas las sesiones de entrenamiento fueron supervisadas por personal profesional.

Los sujetos visitaron el laboratorio antes del entrenamiento (P1) y seis meses después (P2) en dos diferentes días (D1 y D2) separados cada uno de estos últimos por dos semanas.

Procedimiento

El protocolo fue estrictamente el mismo en la jornada P1 y P2 y los niños completaron un examen clínico y electrocardiograma. Se incluyó la determinación de características morfológicas. El porcentaje de grasa corporal fue estimado de acuerdo con el método Salughter (1988). El consumo máximo de oxígeno $\dot{V}O_{2max}$ fue evaluado durante la prueba de ejercicio con una carga constante en un ciclo ergómetro tal como lo describe Astran y Rihming (1954).

Después de 30 minutos de recuperación pasiva en una silla, una prueba de fuerza-velocidad fue realizada con la técnica de Vandewalle (1985). Esta prueba se realiza mediante un ciclo ergómetro (Erogemca, Sessenay, France) y consiste en sucesiones de etapas de alta intensidad de 6 segundos con sobrecargas de 1 Kg. hasta que el sujeto no puede continuar la prueba. Los sujetos descansaron durante 5 minutos entre las etapas sucesivas. La velocidad fue monitorizada con una célula fotoeléctrica fijada en la rueda del ciclo ergómetro. Sólo la máxima velocidad fue estudiada para cada carga de trabajo. La carga correspondiente con la máxima potencia de sa-

lida fue utilizada en la prueba de alta intensidad de 6 segundos en D2.

En D2, la prueba de alta intensidad de seis segundos fue realizada en ausencia de competición o dentro de alguna actividad física exhaustiva, en las 48 horas precedentes al experimento para ambos grupos. Todos los sujetos iniciaron el experimento a las 9:00 a.m., una hora y treinta minutos después de la estandarización del desayuno (10kcal/Kg: 55% carbohidratos, 33% lípidos y 12% proteínas). Al llegar, cada sujeto fue acostado en una cama y un catéter heparinizado fue insertado dentro de la vena antecubital (Insyte-W, 1.2mm o.d. x 30mm). Los sujetos descansaron tranquilamente en posición supina durante 20 minutos y la primera muestra de sangre (7 mL) fue extraída mientras estaban sentados en el ciclo ergómetro con el fin de determinar la concentración en reposo de plasma andrógeno y CA. Después, se realizó un calentamiento durante 15 minutos al 50% del $\dot{V} O_{2max}$. La prueba de alta intensidad de 6 segundos fue realizada a los 3 minutos. Durante este ejercicio, los niños fueron avisados para pedalear por seis segundos lo más rápido posible y contra una carga previamente determinada. La velocidad fue nuevamente monitorizada a través de toda la prueba. La potencia producida y el pico de potencia fueron calculados (\dot{W}_{peak}). V_{peak} correspondió con la máxima velocidad medida durante la prueba de alta intensidad de seis segundos.

Cuatro muestras de sangre venosa (7mL) fueron extraídas: antes del calentamiento, inmediatamente después de terminado el pedaleo, 5 minutos después de terminada la prueba, y 20 minutos después de recuperación. La sangre fue recogida en vacutainers que contenían etilendiaminotetraacético (EDTA) como anticoagulante.

Análisis de sangre

La sangre una vez recogida fue inmediatamente puesta en un ambiente frío. El plasma fue sepa-

rado por centrifugación (3000 g, 5min, 4°C) y sus alícuotas fueron guardadas a -80°C para su posterior análisis. La concentración de lactato plasmático fue determinado enzimáticamente con un analizador de lactato (Microzym, Cetrix, France). El análisis de la concentración total de testosterona fue realizado a través de un radioinmunoensayo con reactivos de un kit de DSL Inc. (USA) de acuerdo a las instrucciones del fabricante. La sensibilidad del ensayo estuvo alrededor de 0.28nmol.l⁻¹. El ensayo interno-externo CVs (%) fue 9.6, 8.1, 7.6 y 8.6, 9.1, 9.4 para concentraciones de 3.26, 24.18, 68 y 2.41, 20.53, 55.41nmol.l⁻¹, respectivamente. La concentración de SHBG fue determinada mediante un ensayo inmunoradiométrico de dos sitios (DSL Inc. USA). El ensayo interno-externo CVs (%) fue 3.7, 1.1, 3.4 y 11.5, 10.3, 8.7 para dosis de 27, 92, 119 y 26, 87, 115nmol.l⁻¹, respectivamente. Los ciclos circadianos son uno de los factores que modifican las concentraciones de andrógenos plasmáticos. Para evitar en cierta medida estas variaciones, las muestras de sangre fueron obtenidas a la misma hora en cada uno de los grupos. De igual manera, las variaciones del volumen plasmático (ΔVP) inducidas por el ejercicio físico fue considerada y los valores de las concentraciones fueron corregidos según la fórmula propuesta por Van Beaumont (Van Beaumont et al., 1972).

Análisis estadístico

Los datos son expresados como medianos. Las características morfológicas y rendimientos fueron analizadas con análisis de la varianza con medidas repetidas en cualquiera de ellos o de tres factores y en el caso de significancia el test *post hoc* Newman-Keul's fue utilizado. La relación entre los parámetros fue evaluado con el producto de correlación de Pearson's. Todo el análisis estadístico fue realizada mediante el programa (Statistica, Versión 6.0, Statsoft, USA). Un valor de $p < 0.05$ fue aceptado como el nivel mínimo de significancia estadística.

RESULTADOS

Características morfológicas y fisiológicas de los sujetos (Tabla 1). Después de 6 meses (P2), los sujetos entrenados (GE) y no entrenados (NE) fueron estadísticamente más altos que antes de iniciar el estudio ($P<0.01$ y $p<0.05$, respectivamente), pero sólo el GE fue estadísticamente más pesado ($p<0.05$). Un incremento significativo en la masa magra corporal se encontró después del entrenamiento anaeróbico en el grupo entrenado ($p<0.05$), mientras no se encontraron diferencias en el grupo no entrenado.

Tabla 1. Características morfológicas de los sujetos antes (P1) y después del entrenamiento (P2).

	GE N=6		GC N=6	
	P1	P2	P1	P2
Edad (años)	14.8 (0.3)	15.2 (0.5)	15.5 (0.3)	16.0 (0.4)
Estatura (cm)	173.2 (2.3)	175.0 (2.6) **	173.9 (2.7)	175.3 (2.8) *
Peso (kg)	60.3 (2.2)	63.5 (2.4) **	63.0 (2.3)	64.3 (3.3)
Grasa (%)	13.2 (0.7)	13.5 (0.9)	14.0 (0.3)	14.1 (0.6)
MCM (kg)	52.3 (1.8)	54.7 (1.9) **	54.2 (1.8)	55.5 (2.8)

Fuente: Los autores

Datos mostrados como media (desviación estándar); MCM: Masa corporal magra

: Diferencias significativas entre P1 y P2 ($P<0.05$, ** $P<0.01$)

Rendimientos de los sujetos (Tabla 2). Los rendimientos determinados durante la prueba anaeróbica de seis segundos son mostrados en la Tabla 2. El pico de potencia absoluta (\dot{W}_{peak}) fue significativamente mayor en P2 comparado a P1 solamente en el grupo entrenado ($p<0.05$). No se encontraron diferencias entre los rendimientos relativos determinados en P1 y P2. El pico de potencia absoluta relacionada con el peso corporal o la masa magra corporal fue significativamente alto en el grupo entrenado comparado con el grupo no entrenado a los seis meses.

Tabla 2. Rendimiento de niños adolescentes a una prueba de alta intensidad de 6 segundos antes (P1) y después del entrenamiento (P2).

	GE N=6		GC N=6	
	P1	P2	P1	P2
\dot{W}_{peak} (W)	842 (47)	932 (64) *	760 (40)	815 (47)
\dot{W}_{peak} (W.kg ⁻¹)	14.3 (1.0)	15.0 (0.6)	12.16 (0.8)	12.7 (0.9) f
\dot{W}_{peak} (W.kg.LBM ⁻¹)	16.4 (0.9)	17.4 (0.7)	14.1 (0.8)	14.6 (1.2) f

Fuente: Los autores

Datos mostrados como media (desviación estándar); \dot{W}_{peak} pico de potencia, valores de Potencia están relacionados con la masa corporal (W.kg⁻¹) y con la masa corporal magra (W.kg.masa corporal magra⁻¹)

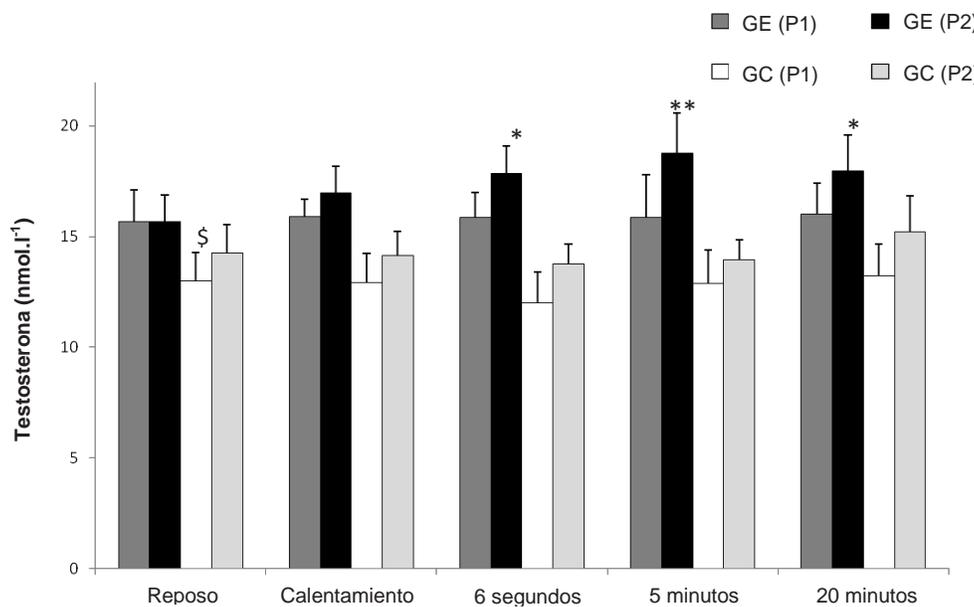
: Diferencias significativas entre P1 y P2 ($P<0.05$)

f: Diferencias significativas entre GE y GC en P2 (f $P<0.05$)

Concentración plasmática total de testosterona (Fig. 1). En P1, la concentración total de testosterona plasmática en reposo y después del ejercicio fue similar en los dos grupos. Después de 6 meses (P2), la concentración plasmática total de

testosterona determinada después de la prueba de alta intensidad de 6 segundos y durante el periodo de recuperación fue significativamente mayor que los valores en reposo sólo del grupo entrenado ($p < 0.05$).

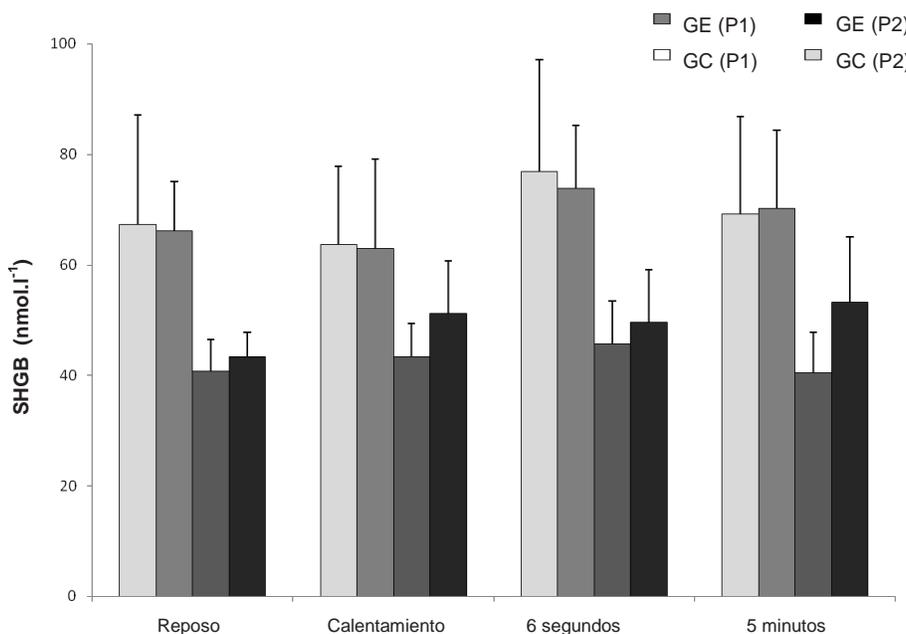
Figura 1. Concentración plasmática total de Testosterona determinada en reposo, al calentamiento, al finalizar la prueba de alta intensidad de 6 segundos y durante la recuperación en GE y GC antes y después del entrenamiento. Datos mostrados como media (\pm desviación estándar). *: Diferencias significativas entre valores en reposo (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$). \$: Diferencias significativas entre GE y GC (\$ $P < 0.05$)



Fuente: Los autores.

Concentraciones plasmáticas de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual (SHBG) (Fig. 2). No se encontraron diferencias significativas en la concentración de SHBG de los valores reposo después del ejercicio y durante la recuperación en cualquier periodo. No se encontraron diferencias significativas entre el grupo entrenado y no entrenado en la concentración de SHBG medidas en reposo, después de una prueba anaeróbica de 6 segundo y durante la recuperación en cualquier periodo.

Figura 2. Concentración plasmática total de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual (SHGB) determinada en reposo, al calentamiento, al finalizar la prueba de alta intensidad de 6 segundos y durante la recuperación en GE y GC antes y después del entrenamiento. Datos mostrados como media (\pm desviación estándar).



Fuente: Los autores

Correlaciones: Todas las correlaciones fueron establecidas con los valores juntos de los sujetos entrenados y no entrenados antes y después del periodo de entrenamiento ($n=24$). Los valores de los picos de potencia absoluta \dot{W}_{peak} fueron correlacionados positivamente con la concentración plasmática de testosterona al final del ejercicio anaeróbico ($r=0.41$; $p<0.05$) y después de 5 minutos de recuperación ($r=0.51$; $p<0.01$).

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue investigar los efectos del entrenamiento anaeróbico en las respuestas plasmática de Testosterona y de la Globulina de Unión de la Hormona Sexual SHBG como respuesta a un ejercicio anaeróbico en niños adolescentes. La mayor conclusión de este estudio fue que el ejercicio anaeróbico produce

un incremento en la concentración plasmática de testosterona después de un periodo de entrenamiento anaeróbico en niños adolescentes. La correlación entre la concentración plasmática de testosterona después del ejercicio y el pico de potencia absoluta también se observó, sugiere que la intensidad del ejercicio modula la testosterona plasmática como respuesta al ejercicio.

Después del entrenamiento (P2), no se encontraron cambios en la concentración de SHBG en reposo del grupo entrenado. Este resultado sugiere que las concentraciones plasmáticas basales de SHBG no están influenciadas por el entrenamiento anaeróbico en niños adolescentes. Sólo un estudio también ha investigado los efectos del entrenamiento físico en la concentración plasmática de SHBG. Además, Roemmich and Sinning (1997) han reportado incrementos significativos en la concentración plasmática de

SHGB en reposo después de 4 meses de entrenamiento de lucha libre. Varias hipótesis podrían explicar estos resultados conflictivos. Primero, podría ser que debido al proceso de maduración de la pubertad este no haya sido completado en nuestros sujetos. En el presente estudio, la concentración plasmática de SHGB en reposo antes del entrenamiento en todos los grupos fue mayor que aquellos observados normalmente en niños adolescentes de la misma etapa Tanner (Elmlinger et al., 2002). Debido a la disminución en los niveles de SHGB ocurrida durante la pubertad, parece probable que el proceso de maduración de la pubertad ha limitado el posible incremento en la concentración plasmática de SHBG causada por el entrenamiento. Segundo, una disminución en reposo de la concentración plasmática de testosterona y la masa corporal después del entrenamiento ha sido observada por Roemmich y Sinning (1997). Ha sido demostrado que la disminución de estos dos parámetros contribuyen a elevar la concentración plasmática de SHGB (Von Schoultz y Carlstrom, 1998). Estos resultados no han sido reportados en el presente estudio lo cual puede explicar, en parte, la falta de cambios en la concentración plasmática de SHBG.

No se encontraron diferencias en la concentración plasmática de SHBG entre el grupo entrenado y no entrenado. Además, la respuesta de SHBG al entrenamiento parece no haber sido alterada por el entrenamiento anaeróbico. Basado en nuestro conocimiento, ningún estudio ha investigado las respuestas de SHBG al ejercicio en niños adolescentes. Sin embargo, nuestros resultados están de acuerdo con los encontrados por Kraermer et al. (1998) y Slowinska-Losowska y Majda (2002), quienes han reportado que en hombres adultos no hay cambios en la concentración plasmática de SHBG como respuesta a ejercicios de resistencia y carrera de 400 metros. En contraste, algunos estudios reportaron concentraciones de SHGB significativamente mayores en respuesta al ejercicio en hombres adultos (Gray et al., 1993; Bonifazy y Lupo 1996) pero sus protocolos difieren de los usados por nosotros. En estos estudios, la con-

centración plasmática de SHBG no fue corregida por ΔPV (Gray et al., 1993) o las muestras de sangre fueron recogidas por la tarde (Bonifazy y Lupo 1996) mientras que las de nuestro estudio fueron recogidas por la mañana.

La concentración plasmática en reposo de TES en P1 fue significativamente alta en el grupo entrenado que en el grupo control, que sugirió una pequeña diferencia inicial con relación a la maduración sexual entre los dos grupos. Es más, Elmlinger et al., (2002) han reportado que la concentración plasmática en reposo de TES en la etapa 4 de Tanner está entre 15 y 16 nmol.l-1. Los valores del grupo entrenado se encuentran dentro de este rango, pero los valores del grupo control son menores. Este resultado sugiere que la etapa de madurez de los dos grupos fue ligeramente diferente. Sin embargo, no hubo más diferencias significativas entre los grupos con relación a la concentración plasmática en reposo en P2, lo que sugiere que la diferencia inicial reportada en P1 (al inicio del experimento) debería ser considerada insignificante. Además, en P2 no se encontraron cambios significativos en la concentración plasmática en reposo de TES. Este último resultado sugiere que el entrenamiento anaeróbico no influye en la concentración plasmática en reposo de TES. Muchas hipótesis podrían explicar la ausencia de cambios en la concentración plasmática en reposo de TES en el grupo entrenado después de P2. Primera, que el reducido número de sujetos no permitiría observar diferencias. Segundo, el tipo de entrenamiento podría ser determinante, el cual es sólo basado en ligeros ejercicios de desarrollo muscular y repeticiones anaeróbicas de corta distancias (4-10 segundos). Por tanto, se puede asumir que la intensidad del ejercicio y el volumen podría no ser suficiente para lograr un incremento en la concentración plasmática en reposo de testosterona. De hecho, Tsolakis et al., (2000) han reportado un incremento de los niveles basales de testosterona en jóvenes adolescentes en respuesta a programas cortos de entrenamiento físico (2 y 3 meses) que incluyeron intensas sesiones de entrenamiento de resistencia.

Antes del periodo de entrenamiento (P1), no se encontraron diferencias entre los dos grupos respecto a la concentración plasmática de testosterona como respuesta a una prueba anaeróbica de 6 segundos. Después de seis meses de entrenamiento (P2), se encontró una diferencia significativa en la concentración plasmática de testosterona en respuesta a un ejercicio anaeróbico de 6 segundos, a los 5 y 20 minutos de recuperación solamente reportada en el grupo entrenado. Agudas inducciones por el ejercicio en el incremento de la concentración plasmática de testosterona ha sido sugerido según la intensidad y duración del ejercicio (Kindermann et al., 1982; Tremblay et al., 2005).

En nuestro estudio, el pico de potencia absoluta al finalizar el experimento se incrementó sólo en el grupo entrenado. Se encontró una correlación significativa entre el pico de potencia y la concentración plasmática de testosterona al finalizar el ejercicio anaeróbico y a los 5 minutos de recuperación. Esto sugiere que una determinada intensidad del ejercicio es requerida para producir un incremento de la concentración plasmática de testosterona en respuesta a un ejercicio anaeróbico en niños adolescentes. Estos incrementos en la concentración plasmática de testosterona después del ejercicio pueden estar atribuidos a la hemoconcentración (Kindermann et al., 1982), a una reducción metabólica de la tasa de aclaramiento de la testosterona, resultando desde el descenso del flujo hepático sanguíneo (Cadoux-Hudson et al., 1985) y/o un incremento de la secreción de las gónadas (Cumming et al., 1986).

En el presente estudio, la hemoconcentración no puede estar involucrada debido a que todas las concentraciones fueron corregidas por ΔPV . Además, la duración de la prueba anaeróbica de 6 segundos parece ser demasiado corta para modificar de manera significativa el flujo hepático sanguíneo y consecuentemente, la tasa de aclaramiento de la testosterona. Sin embargo, no podemos excluir la influencia del calentamiento en este factor, incluso si la disminución de la tasa de aclaración de la testosterona ha sido

demostrada sólo después de una hora de ejercicio moderado (Cadouz-Hudson et al., 1985).

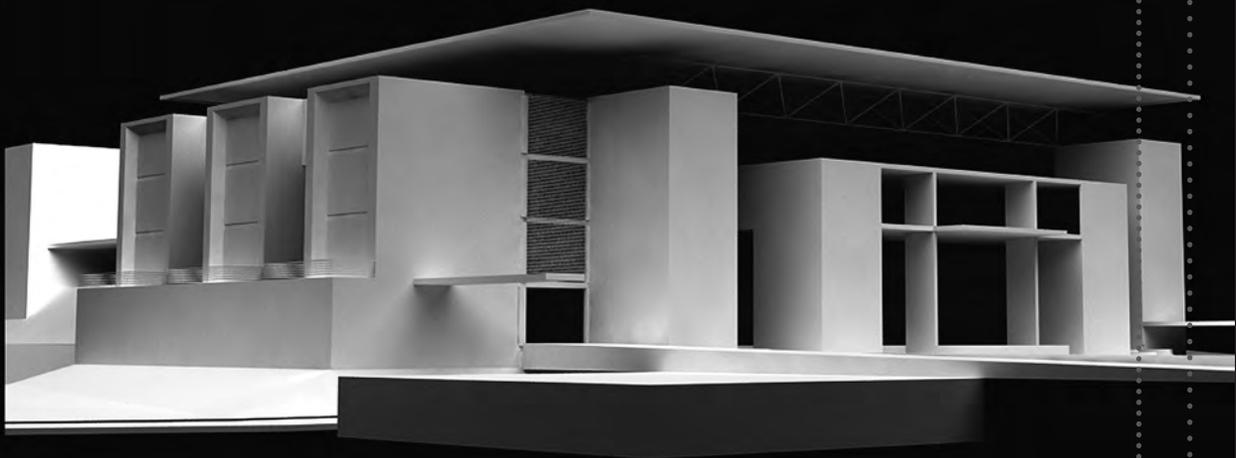
Finalmente, el incremento de la concentración plasmática de testosterona puede ser el resultado causado por una mejora de la secreción gonadal. Tanto la hormona luteinizante como la hormona folículo estimular podrían jugar un papel importante en la elevación de la secreción gonadal. De hecho, Slowinska-Lisowska y Majda (2002) han mostrado un incremento de la concentración plasmática de testosterona en hombres adultos después de un ejercicio anaeróbico que estuvo acompañado por una elevación de los niveles de gonadotropinas. De otro modo, ha sido demostrado en hombres adultos que 15 minutos de ejercicio al 50 % $\dot{V}O_{2max}$, consumo que corresponde en nuestro estudio con el calentamiento, contribuye a incrementar de manera significativa la concentración plasmática de testosterona sin ningún efecto sobre los niveles de gonadotropinas (Vogel et al., 1985). Por tanto, la influencia de las gonadotropinas en el incremento de la concentración plasmática de testosterona es probablemente menos importante durante el calentamiento que durante la prueba anaeróbica. Sin embargo, a pesar que las gonadotropinas (luteinizante y folículo estimulante) no fueron medidas, es difícil asegurar si influyen en la respuesta de testosterona plasmática en nuestro estudio.

En resumen, los resultados presentados en el presente estudio demuestran que el entrenamiento anaeróbico incrementa la testosterona plasmática en respuesta al ejercicio anaeróbico en niños adolescentes, en parte por el incremento de la intensidad del ejercicio. Además, mediante el incremento repetido de testosterona plasmática, el entrenamiento anaeróbico podría constituir un elemento de soporte en la remodelación del músculo esquelético y su adaptación a largo plazo. Sin embargo, futuros trabajos relacionados con respuestas anabólicas y catabólicas al ejercicio físico son necesarios para entender el efecto del entrenamiento anaeróbico en el sistema endocrino de niños adolescentes.

REFERENCIAS

- Astrand, P. O. and I. Ryhming (1954). "A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during sub-maximal work." *J Appl Physiol* 7(2): 218-21
- Bonifazi, M. and C. Lupo (1996). "Differential effects of exercise on sex hormone-binding globulin and non-sex hormone-binding globulin-bound testosterone." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 72(5-6): 425-9
- Botcazou et al; *Effect of training and detraining on catecholamine responses to sprint exercise in adolescent girls. European journal of applied physiology* 97(1):68-75, 2006 May
- Brooks, B. P., D. E. Merry, et al. (1998). "A cell culture model for androgen effects in motor neurons." *J Neurochem* 70(3): 1054-60
- Cadoux-Hudson, T. A., J. D. Few, et al. (1985). "The effect of exercise on the production and clearance of testosterone in well trained young men." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 54(3): 321-5.
- Crewther, B., J. Keogh, et al. (2006). "Possible stimuli for strength and power adaptation: acute hormonal responses." *Sports Med* 36(3): 215-38.
- Cumming, D. C., L. A. Brunsting, 3rd, et al. (1986). "Reproductive hormone increases in response to acute exercise in men." *Med Sci Sports Exerc* 18(4): 369-73.
- Deschenes, M. R. and W. J. Kraemer (2002). "Performance and physiologic adaptations to resistance training." *Am J Phys Med Rehabil* 81(11 Suppl): S3-16
- Elmlinger, M. W., W. Kuhnel, et al. (2002). "Reference ranges for serum concentrations of luteinizing hormone (LH), follicle-stimulating hormone (FSH), estradiol (E2), prolactin, progesterone, sex hormone-binding globulin (SHBG), dehydroepiandrosterone sulfate (DHEAS), cortisol and ferritin in neonates, children and young adults." *Clin Chem Lab Med* 40(11): 1151-60
- Fahrner, C. L. and A. C. Hackney (1998). "Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG)." *Int J Sports Med* 19(1): 12-5
- Gorostiaga, E. M., M. Izquierdo, et al. (1999). "Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80(5): 485-93
- Gray, A. B., R. D. Telford, et al. (1993). "Endocrine response to intense interval exercise." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 66(4): 366-71
- Jezova, D., M. Vigas, et al. (1985). "Plasma testosterone and catecholamine responses to physical exercise of different intensities in men." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 54(1): 62-6
- Kahn, S. M., D. J. Hryb, et al. (2002). "Sex hormone-binding globulin is synthesized in target cells." *J Endocrinol* 175(1): 113-20
- Kindermann, W., A. Schnabel, et al. (1982). "Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 49(3): 389-99
- Kraemer, W. J. and N. A. Ratamess (2005). "Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training." *Sports Med* 35(4): 339-61
- Kraemer, W. J., R. S. Staron, et al. (1998). "The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 78(1): 69-76
- Lakomy, H. K. (1986). "Measurement of work and power output using friction-loaded cycle ergometers." *Ergonomics* 29(4): 509-17.
- Mayerhofer, A., A. Bartke, et al. (1993). "Catecholamines stimulate testicular steroidogenesis in vitro in the Siberian hamster, *Phodopus sungorus*." *Biol Reprod* 48(4): 883-8
- Mayerhofer, A., A. Bartke, et al. (1989). "Catecholamine effects on testicular testosterone production in the gonadally active and the gonadally regressed adult golden hamster." *Biol Reprod* 40(4): 752-61
- Mero, A., L. Jaakkola, et al. (1991). "Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys." *J Sports Sci* 9(2): 161-71

- Parker, D. F., J. M. Round, et al. (1990). "A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence." *Ann Hum Biol* 17(3): 199-211
- Roemmich, J. N. and W. E. Sinning (1997). "Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones." *J Appl Physiol* 82(6): 1760-4
- Slaughter, M. H., T. G. Lohman, et al. (1988). "Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth." *Hum Biol* 60(5): 709-23
- Slowinska-Lisowska, M. and J. Majda (2002). "Hormone plasma levels from pituitary-gonadal axis in performance athletes after the 400 m run." *J Sports Med Phys Fitness* 42(2): 243-9
- Tanner, J. (1962). *Growth in adolescence*. Oxford, Blackwell
- Tremblay, M. S., J. L. Copeland, et al. (2005). «Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males.» *Eur J Appl Physiol* 94(5-6): 505-13
- Tsolakis, C., D. Messinis, et al. (2000). "Hormonal Responses After Strength Training and Detraining in Prepubertal and Pubertal Boys." *The Journal of Strength and Conditioning Research* 16: 399-404
- Van Beaumont, W., J. E. Greenleaf, et al. (1972). "Disproportional changes in hematocrit, plasma volume, and proteins during exercise and bed rest." *J Appl Physiol* 33(1): 55-61
- Vandewalle, H., G. Peres, et al. (1985). "All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers. A comparative study on men and women." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 54(2): 222-9
- Vogel, R. B., C. A. Books, et al. (1985). "Increase of free and total testosterone during submaximal exercise in normal males." *Med Sci Sports Exerc* 17(1): 119-23
- von Schoultz, B. and K. Carlstrom (1989). "On the regulation of sex-hormone-binding globulin—a challenge of an old dogma and outlines of an alternative mechanism." *J Steroid Biochem* 32(2): 327-34
- Zakas, A., K. Mandroukas, et al. (1994). "Physical training, growth hormone and testosterone levels and blood pressure in prepubertal, pubertal and adolescent boys." *Scand J Med Sci Sports* 14: 113-118
- Zouhal, H., C. Jacob, et al. (2001). «Effect of training status on the sympathoadrenal activity during a supramaximal exercise in human." *J Sports Med Phys Fitness* 41(3): 330-6



INTERFERENCIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CRUZADO EN LA POTENCIA ANAERÓBICA PICO EN JOVENES SALUDABLES

Sandro Fernandes Da Silva

Graduação em Educação Física, Universidade Santa Cecília, UNISANTA, Santos, Brasil. Doutorado em Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte. Universidad de Leon, UNILEON, Espanha. Docente: Fundação Universidade de Itaúna, Faculdade de Educação Física - Brasil; Universidade Vale do Rio Verde - UNINCOR, Brasil; Universidade Federal de Lavras - MG - Brasil.

Email: sandrofs@uit.br; sandrofs@gmail.com

José Antonio de Paz

Médico, Universidad de Oviedo, España; Especialista en Medicina Deportiva, Universidad de Strasburg, Francia; Doctor en Medicina y Cirugía, Universidad de Salamanca, España. Docente Departamento de Fisiología Universidad de León, León- España.

Email: dfiapf@unileon.es

Resumen

El entrenamiento cruzado de fuerza y aeróbico pueden interferir en los parámetros de rendimiento tanto en una como en otra capacidad específica. Siendo un conflicto evidente que el desarrollo de los componentes del entrenamiento de fuerza y endurance, cuando aplicados simultáneamente van dificultar el desarrollo de algún de estos parámetros. Nuestro estudio propuso investigar las variaciones que ocurren en el potencia anaeróbica pico siendo 6 semanas de entrenamiento aeróbico y 6 semanas de entrenamiento de fuerza. Participaron del estudio 33 jóvenes, con una edad media de $22,57 \pm 3$ años. Los voluntarios del estudio fueron divididos en 3 grupos, siendo 11 en cada uno de los grupos, estos fueron denominados Grupo Control (GC), Grupo Aeróbico-Fuerza (G1) y Grupo Fuerza-Aeróbico (G2). El G1 presento aumentos entre los momentos pero no significativo, ya el G2 presento un aumento significativo en la potencia anaeróbica entre los momentos 1-2 y 1-3, pero, entre los momentos 2-3 no presento ningún incremento. Fue posible verificar un aumento en la potencia anaeróbica como respuesta al entrenamiento de fuerza de 6 semanas. Identificamos aún una interferencia del entrenamiento aeróbico sobre el de fuerza y al revés, elucidando que el entrenamiento cruzado puede interferir en el parámetro de rendimiento estudiado.

Palabras Claves: Entrenamiento cruzado; Interferencia negativa; Potencia anaeróbica pico.

Abstract

The training crossed strength and aerobic training they can interfere in the parameters of so much performance in an as in another specific capacity. Being an evident conflict that the development of the components of the training of strength and endurance, when applied simultaneously they go to complicate the development of some of these parameters. Our study proposes to investigate the variations that occur in the peak anaerobic power being 6 weeks of aerobic training and 6 force training weeks. They participated of the study 33 youths an average age of 22.57 ± 3 years. The volunteers of the study were divided into 3 groups, being 11 in each one of the groups, these they were called Group Control (GC), Group Aerobic-Strength (G1) and Strength-Aerobic Group (G2). The G1 present increases between in the moments but not significant, already the G2 present an increase significant in the anaerobic power between the moments 1-2 and 1-3, but, among the moments 2-3 no increment present. We identify still an interference of the aerobic training on that of strength, and also upside down, elucidating that the training crossed can interfere in the parameter of performance studied.

Key Words: Crossed training; Negative interference; Anaerobic power.

INTERFERENCIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CRUZADO EN LA POTENCIA ANAERÓBICA PICO EN JOVENES SALUDABLES*

Sandro Fernandes Da Silva
José Antonio de Paz

Por actividad física se entiende cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que supone un aumento significativo del consumo o gasto energético. Por tanto, la actividad física es una conducta compleja que, aunque resulta difícil medir, puede ser valorada directa o indirectamente según el costo energético que conlleva: tareas caseras y cotidianas, actividades laborales, acondicionamiento general o la práctica de deportes. El acondicionamiento físico depende de la cantidad de oxígeno que la musculatura puede utilizar y de la cantidad metabólica de los mismos, además de la masa corporal y de múltiples mecanismos reguladores¹.

El metabolismo anaeróbico abarca todos aquellos procesos que permiten la resíntesis de ATP en ausencia de oxígeno². En el contexto de la Fisiología del Ejercicio el término potencia se reserva para la velocidad a la cual se realiza trabajo, mientras que el término capacidad tiene el significado de trabajo total efectuado independientemente del tiempo invertido en llevarlo a cabo. Sin embargo, un error excesivamente frecuente consiste en hacer equivalentes el trabajo total realizado durante un esfuerzo que produce el

agotamiento en poco tiempo (30 segundos a 2-3 minutos) con la capacidad anaeróbica, cuando una parte importante de la energía necesaria para efectuar ese esfuerzo procede del metabolismo aeróbico². La capacidad anaeróbica es la cantidad máxima de ATP resintetizada por el metabolismo anaeróbico (de la totalidad del organismo) durante un tipo específico de esfuerzo máximo, de corta duración³. La potencia anaeróbica se define entonces como: la velocidad máxima a la cual el metabolismo anaeróbico (de la totalidad del organismo) puede resintetizar ATP, durante un esfuerzo máximo de corta duración⁴.

El entrenamiento de sobrecarga aeróbica mejora de manera significativa una variedad de capacidad es funcionales relacionadas con el transporte y utilización del oxígeno. El músculo entrenado aeróbicamente exhibe una mayor capacidad de oxidar carbohidratos durante el ejercicio máximo, efecto este producido por un aumento en la capacidad oxidativa de las mitocondrias^{5,6}. Además, ocurre también un aumento en la capacidad del músculo de captar y oxidar lípidos, que es proporcionado por el aumento de la densidad capilar del músculo, que permite una

* El presente artículo de investigación es producto del informe final, en el marco de la tesis doctoral: Efectos de la interferencia del entrenamiento cruzado de fuerza y aeróbico en los parámetros de rendimiento en miembros inferiores. Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León - España.

1. Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence aerobic fitness. *Sports Med.* 35 (9): 757-777, 2005.
2. Green, S. A definition and systems view of anaerobic capacity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 69: 168-173, 1994.
3. Zajac, A., Jarzabek, R., Waskiewicz, Z. The diagnostic value of the 10-and 30-second Wingate test for competitive athletes. *J. Strength Cond. Res.* 13: 16-19, 1999.
4. Koziris, L.P., Kraemer, W.J., Patton, J.F., Triplett, N.N., Fry, A.C., Gordon, S.E., Knuttgen, H.G. Relationship of aerobic power to anaerobic performance indices. *J. Strength Cond. Res.* 10: 35-39, 1996.
5. Coggan, A.R., Raguso, S.A., Williams, B.D., Sidossis, L.S., Gastaldelli, A. Glucose kinetics during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained humans. *J. Appl. Physiol.* 78: 1203-1207, 1995.
6. Azevedo, J.L., Linderman, J.K., Lehman, S.L., Brooks, G.A. Training decreases muscle glycogen turnover during exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 78 (6): 479-486, 1998.



mayor área de la superficie para la captación de los ácidos grasos libres en la sangre y por una mayor actividad de las enzimas que movilizan y metabolizan lípidos^{7,8}.

Las adaptaciones del entrenamiento de fuerza son relacionadas con la estructura anatómica del músculo esquelético⁹. Las mejoras que ocurren en la fuerza muscular durante las primeras semanas de un programa de entrenamiento son debido a la facilitación neuronal, que acarrea en la activación completa de las unidades motoras y de los grupos musculares, una vez que este rápido aumento de la fuerza no están relacionados con un aumento en la área de sección transversal del músculo^{10,11}. Otra adaptación al entrenamiento de fuerza son los aumentos significativos en la actividad de las enzimas involucradas en la vía glucolítica en especial la fosfofructoquinasis, principalmente en las fibras tipo II, que son las reclutadas con mayor eficacia durante el entrenamiento con pesas^{12,13}.

El American College Sports Medicine (ACSM, 2002)¹⁴ hoy en día recomienda el entrenamiento concurrente como una prescripción efectiva de la actividad física para la población en general.

Muchos autores dicen que el entrenamiento cruzado y/o de fuerza y aeróbico pueden interferir en los parámetros de rendimiento tanto de una como en la otra capacidad específica. Es un conflicto evidente que el desarrollo de los componentes de entrenamiento de fuerza y de resistencia aeróbica, cuando aplicados simul-

táneamente dificultan el desarrollo de alguno de estos parámetros¹⁵. En las últimas décadas, se empezó a estudiar más el desarrollo de la fuerza y de la endurance en el entrenamiento combinado. La mayoría de los estudios apuntan que algunas de las adaptaciones pueden ser perjudicadas, sobretodo las adaptaciones de fuerza durante el entrenamiento combinado¹⁶.

En la misma línea de raciocinio otros estudios¹⁷, comentan que a pesar de que muchas de las adaptaciones son específicas para cada entrenamiento, algunas respuestas aeróbicas pueden influir negativamente en el desempeño de la fuerza. Como es, por ejemplo, la hipertrofia del músculo, generalmente asociada al entrenamiento de fuerza. Y que disminuye el potencial oxidativo del músculo esquelético, siendo estas 2 adaptaciones contraproducentes para un buen desarrollo de una adaptación efectiva de cada uno de los entrenamientos.

En razón de lo anteriormente expuesto queremos probar la hipótesis que el entrenamiento cruzado de fuerza y aeróbica produce una interferencia negativa en la potencia anaeróbica pico.

OBJETIVO

Identificar la potencia anaeróbica pico, en un grupo de sujetos físicamente activos, y seguir los efectos que el entrenamiento cruzado aeróbico y de fuerza puede provocar en esta variable.

7. Tunstall, R.J., Mehan, K.A., Wadley, G.A., Collier, G.R., Bonen, A., Hargreaves, M., Cameron-Smith. Exercise training increases lipid metabolism gene expression in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 283: E66-E72, 2002.
8. HOWARTH, K.R., LEBLANC, P.J., HEIGENHAUSER, J.F., GIBALA, M.J. Effect of endurance training on muscle TCA cycle metabolism during exercise. *J. Appl. Physiol.* 97: 579-584, 2004.
9. Fry, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med.* 34: 663-679, 2004.
10. Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.F., Lesmes, G.R., Witzmann, F.A. Adaptations in skeletal muscle following strength training. *J. Appl. Physiol.* 46 (1): 96-99, 1979.
11. Leong, B., Kamen, G., Patten, C., Burke, J. Maximal motor unit discharge rates in the quadriceps muscles of older weight lifters. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 1638-1644, 1999.
12. Tesch, P., Komi, P.V., Häkkinen, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. *Int. J. Sports Med.* 8: 66-99, 1987.
13. Harber, M.P., Fry, A.C., Rubin, M.R., Smith, J.S., Weiss, L.W. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 14: 176-185, 2004.
14. ACSM. Positions Stand: Progressive models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 364-380, 2002.
15. Hennessy, L.C., Watson, A.W.S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J. Strength Cond. Res.* 8: 12-19, 1994.
16. Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B., Logan, P. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J. Strength Cond. Res.* 17: 503-508, 2003.
17. Bishop, D., Jenkins, D.G., Mackinnon, L.T., Mceniery, M., Carey, M.F. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 886-891, 1999.

METODOLOGÍA

Muestra

Participaron del estudio 33 jóvenes del sexo masculino con una edad media de $22,57 \pm 3,16$ años, estudiantes de la facultad de la Educación Física de la Universidad de Itaúna, los mismos no son practicantes de deportes de carácter competitivo.

Los voluntarios del estudio fueron divididos en 3 grupos, 11 en cada uno, fueron llamados: Grupo Control (GC), Grupo Aeróbico-Fuerza (G1) y Grupo Fuerza-Aeróbico (G2). Cada sujeto fue informado sobre los riesgos y beneficios del estudio, ellos conocían su derecho de retirarse del estudio en cualquier momento, y después firmaron un termino de consentimiento libre y esclarecido, aprobado por el comité de ética de la Universidad de Itaúna sobre el número de protocolo 018/05. En la Tabla 1 están descritas las características físicas de los sujetos.

Tabla 1- Características Físicas de los Sujetos

n	Edad (años)	Talla (Cm)	Massa (Kg)	%G
33	$22,58 \pm 3,16$	$175,07 \pm 5,56$	$71,38 \pm 8,57$	$11,56 \pm 5,30$

Test de Potencia Anaeróbica Pico

La resistencia aplicada en el test fue de 0,075kg por kg de peso corporal del sujeto evaluado, la prueba debe durar treinta segundos, se registra continuamente las evoluciones cada cinco segundos, para determinar la potencia pico con el promedio de estos cinco segundos.

Para una evaluación efectiva de la potencia anaeróbica fue desarrollado el siguiente protocolo:

1. Calentamiento de 5 minutos con carga de 0,015kg, intercalando con 4 a 5 pedaladas rápidas de 4 a 6 segundos de duración.
2. Un reposo de recuperación de 2 a 5 minutos, pedalear con baja intensidad 0,025kg.
3. Periodo de aceleración de 15 segundos, pedalear durante 10 segundos con 1/3 de la carga de trabajo.
4. Pedalear 5 segundos con la carga total de trabajo.
5. Reposo de 2 minutos e inicio del test con velocidad máxima durante 30 segundos.

Las evaluaciones fueron realizadas en 3 momentos del estudio, la primera antes de empezar el entrenamiento (momento 1), la segunda al final de la semana 6 de entrenamiento antes del cambio de entrenamiento (momento 2), y la tercera y última al final de las 12 semanas de entrenamiento (momento 3).



ENTRENAMIENTO

El grupo Aeróbico-Fuerza (G1) ejecutó 12 semanas de entrenamiento, siendo 6 semanas de entrenamiento aeróbico y 6 semanas de entrenamiento de fuerza. El Grupo Fuerza-Aeróbico (G2) hizo una programación inversa al grupo anterior, en las primeras 6 semanas ejecutó el entrenamiento de fuerza y en las últimas 6 semanas hizo el entrenamiento aeróbico, las intensidades y duración de cada uno de los programas de entrenamiento están descritas en la Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Programación del Entrenamiento Aeróbico

Semanas	Nº de Sesiones	Tiempo de duración (minutos)	Intensidad FC	Intensidad VO ₂ MÁX.
0-2	10	45-60 minutos	60-70%	50-60%
2-4	10	45-60 minutos	70-80%	60-70%
4-6	10	45-60 minutos	80-90%	70-80%

Tabla 3. Programación del Entrenamiento de Fuerza

Semanas	Nº de Sesiones	Nº de Series	Intensidad de Trabajo (% IRM)	Intervalo de Descanso
0-2	10	4 x 12	60-70%	60 segundos
2-4	10	4 x 10	70-80%	90 segundos
4-6	10	4 x 8	80-90%	120 segundos

Análisis Estadístico

En el análisis estadístico fue utilizado el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para verificación de la distribución de la muestra. Para verificar las diferencias entre los grupos y los momentos, fue utilizado el test estadístico Anova de un factor y para la comprobación test estadístico Post-Hoc de Tukey. En el análisis en cada uno de los grupos fue utilizado el Test Anova de un factor con medidas repetibles, para la comprobación significativa fue utilizado $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

En las Tablas 4, 5 y 6 tenemos los valores de potencia anaeróbica pico en cada uno de los grupos del estudio. Fue posible identificar una diferencia significativa en la potencia anaeróbica en el G2 entre los momentos 1-2 y 1-3.

Tabla 4. Potencia Anaeróbica Pico (Vatios) en El GC en los 3 momentos

Momentos	Potencia (Vatios)
1	238,18 ± 32,14
2	240,45 ± 32,01
3	235,90 ± 30,28

Tabla 5. Potencia Anaeróbica Pico (Vatios) en El G1 en los 3 momentos

Momentos	Potencia (Vatios)
1	297,72 ± 36,07
2	320,45 ± 33,40
3	338,63 ± 32,61

Tabla 6. Potencia Anaeróbica Pico (Vatios) en El G2 en los 3 momentos

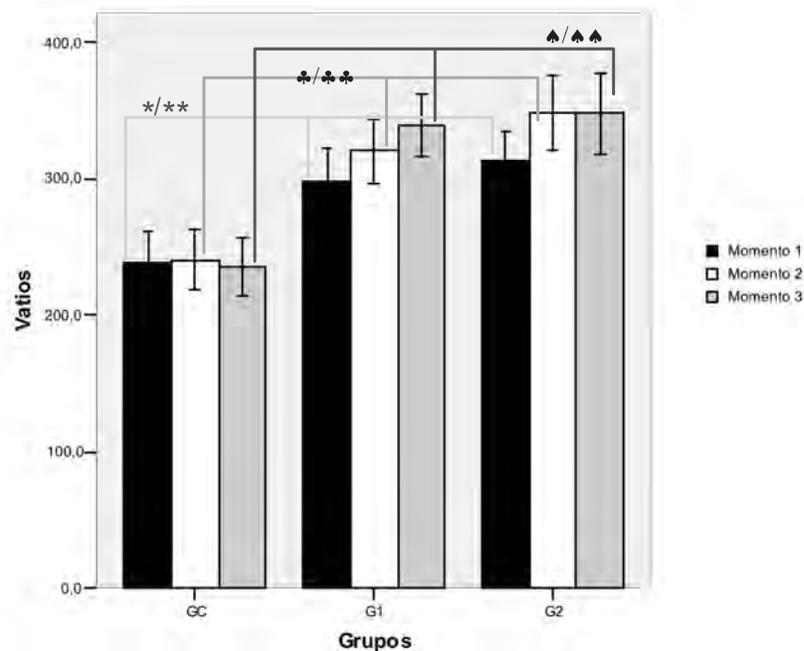
Momentos	Potencia (Vatios)
1	313,49 ± 31,40
2	348,43 ± 41,64*
3	347,84 ± 44,35**

* Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;

** Momentos 1-3 $p \leq 0,05$;

En la Gráfica 1, observamos que en la potencia anaeróbica encontramos diferencias significativas del GC en relación al G1 y G2 en los 3 momentos del estudio.

Gráfica 1. Potencia Anaeróbica Pico (Watts) en los 3 Grupos durante las 12 semanas del estudio.



* Diferencia significativa entre el GC y G1 en el Momento 1 $p \leq 0,05$;

** Diferencia significativa entre el GC y G2 en el Momento 1 $p \leq 0,05$;

♠ Diferencia significativa entre el GC y G1 en el Momento 2 $p \leq 0,05$;

♠♠ Diferencia significativa entre el GC y G2 en el Momento 2 $p \leq 0,05$;

♠ Diferencia significativa entre el GC y G1 en el Momento 3 $p \leq 0,05$;

♠♠ Diferencia significativa entre el GC y G2 en el Momento 3 $p \leq 0,05$.

DISCUSIÓN

El test anaeróbico de Wingate es ampliamente utilizado para la evaluación del desempeño anaeróbico, por tratarse de un test no invasivo, de fácil aplicabilidad, validado, con alta reproducibilidad, además de ser aplicable a diversos segmentos de la población¹⁸.

La potencia anaeróbica alcanzada por el GC fue de 238,18, el G1 de 297,72 y el G2 de 313,49. Estos valores comparados con investigaciones que poseen una metodología similar, apuntan la potencia anaeróbica entre 450-560 watts que es aceptable para esta población¹⁹, con esto podemos decir que antes del entrenamiento nuestros sujetos, tenían una potencia anaeróbica baja.

Un estudio¹⁸ con una serie de cargas para establecer la carga ideal para el test anaeróbico de Wingate, en levantadores de pesas: las cargas fueron de 75, 90 y 95 g/kg de la masa corporal (MC), y encontraron que las cargas 90 y 95 g/kg MC presentaron los mayores valores de potencia pico, en este grupo. Manteniendo esta línea de trabajo²⁰, utilizó cargas que variaban entre 50 y 100 g/kg MC, evaluando un grupo de jugadores de fútbol, y revelaron que las cargas 90 y 100 g/kg MC fueron las que generaran mayor potencia pico. Otro trabajo, examinó el efecto de la masa corporal y de la composición sobre la potencia media en diferentes cargas (75, 80,85, 90 y 95 g/kg MC) en mujeres, y los resultados dieron que a 95 g/kg MC fue donde se desarrolló la mayor potencia²¹. Muchos estudios como los citados, apuntan el trabajo con distintas cargas para alcanzar la potencia máxima, nosotros en nuestro estudio trabajamos con la carga tradicional propuesta por Dotan y Bar-Or (1983)²²

de 75g/kg de la masa corporal, como la carga más coherente para utilizarse con poblaciones jóvenes no atletas.

La potencia anaeróbica aumentó en el G1 de 297,72 para 320,45 vatios, que significa ganancias de 7%, y en el G2 que terminaba de realizar el entrenamiento de fuerza, presentó un aumento de 313,49 a 348,43 vatios, esta diferencia significativa, probó la adaptación al entrenamiento de fuerza, como lo describen muchos estudios^{23,24}. Con esto podemos afirmar que a pesar de los efectos del entrenamiento de fuerza produjeron efectos, y que el entrenamiento aeróbico no presentaron las mismas respuestas, un mayor tiempo de entrenamiento de fuerza puede hacer que el desarrollo de la potencia anaeróbica sea mayor, alcanzando valores considerados óptimos que son por encima de los 500 vatios²². Los aumentos más considerables en los grupos entrenados (G1 y G2) y entre el Grupo Control (GC) quedáronse más evidentes después de los programas de entrenamiento, ya que las diferencias iniciales fueron significativas, pero, esta discrepancia se dio al azar, ya que la elección para el grupo del entrenamiento fue aleatoria.

La fuerza y la potencia son perjudicadas cuando el entrenamiento aeróbico y de fuerza son combinados^{25,26}. Otras investigaciones reportan no haber interferencia en la fuerza después del entrenamiento concurrente desarrollado en un corto periodo de tiempo^{27,28}. Generalmente, una adaptación que ocurre como respuesta al entrenamiento de fuerza, es un aumento en la talla de la miofibrilla, provocando una alteración en las propiedades contráctiles²⁹. Colectivamente estas adaptaciones hacen que la fuerza muscular aumente, esta es una contribución del

18. Okano, A.H., Dodero, S.R., Coelho, C.F., Gassi, E.R., Altimari, L.R., Silva, C.C., Okano, R.O., Cyrino, E.S. Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên. Mov.* 9: 7-11, 2001.
19. Souissi, N., Gauthier, A., Sesbouïe, B., Larue, J., Davenne, D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int. J. Sports Med.* 25: 14-19, 2003.
20. Sposa, E., Perez, H.R., Wygand, J.W., Moruzzi, R. Optimal resistance loading of Wingate power testing in soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: S73, 1987.
21. Lopato, M., Montgomery, D., Batista, W.C. Efeito da massa e composição corporal sobre a produção de potência média no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên. Mov.* 4: 7-12, 1990.
22. Dotan, R., Bar-Or, O. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur. J. Appl. Physiol.* 51: 409-417, 1983.

entrenamiento de fuerza, además de un logro en la potencia anaeróbica pico^{23,24}.

En el momento 3, al final de las 12 semanas de trabajo, los valores de potencia anaeróbica del G1 fue de 320,45 para 338,63 vatios, un aumento de 5% y que no representó un aumento significativo, y el G2 presentó una reducción de 348,43 a 347,84 vatios, no representó una disminución significativa. Al parecer los 2 grupos sufrieron interferencia del entrenamiento aeróbico, cuando buscamos desarrollar la potencia anaeróbica máxima, como ya demostrado en otros estudios^{16,24,30}. Pudimos observar la interferencia del entrenamiento aeróbico, ya que el G2 no presentó ningún aumento, incluso una pequeña disminución, suponiendo así una interferencia del entrenamiento aeróbico sobre el de fuerza, y el G1 que entrenó en las últimas 6 semanas fuerza, demostró un aumento en la potencia anaeróbica máxima, pero el aumento no fue significativo y tampoco mostró ganancias en la misma proporción del G2 que entrenó fuerza primero, apuntando así para una interferencia del entrenamiento aeróbico sobre el de fuerza desarrollado después.

CONCLUSIÓN

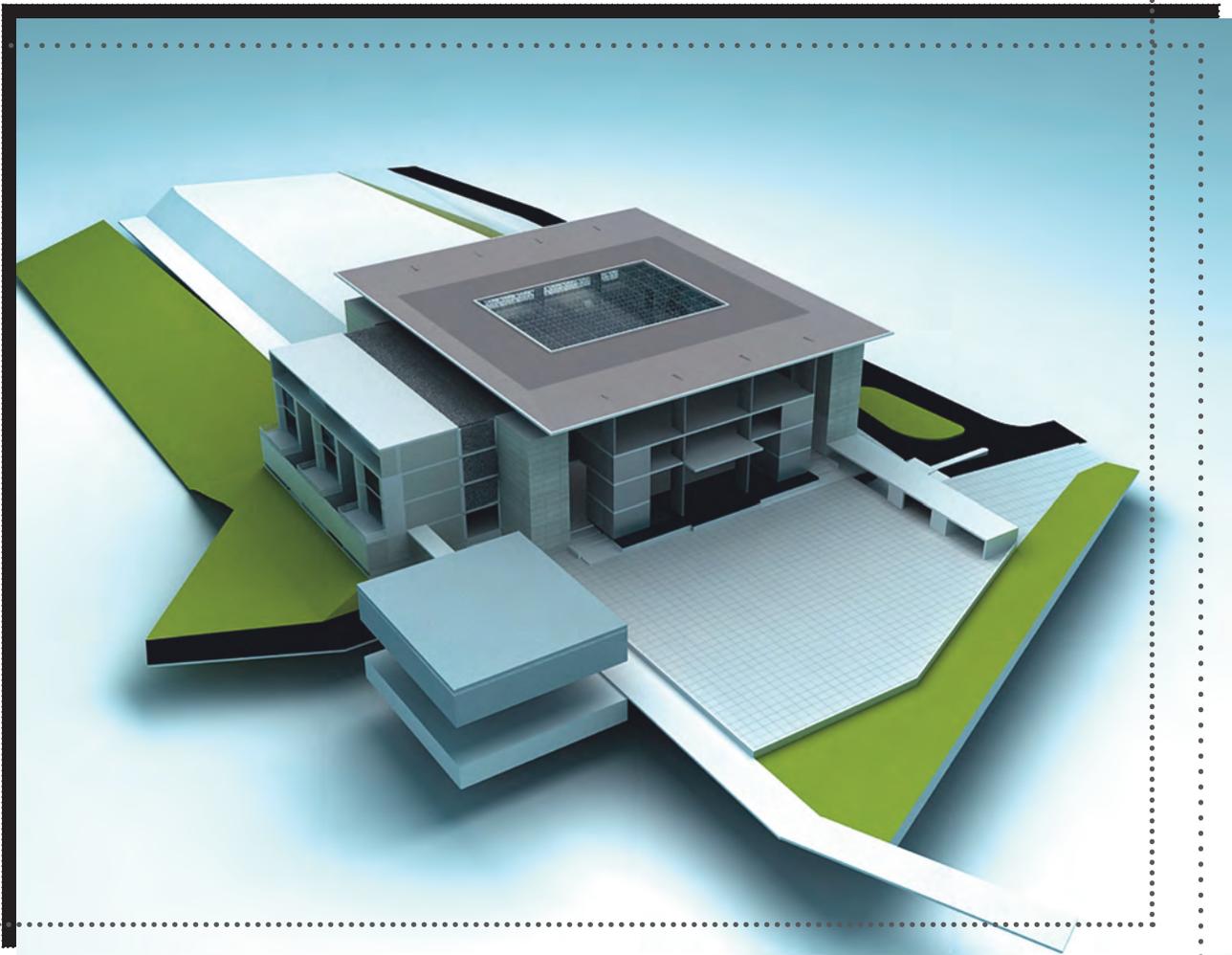
Nuestro estudio verificó en la potencia anaeróbica aumento como respuesta al entrenamiento de fuerza de 6 semanas. Pero, al final de las 12 semanas de trabajo las respuestas de la potencia anaeróbica no fueron las mismas, mostrando que el entrenamiento aeróbico realizado después del de fuerza, puede ser suficiente para mantener las prestaciones logradas, no para desarrollar la misma. La interferencia del entrenamiento aeróbico sobre el de fuerza y la correspondencia

inversa existe y nosotros hemos encontrado, perjudicando el desarrollo del parámetro de rendimiento estudiado, pero, el control de variables: como intensidad, duración y grado inicial de entrenamiento pueden ayudar para que estas diferencias sean mermadas o hasta desaparezcan.

REFERENCIAS

1. Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence aerobic fitness. *Sports Med.* 35 (9): 757-777, 2005
 2. Green, S. A definition and systems view of anaerobic capacity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 69: 168-173, 1994
 3. Zajac, A., Jarzabek, R., Waskiewicz, Z. The diagnostic value of the 10-and 30-second Wingate test for competitive athletes. *J. Strength Cond. Res.* 13: 16-19, 1999
 4. Koziris, L.P., Kraemer, W.J., Patton, J.F., Triplett, N.N., Fry, A.C., Gordon, S.E., Knuttgen, H.G. Relationship of aerobic power to anaerobic performance indices. *J. Strength Cond. Res.* 10: 35-39, 1996
 5. Coggan, A.R., Raguso, S.A., Williams, B.D., Sidosis, L.S., Gastaldelli, A. Glucose kinetics during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained humans. *J. Appl. Physiol.* 78: 1203-1207, 1995
 6. Azevedo, J.L., Linderman, J.K., Lehman, S.L., Brooks, G.A. Training decreases muscle glycogen turnover during exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 78 (6): 479-486, 1998
 7. Tunstall, R.J., Mehan, K.A., Wadley, G.A., Collier, G.R., Bonen, A., Hargreaves, M., Cameron-Smith. Exercise training increases lipid metabolism gene expression in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 283: E66-E72, 2002
-
23. Hickson, R.C., Dvopak, B.A., Gorostiaga, E.M., Kurowski, T.T., Foster, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J. Appl. Physiol.* 65: 2285-2290, 1988.
 24. Kraemer, W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., Harman, E.A., Deschenes, M.R., Reynolds, K., Newton, R.U., Triplett, N.T., Dziados, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J. Appl. Physiol.* 78: 976-989, 1995.
 25. Bell, G.J., Syrotuik, D., Martin, T.P., Burnham, R.M., Quinney, H.A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81: 418-427, 2000.
 26. Dudley, G.A., Fleck, S.J. Strength and endurance training: are they mutually exclusive? *Sports Med.* 4: 79-85, 1987.
 27. Abernethy, P.J., Quigley, B.M. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *J. Strength Cond. Res.* 7: 234-240, 1993.
 28. Gravelle, B.L., Blessing, D.L. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J. Strength Cond. Res.* 14: 5-13, 2000.
 29. Tanaka, H., Swensen, T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training. *Sports Med.* 25: 191-200, 1998.
 30. Hickson, R.C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 215: 255-263, 1980.

8. HOWARTH, K.R., LEBLANC, P.J., HEIGENHAUSER, J.F., GIBALA, M.J. Effect of endurance training on muscle TCA cycle metabolism during exercise. *J. Appl. Physiol.* 97: 579-584, 2004
9. Fry, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med.* 34: 663-679, 2004
10. Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.F., Lesmes, G.R., Witzmann, F.A. Adaptations in skeletal muscle following strength training. *J. Appl. Physiol.* 46 (1): 96-99, 1979
11. Leong, B., Kamen, G., Patten, C., Burke, J. Maximal motor unit discharge rates in the quadriceps muscles of older weight lifters. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 1638-1644, 1999
12. Tesch, P., Komi, P.V., Häkkinen, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. *Int. J. Sports Med.* 8: 66-99, 1987
13. Harber, M.P., Fry, A.C., Rubin, M.R., Smith, J.S., Weiss, L.W. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 14: 176-185, 2004
14. ACSM. Position Stand: Progressive models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 364-380, 2002
15. Hennessy, L.C., Watson, A.W.S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J. Strength Cond. Res.* 8: 12-19, 1994
16. Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B., Logan, P. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J. Strength Cond. Res.* 17: 503-508, 2003
17. Bishop, D., Jenkins, D.G., Mackinnon, L.T., Mceniery, M., Carey, M.F. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 886-891, 1999
18. Okano, A.H., Doderio, S.R., Coelho, C.F., Gassi, E.R., Altimari, L.R., Silva, C.C., Okano, R.O., Cyrino, E.S. Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên. Mov.* 9: 7-11, 2001
19. Souissi, N., Gauthier, A., Sesbouïe, B., Larue, J., Davenne, D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int. J. Sports Med.* 25: 14-19, 2003
20. Sposa, E., Perez, H.R., Wygand, J.W., Moruzzi, R. Optimal resistance loading of Wingate power testing in soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: S73, 1987
21. Lopato, M., Montgomery, D., Batista, W.C. Efeito da massa e composição corporal sobre a produção de potência média no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên. Mov.* 4: 7-12, 1990
22. Dotan, R., Bar-Or, O. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur. J. Appl. Physiol.* 51: 409-417, 1983
23. Hickson, R.C., Dvopak, B.A., Gorostiaga, E.M., Kurowski, T.T., Foster, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J. Appl. Physiol.* 65: 2285-2290, 1988
24. Kraemer, W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., Harman, E.A., Deschenes, M.R., Reynolds, K., Newton, R.U., Triplett, N.T., Dziados, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J. Appl. Physiol.* 78: 976-989, 1995
25. Bell, G.J., Syrotuik, D., Martin, T.P., Burnham, R.M., Quinney, H.A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81: 418-427, 2000
26. Dudley, G.A., Fleck, S.J. Strength and endurance training: are they mutually exclusive? *Sports Med.* 4: 79-85, 1987
27. Abernethy, P.J., Quigley, B.M. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *J. Strength Cond. Res.* 7: 234-240, 1993
28. Gravelle, B.L., Blessing, D.L. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J. Strength Cond. Res.* 14: 5-13, 2000
29. Tanaka, H., Swensen, T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training. *Sports Med.* 25: 191-200, 1998
30. Hickson, R.C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 215: 255-263, 1980



ESTRUTURA TEMPORAL E MÉTODOS DE ENSINO EM JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS

Israel Teoldo da Costa

Possui graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Viçosa, MG-Brasil. Mestrado em Educação Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. E doutorado em Ciências do Desporto pela Faculdade de Desporto na Universidade do Porto, Portugal. Docente do Centro Universitário de Belo Horizonte, Brasil.

Email: israelteoldocosta@googlemail.com

Júlio Manuel Garganta Da Silva

Doutorado em Ciências do Desporto, Universidade do Porto, Portugal. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP, Porto, Portugal. Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, CIFI2D, Portugal Professor da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal (FCDEF-UP).

Email: jgargant@fcdef.up.pt

Pablo Juan Greco

Graduação em Educação Física. Instituto Nacional de Educação Física, INEF, Argentina. Mestrado em Ciências do Esporte, Universität Heidelberg (Ruprecht-Karls), R.K.U.H., Alemanha. Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo, Brasil. Docente Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG-Brasil.

Email: grecojp@ufmg.br

Varley Costa

Possui graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Mestrado em Educação Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG-Brasil Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP, Porto, Portugal. Professor titular do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Brasil. Email: varleycosta@gmail.com

Resumo

O presente artigo pretende apresentar e discutir propostas temporais e metodológicas relevantes para o ensino dos jogos desportivos coletivos durante a formação esportiva. Para tal, foram revistos artigos de impacto internacional definido pelo Qualis. O processo de ensino concebido no presente artigo foi proposto em fases que têm como referência as experiências, os processos volitivos e a maturação dos praticantes. Além disso, se pressupõe que durante a evolução das fases, tanto o conhecimento quanto a habilidade dos praticantes se desenvolvem a medida que as experiências vão sendo adquiridas, propiciando o aperfeiçoamento dos comportamentos técnicos e táticos importantes nas ações desportivas.

Palavras-chave: Jogos desportivos coletivos, métodos de ensino, formação esportiva, estrutura temporal.

Abstract

The present paper aims to present and discuss temporal and methodological proposals concerning the teaching of team sports in youth players. Articles with impact factors defined by the Qualis system were reviewed. The teaching process described in this paper was proposed in stages that take experiences, maturation processes and volitional aspects into account. In addition, the literature estimates that during the evolution of the stages, the knowledge and the ability of the players are developed through the acquired experiences, contributing to improvements of the technical and tactical behaviors.

Keywords: Team sports, teaching methods, training, sports, temporal organization.

ESTRUTURA TEMPORAL E MÉTODOS DE ENSINO EM JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS*

Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Varley Costa

Os debates a respeito do processo de ensino para a formação esportiva ganharam mais notoriedade no final dos anos setenta e início da década de oitenta. Nessa época, congressos e seminários que tratavam esse tema como ponto central das discussões, buscavam superar as tendências dominantes de corte analítico, mecanicista e técnico que eram concretizadas no processo de ensino das ações esportivas (Marques & Oliveira, 2001).

Atualmente, as discussões sobre essa temática se concentram sobre a organização e dinâmica dos exercícios, estrutura temporal, meios, métodos e conteúdos para o longo processo de formação (Marques, 2002; Silva, Figueiredo, Gonçalves, & Ramos, 2002). Em particular, a exigência é maior na questão relativa à estrutura temporal e aos métodos que devem ser utilizados no processo de ensino a considerar o momento mais favorável para fazê-lo, as características do crescimento e do desenvolvimento dos aprendizes.

A orientação das atividades de formação e preparação dos jovens praticantes de jogos desportivos coletivos deve centrar-se nos aspectos pedagógicos, a fim de propiciar evolução do conhecimento e do nível de desempenho técnico e tático. Nesse sentido, o desporto de formação não deve se basear em meras adaptações das práticas, princípios e cargas preconizados para os adultos; mas deve ser organizado em função dos aprendizes, dos objetivos, dos conteúdos, dos métodos, do desenvolvimento e dos níveis

de dificuldade, de acordo com as idades e os níveis de maturação (Marques, 1999).

Para se conseguir programar atividades adequadas ao desenvolvimento esportivo dos jogadores, informações sobre a estrutura temporal e os métodos de ensino são imprescindíveis. Em busca de fornecer essas informações, esse artigo apresentará e discutirá as principais propostas temporais e metodológicas de ensino dos jogos desportivos coletivos durante a formação esportiva.

A ESTRUTURA TEMPORAL DE ENSINO

Apesar de alguns estudos indicarem que a estrutura temporal de formação esportiva depende das características do desporto escolhido, dos fatores que influenciam o desenvolvimento de jovens praticantes e, sobretudo, da cultura desportiva dominante (Marques, 1999, 2002; Marques & Oliveira, 2001), na literatura parece haver certo consenso entre os pesquisadores quanto ao processo de ensino, nos anos iniciais, dever concentrar-se na formação multilateral embasada nas características do desporto e que, à medida que ocorre aumento da idade e da experiência do praticante, ela assuma uma maior especificidade (Greco, 1998a, 1998b; Greco & Benda, 1998; Marques, 1999; Marques, Oliveira, & Prista, 2000; Marques & Oliveira, 2001; Silva et al., 2002; Volossovitch, 2000).

* El presente artículo de reflexión y discusión frente a la temática de las propuestas temporales y metodológicas de la enseñanza de los deportes de equipo para los juegos de entrenamiento deportivo. Agradecimiento. Com o apoio do Programa ALBan, Programa de bolsas de alto nível da União Europeia para América Latina, bolsa nº E07D400279BR

Em relação ao ensino das habilidades motoras Gallahue e Ozmun (2005) sugerem que para a faixa etária de 7-10 anos os conteúdos sejam aplicados pelo professor e praticados pelos alunos, sem interferência e correções das ações motoras. Para a faixa etária de 11-12 anos, os autores preconizam que o ensino seja feito com breves correções quanto à execução dos movimentos. Já na faixa de 13-14 anos, o ensino deve ser específico de cada modalidade coletiva, uma vez que se inicia o processo de especialização esportiva, principalmente em relação aos aspectos táticos.

Ferreira (2000) propõe um modelo de desenvolvimento da carreira esportiva do jovem baseado em quatro etapas (animação, iniciação, orientação e especialização esportiva) onde as idades de entrada e permanência em cada uma delas estão diretamente associadas ao percurso efetuado anteriormente. A etapa de animação é caracterizada por um contato inicial com a prática da modalidade e uma vivência primária das relações sócio-motoras por ela proporcionadas. A iniciação é a etapa que contribui para o enriquecimento do repertório motor dos jovens e para uma abordagem inicial aos fundamentos básicos da modalidade. A etapa de orientação destina-se para a construção dos diversos pré-requisitos fisiológicos necessários e ao conseqüente aperfeiçoamento dos conteúdos técnico-táticos específicos. A etapa de especialização está dirigida para o desenvolvimento das competências técnico-táticas em concordância com os constrangimentos físicos e psicológicos necessários para se praticar a modalidade ao alto nível. Nessa etapa existe também o compromisso com os primeiros resultados desportivos em busca dos rendimentos de alto nível.

Greco e Benda (1998) sugerem um modelo composto por nove fases que abrange tanto as etapas quanto as faixas etárias de desenvolvimento. A fase *pré-escolar* se caracteriza por abranger os primeiros anos de idade (1-6 anos) e busca o aprendizado dos movimentos fundamentais. A fase *universal* (6-12 anos) é a mais ampla e rica dentro do processo de formação esportiva, onde se procura desenvolver todas as capacidades condicionais e coordena-

tivas de uma forma geral, a partir de jogos e brincadeiras, resgatando as formas de jogo da cultura popular, criando assim uma base ampla e variada de movimentações que enfatizam o aspecto lúdico. A fase da *orientação* (11-12 até 13-14 anos) é a mais indicada para a iniciação e desenvolvimento das habilidades técnicas dos esportes, já que a capacidade de atenção do praticante para a percepção de outros estímulos está bem apurada, o que permite ao mesmo a automatização de grande parte dos movimentos. A fase de *direção* (13-14 até os 15-16 anos) é marcada pelo início do aperfeiçoamento e da especialização técnica em uma modalidade. A fase de *especialização* (15-16 aos 17-18 anos) é o ápice do processo de desenvolvimento, onde se deve buscar o aperfeiçoamento e a otimização do potencial técnico e tático, que sirvam de base para o emprego de comportamentos táticos de alto nível, e a estabilização das capacidades psíquicas. A fase de *aproximação* (18 e 21 anos) pode ser considerada como o momento mais importante na transição do jovem para uma possível carreira esportiva no alto nível de rendimento e no esporte profissional, por isso, além do aperfeiçoamento das capacidades técnicas, táticas e físicas, deve-se conceder importância para a otimização das capacidades psíquicas e sociais. A fase de *alto nível* se caracteriza pela estabilização, aperfeiçoamento e domínio dos comportamentos técnico-táticos e das capacidades físicas e psicológicas atingidas nas fases anteriores. Essa fase que geralmente se inicia aos 21 anos, não tem um tempo previsto de duração, porque vai depender de muitas variáveis que vão interferir no rendimento esportivo. A penúltima fase, denominada de *recuperação/readaptação*, começa no final da fase de alto nível, ou seja, quando o atleta se aposentar; e terá por objetivo readaptar o ex-atleta à sociedade, bem como aplicar programas adequados que contribuam para o *destreinamento* de maneira gradativa que o conduz ao esporte como forma de benefício à saúde. A última fase é a de *recreação/saúde*, na qual os objetivos se opõem a fase de rendimento. Essa fase tem uma característica muito peculiar, porque ela pode se situar após a fase de recuperação/readaptação para as pessoas que seguiram carreira esportiva, ou após a fase

de direção para aquelas pessoas que não tiveram o interesse de se especializar em nenhum desporto. Por conseguinte, essa fase poderá se iniciar em qualquer idade, após os 15-16 anos, e comportar os diversos programas de atividades físicas que contemplam os diferentes interesses do público, por exemplo: perder peso, melhorar estética, manter ou melhorar saúde, conquistar amigos, etc.

OS MÉTODOS DE ENSINO

Em relação aos métodos de ensino, as investigações, independentemente das suas orientações conceituais, buscam apresentar princípios e orientações metodológicas que contribuam para a melhoria da formação esportiva e para eficácia pedagógica dos treinadores (Nascimento, 2007). As propostas existentes na literatura apresentam conceitos referentes a cada um dos métodos, diferenciando-se apenas as denominações ou o número de estratificações dos conceitos.

A proposta apresentada por Duarte (2006) composta de três métodos descreve que o método analítico se suporta a partir da fragmentação dos vários fatores do ensino para serem exercitados em separado e, posteriormente, serem integrados à situação de jogo. O método integrado é concebido pela presença da bola nos exercícios de forma a assegurar uma relação entre os fatores de rendimento; e o método sistêmico pressupõe a modelação dos jogadores à forma de jogar idealizada pelo treinador.

A proposta apresentada por Greco (1998a), para além de citar o método analítico referido no parágrafo anterior, também faz menção a cinco outros métodos: global, de confrontação, parcial, *conceito recreativo do jogo esportivo* e o situacional. No método global o ensino é desenvolvido a partir da *série de jogos* acessíveis às faixas etárias e às capacidades técnicas dos alunos no qual se busca contemplar *a ideia central do jogo* ou as suas estruturas básicas. O método de confrontação se caracteriza pela ideia que a principal forma de se aprender o jogo é jogar o jogo do adulto, com suas regras e formas. No método parcial, cujo entendimento do jogo perpassa alguns aspectos que devem ser desenvolvidos separadamente de-

vido a sua complexidade, o processo de ensino é concebido pela repetição de séries de exercícios dirigidos ao domínio das técnicas, consideradas como elementos básicos para a prática do jogo ou para se obter o êxito na ação. O método denominado *conceito recreativo do jogo esportivo* busca através das vivências motoras conhecer as relações sociais, os objetivos e as formas de se atingir esse objetivo, para posteriormente, inserir os padrões externos e as regras oficiais. O método situacional preconiza o ensino através de situações isoladas dos jogos com números reduzidos de praticantes (1x0, 1x1, 2x1, etc), nos quais a inserção gradativa de elementos esportivos (técnicos, táticos, psicológico e físico) e de situações típicas do esporte propiciará o aprendizado e a vivência do mesmo.

Garganta (1995) concebe o ensino centrado em três formas i) nas habilidades técnicas, ii) no jogo formal e iii) nos jogos condicionados. A forma centrada nas habilidades técnicas é bem semelhante ao método analítico onde as ações técnicas são ensinadas de forma hierarquizada e descontextualizada promovendo um jogo pouco evoluído, em que os jogadores apresentam déficits de conhecimentos específicos e, conseqüentemente, de compreensão dos cenários de prática.

A forma centrada no jogo formal utiliza o jogo como aspecto central do processo de ensino. O jogo não é desmontado nem técnica nem taticamente. A abordagem é feita de uma forma global em que a tática visa permitir lidar com os problemas que o jogo levanta e a técnica surge como instrumento de operacionalização das respostas. Apesar desta metodologia de ensino do jogo promover o desenvolvimento das capacidades e conhecimentos específicos dos jogadores ela não é satisfatória, uma vez que não consegue proporcionar uma densidade de comportamentos desejados, tanto técnicos como táticos, que possibilitem maximizar o desenvolvimento das capacidades e dos conhecimentos específicos individuais, setoriais, inter-setoriais, grupais e coletivos dos jogadores e da equipe.

A forma centrada nos jogos condicionados caracteriza-se pela decomposição do jogo em

unidades funcionais, que propiciam o aprendizado e a vivência de interações, táticas, técnicas, físicas, psicológicas, semelhantes às do jogo formal, porém em escalas de menor complexidade. Deste modo, o ensino é concebido através da apresentação e interação dessas unidades funcionais, através de problemas que devem induzir a emergência de comportamentos desejados.

Esta forma evidencia o desenvolvimento das capacidades, dos conhecimentos específicos dos jogadores, do jogo contextualizado e direcionado para os comportamentos eficazes, propiciando ao aprendiz vivências de situações práticas, nas quais a lógica da ação é entendida de uma forma progressiva, para que quando lhe seja apresentado o problema, na sua globalidade, ele tenha possibilidades de superá-lo com êxito. Tal é conseguido através de jogos adaptados em função das regras, do espaço, da bola, das balizas e do número de jogadores, de forma a criar um ambiente propício à melhoria da compreensão do jogo, da aquisição de conhecimentos específicos e das habilidades técnicas requisitadas.

Essencialmente essa forma de ensino preserva a autenticidade e a autonomia dos praticantes, respeitando o jogo formal, no qual as estruturas específicas de cada modalidade são mantidas, como: a finalização, a criação de oportunidades para o drible, o passe e os lançamentos nas ações ofensivas (Musch & Mertens, 1991); promove a execução da técnica durante as situações táticas, aliando o *que fazer ao como fazer* (Greco, 1998a), propiciando um ensino em função da compreensão e concepção do jogo (Gréhaigne & Godbout, 1995).

Diante do exposto, parece que a opção por uma maior utilização de exercícios específicos é uma tendência atual; inclusive, vários pesquisadores reconhecem que as condições de ensino devem aproximar-se ao máximo das condições reais do jogo; quer nas fases de formação do praticante, quer na competição, de modo a proporcionar-lhe, desde o início da sua atividade, a tomada de decisão ativa, a formulação de juízos, a compreensão do contexto em que o jogo decorre e o estímulo à imaginação (Costa, 2001; Garganta &

Pinto, 1998; Graça, 1998; Greco, 1998b, 2003; Nogueira, 2005; Pereira, 1999; Tavares, 1994).

APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação dos conhecimentos a respeito da estrutura temporal e dos métodos de ensino irá permitir a revalorização do sentido pedagógico da formação desportiva, do qual os jovens praticantes se beneficiarão de um processo educativo mais adequado, onde os treinos/aulas serão desenvolvidos de acordo com o seu histórico social, nível de habilidade e maturidade biológica (Cardoso, 2007; Greco & Benda, 1998; Hahn, 1988; Lima Jr., Marchiori, & Campesi, 2008; Marques, 1999, 2002; Marques et al., 2000; Sobral, 1999). Esses conhecimentos servirão também de ferramenta para auxiliar o professor/treinador a desenvolver os princípios orientadores de atitudes que conduzam ao gosto pelo esforço, superação e aperfeiçoamento dos aspectos técnicos e táticos do jogo. Através da aplicação desses princípios, a inteligência tática dos alunos será estimulada e as habilidades técnicas e a criatividade serão aprendidas e desenvolvidas na relação direta com contextos genuínos do jogo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino aqui concebido foi proposto em fases que consideram as experiências, os processos volitivos e a maturação dos praticantes, nas quais os aspectos cognitivos se revestem de maior importância nas fases iniciais devido ao fato do conhecimento sobre a modalidade se desenvolver mais rapidamente do que as habilidades inerentes ao jogo. Presume-se também que durante a evolução das fases, tanto o conhecimento quanto a habilidade dos praticantes irá aumentar com a aquisição de experiências propiciando o aperfeiçoamento dos comportamentos técnicos e táticos importantes na ação desportiva.

Com esse argumento, a ideia da transmissão dos conteúdos de ensino das habilidades e de desenvolvimento das capacidades motoras exige maior participação dos praticantes, uma vez que ao estarem inseridos no jogo, os jogadores terão



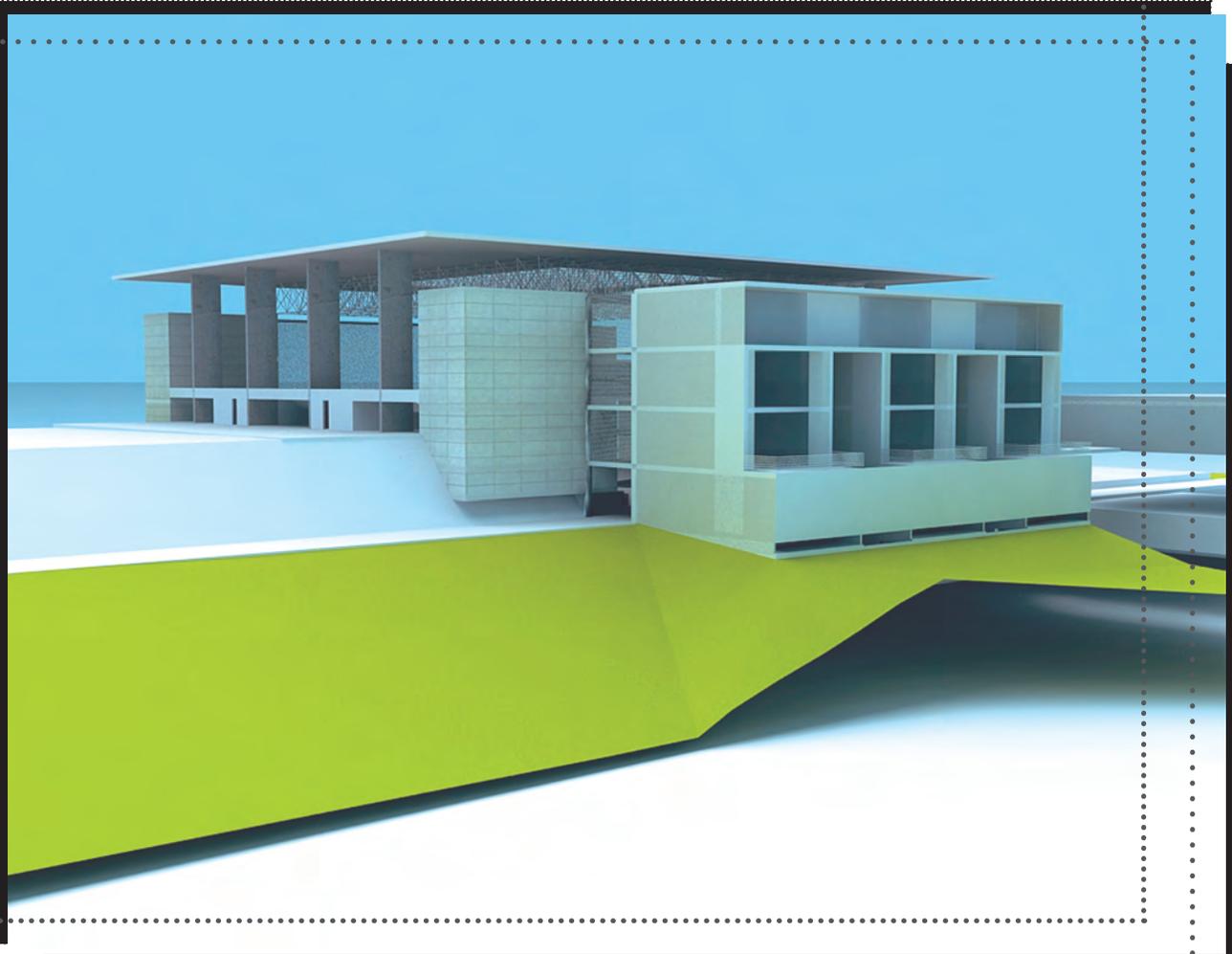
que criar soluções autênticas e ecologicamente situadas. Além disso, a compreensão da organização do jogo, das regras, das possibilidades táticas e técnicas contribuirão para a autonomia da tomada de decisão dos jogadores.

Sugere-se, então, aos professores/treinadores oferecerem práticas adequadas, diversificadas e motivadoras aos praticantes, a fim de possibilitar não só o desenvolvimento das capacidades motoras e cognitivas inerentes ao esporte, como também uma ótima base de conhecimentos técnicos e táticos para futuras especializações. Além disso, recomenda-se a esses profissionais buscar a qualificação continuada dos seus conhecimentos teóricos e práticos, e vincular os processos de ensino utilizados aos projetos pedagógicos das instituições formais de ensino desportivo onde trabalham.

REFERÊNCIAS

- Cardoso, M. (2007). *Para uma teoria da competição desportiva para crianças e jovens - Um estudo sobre os conteúdos, estruturas e enquadramentos das competições desportivas para os mais jovens em Portugal*. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal.
- Costa, J. (2001). *Inteligência geral e conhecimento específico no futebol: estudo comparativo entre a inteligência geral e o conhecimento específico em jovens futebolistas federados de diferentes níveis competitivos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal.
- Duarte, R. (2006). Modelação do esforço em desportos colectivos - aplicação no futsal. *Treino Desportivo*, 30, 54-62.
- Ferreira, A. P. (2000). Da iniciação ao alto nível: um percurso para (re)pensar. *Treino Desportivo*, 9, 28-33.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2005). *Compreendendo o desenvolvimento motor : bebês, crianças, adolescentes e adultos* (3ª ed.). São Paulo: Phorte Editora.
- Garganta, J. (1995). Para uma teoria dos jogos desportivos colectivos. In: A. Graça & J. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (2ª ed., vol. 2, pp. 11-26). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto: Rainho & Neves Lda.
- Garganta, J., & Pinto, J. (1998). O ensino do futebol. In: A. Graça & J. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (pp. 95-136). Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto: Rainho & Neves Lda.
- Graça, A. (1998). Os como e os quando no ensino dos jogos. In: A. Graça & J. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (3ª ed., vol. 3, pp. 27-34). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto: Rainho & Neves Lda.
- Greco, P. J. (1998a). *Iniciação Esportiva Universal - Metodologia da iniciação esportiva na escola e no clube* (vol. 2). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Greco, P. J. (1998b). *Revisão da metodologia aplicada ao ensino-aprendizagem dos jogos esportivos coletivos*. (vol. 2). Belo Horizonte: UFMG.
- Greco, P. J. (2003). Processos Cognitivos: dependência e interação nos Jogos Esportivos Coletivos. In: E. S. Garcia & K. L. Lemos (Eds.), *Temas atuais VIII em Educação Física e Esportes* (pp. 73-84). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Greco, P. J., & Benda, R. N. (1998). *Iniciação Esportiva Universal - Da aprendizagem motora ao treinamento técnico* (vol. 1). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Gréhaigne, J. F., & Godbout, P. (1995). Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cognitivist perspective. *Quest*, 47, França, 490-505.
- Hahn, E. (1988). *Entrenamiento con niños - teoría, práctica, problemas específicos*. Barcelona: Deportes Tecnicas.
- Lima Jr., O. V., Marchiori, C., & Campesi, K. R. (2008). Escola de futebol: um estudo de caso sobre a inserção de um atleta numa categoria superior [on line]. *Revista Lecturas en Educación Física y Deportes*, año 12(116). Disponível em <http://www.efdeportes.com>.

- Marques, A. (1999). Crianças e adolescentes atletas: entre a escola e os centros de treino... entre os centros de treino e a escola! In: J. Adelino, J. Vieira & O. Coelho (Eds.), *Seminário Internacional Treino de Jovens* (pp. 17-30). Lisboa: Centro de estudos e formação desportiva - Secretaria de Estado do Desporto.
- Marques, A. (2002). Conceito geral de treino de jovens - aspectos filosóficos e doutrinários da actividade e do treinador. *Treino Desportivo* (Edição Especial - Treino de Jovens), 4-11.
- Marques, A., Oliveira, J., & Prista, A. (2000). Training structure of portuguese athletes. In: A. Prista, A. Marques & J. Maia (Eds.), *10 Anos de Actividade Científica* (pp. 270-279). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto: Centro de Estudos e Formação Desportiva.
- Marques, A. T., & Oliveira, J. M. (2001). O treino dos jovens desportistas. Actualização de alguns temas que fazem a agenda do debate sobre a preparação dos mais jovens. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* (1), 130-137.
- Musch, E., & Mertens, B. (1991). L'Enseignement des sports collectifs: Une conception élaborée a L'ISEP de l'Université de Gand. *Revue de l'Education Physique*, 31(1), 7-20.
- Nascimento, J. V. (2007). Metodologias no processo de ensino-aprendizagem-treinamento de modalidades esportivas coletivas. In: F. Tavares, A. Graça & J. Garganta (Eds.), *Proceedings do 1º Congresso Internacional de Jogos Desportivos – Cd-Rom*. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto e Centro de Estudos dos Jogos Desportivos.
- Nogueira, M. J. M. (2005). *Análise da estrutura do treino, no escalão de iniciados e juvenis em futebol*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal.
- Pereira, J. G. (1999). Treinar jovens: benefício ou risco? In: J. Adelino, J. Vieira & O. Coelho (Eds.), *Seminário Internacional Treino de Jovens* (pp. 65-70). Lisboa: Centro de estudos e formação desportiva - Secretaria de Estado do Desporto.
- Silva, M. J., Figueiredo, A., Gonçalves, C., & Ramos, M. (2002). Fundamentos auxológicos do treino com jovens: conceitos, evidências, equívocos e recomendações. *Treino Desportivo*, 19, 4-15.
- Sobral, F. (1999). Os factores biossociais no rendimento desportivo dos jovens. In: J. Adelino, J. Vieira & O. Coelho (Eds.), *Seminário Internacional Treino de Jovens* (pp. 61-64). Lisboa: Centro de estudos e formação desportiva - Secretaria de Estado do Desporto.
- Tavares, F. (1994). O processamento da informação nos jogos desportivos. In: A. Graça & J. Oliveira (Eds.), *O ensino dos jogos desportivos* (pp. 35-46). Faculdade de Desporto da Universidade do Porto: Rainho & Neves Lda.
- Volossovitch, A. (2000). Aspectos metodológicos da selecção de talentos desportivos. *Treino Desportivo* (Edição Especial), 02-07.



ÍNDICE DE ESTIMULACIÓN ERITROCITARIA E HIPOXIA INTERMITENTE EN UN MODELO EXPERIMENTAL ANIMAL: ¿Tiene algún efecto la Hipoxia intermitente sobre un parámetro indirecto de lucha contra el dopaje?

Vladimir Essáú Martínez Bello

Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación-Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. Doctorando (en curso) Ciencias aplicadas al deporte - Universidad de Valencia-España. Becario Ph. D. Universidad de Valencia-España, Facultad de Medicina, Departamento de Fisiología. España.
Email: vladimirmartinezbelo@hotmail.com

Daniel Adyro Martínez Bello

Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., (Col). Master Science en Bioestadística, Hasselt University, School of Information Technology, Diepenbeek, Bélgica. Docente Universitario, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga (Col).
Email: danieladyro@hotmail.com

Fabián Sanchis Gomar

Técnico especialista en laboratorio de análisis clínicos, .E.S.Tirant Lo Blanc. Gandia, Valencia, España. Posgrado Oficial Máster Especialista en Investigación y desarrollo de medicamentos, Departamento de Farmacología y Departamento de Fisiología. Universitat de Valencia. España.
Email: fabian.sanchis@uv.es

Resumen

Las autoridades antidopaje persiguen aquellos métodos que aumentan los niveles hematológicos de manera ilegal. Esta es la razón por la cual la Agencia Mundial Antidopaje (AMA) y las Federaciones Internacionales someten a los atletas a pruebas sanguíneas, y próximamente también, a la construcción del perfil longitudinal hematológico. Si los análisis muestran valores sanguíneos atípicos el deportista será considerado no apto para la competición. Los protocolos de hipoxia intermitente tienen un efecto importante en la modificación de las variables hematológicas. El objetivo de este estudio es determinar si los cambios en parámetros hematológicos producidos por este tipo de protocolo tiene algún efecto en los valores permitidos por la aplicación del modelo Hr OFF-Score, también llamado Índice de estimulación eritrocitaria. Dieciséis ratas Wistar macho de 3 meses de edad fueron divididas al azar en dos grupos experimentales: grupo normoxia (n=8) y grupo hipoxia (12h pO₂ 12% /12h pO₂ 21%) (n=8). Los resultados muestran que un protocolo de hipoxia intermitente de 15 días de duración aumenta significativamente los niveles de hemoglobina y reticulocitos. Además, este incremento en un modelo experimental animal no tiene efecto alguno sobre los límites permitidos del Hr OFF-Score utilizado por las autoridades antidopaje.

Palabras clave: Índice de estimulación eritrocitaria, hipoxia, rendimiento, dopaje.

Abstract

The anti-doping authorities pursuing those methods that increase the hematologic levels in an illegal manner. This is why the World Anti-Doping Agency (WADA) and International Federations submitted to athletes to blood tests, and coming soon too, at the construction of the haematological longitudinal profiling. If the analysis shows an atypical blood value, the athlete shall be deemed unfit for competition. The intermittent hypoxic protocols have a significant impact on the modification of hematologic parameters. The aim of our study is to determine whether changes in haematological levels produced by this type of protocol have some effect on the values allowed by the application of the model Hr OFF-Score, also called erythrocytes index stimulation. Sixteen male Wistar rats of 3 months of age were randomly divided into two experimental groups: normoxia group (24h pO₂ 21%) (n=8) and hypoxia group (12h pO₂ 12% /12h pO₂ 21%) (n=8). Our results show that 15-days of intermittent hypoxia protocol significantly increase the hemoglobin and reticulocytes levels. Moreover, this increment in an experimental animal model does not have any effect on the permissible limits of Hr OFF-Score used by the anti-doping authorities.

Key words: Index erythrocyte stimulation, hypoxia, performance, doping.

ÍNDICE DE ESTIMULACIÓN ERITROCITARIA E HIPOXIA INTERMITENTE EN UN MODELO EXPERIMENTAL ANIMAL: ¿Tiene algún efecto la Hipoxia intermitente sobre un parámetro indirecto de lucha contra el dopaje?*

“Es necesario observar más allá de lo evidente”.
En recuerdo del Dr. Germán Melo McCormick

Vladimir Essáú Martínez Bello
Daniel Adyro Martínez Bello
Fabián Sanchis Gomar

Durante años los protocolos de hipoxia intermitente, tanto en humanos (Levine and Stray-Gundersen 1997) (Neya, Enoki et al. 2007) y especialmente en animales (Henderson, Clancy et al. 2001; Reboul, Tanguy et al. 2005; Galbes, Goret et al. 2008), con exposiciones a condiciones reducidas de oxígeno mayores de 10 horas al día, con el paradigma “*living high-training low*” han demostrado un aumento del rendimiento (VO_{2max} y velocidad máxima aeróbica) cuando el entrenamiento se combina con este tipo de protocolos.

Para que una droga o procedimiento sea incluida en la lista de sustancias y métodos prohibidos elaborada anualmente por la Agencia Mundial Antidopaje (AMA) se deben cumplir los siguientes requisitos: 1) Peligro para la salud, 2) Aumentar el rendimiento deportivo y 3) Atentar contra el espíritu del deporte. Recientemente (AMA, 2008), las autoridades antidopaje han mostrado cierto interés en estudiar los sistemas artificiales de entrenamiento en altura por las siguientes razones: 1) Sus posibles efectos negativos para la salud (Lippi, Franchini et al. 2007) y 2) el hecho de que un “ambiente artificial” puede aumentar

el rendimiento que viola el espíritu competitivo y de sacrificio que inspira el deporte (Spriggs 2005; Loland and Murray 2007; Malloy, Kell et al. 2007).

Actualmente, la Unión Ciclista Internacional (UCI) y la AMA usan dos métodos para detectar el uso de eritropoyetina recombinante (rEPO) por los deportistas. La detección de rEPO en orina y la aplicación del índice de estimulación eritrocitaria (Hr OFF-Score index). Normalmente cada Federación Internacional puede fijar los límites en los cuales deben estar los niveles hematológicos. La sección de pruebas sanguíneas del Código Mundial Antidopaje de la UCI (13.1.062/13.1.063) claramente estipula que los deportistas se someterán a las pruebas para determinar los siguientes valores sanguíneos: hematocrito, hemoglobina y reticulocitos. La UCI estipula que si los análisis sanguíneos muestran valores atípicos, el atleta será considerado no apto para la competición y no podrá participar en la prueba deportiva. Los límites de los valores sanguíneos son (para hombres): hematocrito superior al 50% (con hemoglobina de 17g/dL); reticulocitos inferiores al 0.2% (aquellos valores por encima del 2.4% justificarán un seguimiento

* El artículo es producto de la investigación de tesis doctoral: *Papel de los radicales libres en las adaptaciones fisiológicas producidas por un protocolo de hipoxia intermitente. Efecto de la administración de antioxidantes orales*, en el marco del trabajo sobre: *el efecto de un protocolo de hipoxia intermitente sobre el índice de estimulación eritrocitaria (Off-Score) utilizado por las autoridades antidopaje*, del doctorado: *Ciencias aplicadas al deporte*. Universidad de Valencia. España

analítico del deportista) y un índice de estimulación eritrocitaria superior a 133 (aquellos índices entre 125 y 133 justificarán igualmente un seguimiento analítico del deportista). El Hr OFF-Score es un método indirecto basado en el cálculo de la respuesta eritropoyética. Consiste en la aplicación de un modelo estadístico con dos parámetros sanguíneos: porcentaje de reticulocitos (R en %) y concentración de hemoglobina (Hb en g/dL); de manera que $OFF-Hr = Hb - 60\sqrt{R}$. Ambos parámetros están sustancialmente alterados después de un periodo de administración de rEPO (Gore, Parisotto et al. 2003); (Parisotto, Ashenden et al. 2003); (Sharpe, Ashenden et al. 2006); (Sharpe, Hopkins et al. 2002). Al mismo tiempo, la AMA implementa progresivamente otro método indirecto de detección del uso o intento de uso por parte de un deportista de una sustancia prohibida o de un método prohibido, conocido como el perfil longitudinal hematológico también llamado pasaporte biológico. El principio fundamental del pasaporte, está basado en la monitorización de parámetros biológicos con el objetivo de determinar variaciones anormales que indirectamente revelan los efectos del dopaje a través de la aplicación de un modelo estadístico bayesiano desarrollado por la WADA (Parisotto, Gore et al. 2000; Gore, Parisotto et al. 2003). La UCI, la Federación Nacional de Triatlón (UIT) y la Federación Internacional de Ski (FIS), han adoptado en sus reglamentaciones internas, el uso del perfil longitudinal hematológico (Guía procedimental antidopaje UCI, 2008; Reglas antidopaje FIS, 2009; Reglas antidopaje FIT, 2009) como complemento en muchos casos a los métodos ya existentes directos e indirectos de detección.

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de un protocolo de hipoxia intermitente sobre el índice de estimulación eritrocitaria (Off-Score) utilizado por las autoridades antidopaje, especialmente del ciclismo, para detectar cambios anormales en la fisiología de las variables hematológicas producidas por este tipo de protocolos, que contribuirán a entender el alcance de los nuevos perfiles longitudinales hematológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

16 ratas Wistar macho de 3 meses de edad fueron divididas al azar en dos grupos experimentales: grupo normoxia (24h pO₂ 21%) (n=8) y grupo hipoxia (12h pO₂ 12% /12h pO₂ 21%) (n=8). El protocolo experimental fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valencia, España.

Los animales fueron anestesiados con 50 mg.kg⁻¹ con una inyección de pentobarbital sódico. La sangre fue obtenida de la vena cava inferior en tubos heparinizados. Todos los animales fueron sacrificados un día después de la última extracción por una sobredosis de pentobarbital sódico. Nuestros animales fueron alimentados con una dieta de mantenimiento 2014 Harlan Teklad Global diet®. El contenido de hierro en la dieta fue de 196.00 mg.kg⁻¹.

PROTOCOLO DE HIPOXIA

El grupo normoxia permaneció las 24 horas/día a una pO₂ del 21%, equivalente al ambiente, durante 15 días. El grupo hipoxia permaneció 12 horas/día (9.00-21.00) a una pO₂ del 21% y 12 horas/día (21.00-9.00) a una pO₂ del 12% (4000- 4500 m) durante el mismo periodo de tiempo. Los animales tanto del grupo hipoxia como normoxia permanecieron en condiciones de reposo. El tratamiento hipóxico fue realizado con una cámara de hipoxia normobárica "Colorado Altitude Training" (modelo: CAT- 430™ Walk-In Tent).

MUESTRAS

Dos muestras de sangre de cola (0,4 mL cada una) fueron recogidas en tubos con EDTA, a diferentes tiempos durante todo el experimento: muestra basal (Inicio) y muestra final (15 días). Todas las muestras fueron recogidas por la mañana a la misma hora para controlar las variaciones diurnas. Todos los animales fueron sacrificados un día después de la última extracción. En la última extracción la sangre fue obtenida por punción en vena cava inferior dentro de tubos

para recolección de suero. Una vez que la sangre coaguló a temperatura ambiente (20-25°C) las muestras fueron centrifugadas a 760 x g durante 20 minutos a temperatura ambiente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se muestra la media como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión. Un análisis de la varianza de dos factores con medidas repetidas fue utilizado para determinar los efectos de la interacción entre los grupos. Cuando se encontró un efecto en la interacción, la prueba *post hoc* de Tukey fue realizada para determinar dónde se encontraba la diferencia. Los niveles de alfa para la significación estadística fue $p < 0.05$

DETERMINACIONES

Análisis de sangre total: Hemoglobina y reticulocitos fueron analizados dentro de las tres horas posteriores a la obtención de muestras con un analizador hematológico SYSMEX XT 2000i (Roche Diagnostics). Las medidas directas realizadas por el SYSMEX XT 2000i en eritrocitos incluye: conteo, tamaño y hemoglobina. La medida directa de reticulocitos incluye porcentaje de reticulocitos (Ret%). También se determinó el Hr OFF-Score a partir de los valores de hemoglobina (Hb g/dL) y reticulocitos (R %), se aplicó la siguiente fórmula: $Hb-60\sqrt{R}$.

RESULTADOS

Efecto de un protocolo de hipoxia intermitente sobre el porcentaje de reticulocitos: (Tabla 1)

Tabla 1. Porcentaje de reticulocitos 15 días después de un protocolo de hipoxia intermitente

Porcentaje de reticulocitos	Normoxia	Hipoxia
Basal	4,14± 0.2	4,86± 0,69
15 días después	3,70± 0.2	6,08± 0.59 (*) (A)

Fuente: Los autores

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n=8). ANOVA de medidas repetidas. La significación estadística se expresa como (*) $P < 0.05$ Basal vs Día 15. (A) $P < 0.05$ vs Normoxia.

La Tabla 1 muestra un incremento significativo en el porcentaje de reticulocitos de 4.86 ± 0.69 a 6.08 ± 0.59 de los animales sometidos a hipoxia intermitente durante 15 días.

Efecto de un protocolo de hipoxia intermitente sobre los niveles de hemoglobina: (Table 2)

Tabla 2. Niveles de hemoglobina 15 días después de un protocolo de hipoxia intermitente

Niveles de Hemoglobina	Normoxia	Hipoxia
Basal	15.26± 0.3	14± 1.2
15 días después	14.67± 0.4	18.4± 0.5 (*) (A)

Fuente: Los autores

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n=8). ANOVA de medidas repetidas. La significación estadística como (*) $P < 0.05$ Basal vs Día 15. (A) $P < 0.05$ vs Normoxia.

La Tabla 2 muestra un incremento significativo en los niveles de hemoglobina de 14 ± 1.2 a 18.4 ± 0.5 de los animales sometidos a hipoxia intermitente durante 15 días.

Efecto de un protocolo de hipoxia intermitente sobre la fórmula del Hr OFF-Score: (Tabla 3)

Tabla 3. Valores del índice de estimulación eritrocitaria después de 15 días de un protocolo de hipoxia intermitente.

(Hr OFF-Score)	Normoxia	Hipoxia
Basal	32.2±5	25±10
15 días después	30.2± 7.8	32.1± 10.3

Fuente: Los autores

Los valores se expresan como media \pm desviación estándar (n=8). Valores ≥ 133 (NO APTO). Valores entre 125 y 132 (SOSPECHOSO). Valores ≤ 124 (APTO).

La Tabla 3 muestra los valores del índice de estimulación eritrocitaria de animales sometidos durante 15 días a un protocolo de hipoxia intermitente. Los valores se encuentran dentro de los permitidos por las autoridades antidopaje.

DISCUSIÓN

El uso de cámaras normobáricas hipóxicas para aumentar el rendimiento de los atletas se ha convertido en asunto controvertido (Levine and Stray-Gundersen 1997; Wilber, Stray-Gundersen et al. 2007). Existe gran debate acerca de si estos sistemas pueden ser considerados como un método de dopaje o como una simple ayuda ergogénica (Levine 2006). Los métodos legales permitidos para aumentar el hematocrito incluyen el entrenamiento en altura y las cámaras hipóxicas mientras que dentro de los métodos ilegales se encuentran el dopaje sanguíneo (transfusión sanguínea autóloga o heteróloga) y la administración de EPO recombinante y/o análogos (Cooper 2008). El incremento de volumen sanguíneo con el consiguiente aumento del hematocrito/hemoglobina es un método con el que se incrementa el transporte de oxígeno y se aumenta el rendimiento en el deporte de una forma relativamente sencilla (Levine and Stray-Gundersen 2005; Wilber, Stray-Gundersen et al. 2007). Algunos sugieren que en la medida en que los efectos hematológicos de la hipoxia pueden ser similares a los alcanzados con el dopaje

sanguíneo, las cámaras hipóxicas deberían ser catalogadas como método ilegal (Spriggs 2005).

En nuestro modelo animal y en condiciones basales, todos los valores de reticulocitos están por fuera del rango ($4,56 \pm 0,68$) cuando los comparamos con valores en humanos (Parisotto, Gore et al. 2000). Aunque los valores de hemoglobina están en el mismo rango para humanos y ratas, el hecho de que los reticulocitos en ratas estén fuera del rango hace que obtengamos valores de Hr OFF-Score no comparable con los humanos. A pesar de esta limitación experimental consideramos que siendo el objetivo estudiar la fisiología de los cambios hematológicos producidos por la hipoxia intermitente el modelo animal responde perfectamente.

El *principio fundamental del pasaporte* está basado en la monitorización de parámetros biológicos con el objetivo de determinar variaciones anormales que indirectamente revelan los efectos del dopaje. Las autoridades antidopaje consideran que los valores sanguíneos atípicos de hemoglobina, reticulocitos y Hr OFF-Score bajo los

cuales el deportista (hombre) es considerado no apto para la competición son $\geq 17\text{g/dL}$, $< 0.2\%$ y ≤ 133 , respectivamente. En nuestro modelo de hipoxia intermitente encontramos que los valores de hemoglobina se sitúan en $18,4\text{ g/dL}$ y el porcentaje de reticulocitos en 6.08% , da, por consiguiente, ambos valores fuera del límite que controlan las autoridades antidopaje. No obstante, el Hr OFF-Score al ser 32 sí se encuentra dentro del rango permitido para ser considerado apto. Es necesario recordar que el objetivo que persigue este tipo de fórmula estadística es evitar abusos en la manipulación de las variables hematológicas como podrían ser valores altos de hemoglobina (por ejemplo 18 g/dL) pero niveles significativamente menores de reticulocitos (por ejemplo de 0.2%) que hacen sospechar que el deportista ha realizado un procedimiento ilegal, como el uso de eritropoyetina recombinante. Desde el año 2000 una serie de artículos han sido publicados con el objetivo de encontrar un nuevo método para detectar de forma indirecta el uso de eritropoyetina recombinante (Ashenden, Gore et al. 2000; Parisotto, Wu et al. 2001; Gore, Parisotto et al. 2003; Sharpe, Ashenden et al. 2006). Estos modelos han mostrado muy importantes resultados. Si el atleta suspende el tratamiento con eritropoyetina recombinante 2-3 semanas antes de la competición, el Hr OFF- Score puede detectar 2 de cada 3 casos estudiados (Ashenden, Gore et al. 2000), porque después de cesar el tratamiento, disminuyen de manera importante los valores reticulocitarios pero se mantienen elevados los de hemoglobina. Por esta razón, quisimos comprobar si mediante un modelo agresivo de hipoxia normobárica ($12\% \text{O}_2$) equivalente a 4500m de altura la respuesta eritropoyética sería importante. Sin embargo, es fundamental resaltar que en nuestro modelo a pesar de encontrar valores de hemoglobina anormales (fuera de los límites de la legalidad deportiva) y reticulocitos extremadamente elevados, encontramos que el Hr OFF-Score de 32, que se encuentra dentro de los límites permitidos. Al ser este un proceso fisiológico endógeno y natural (activación del Factor Inducible por Hipoxia I, sobreexpresión del gen de la eritropoyetina y aumento de células rojas), dista mucho de los efectos hematológicos

que se conseguirían con un método ilegal como sería el uso de eritropoyetina recombinante. Al mismo tiempo, consideramos que si nuestro modelo hubiese sido menos agresivo ($2500 - 3000$ metros) (Abellan, Ventura et al. 2007), los valores de hemoglobina y reticulocitos estarían seguramente dentro de los límites permitidos y los valores de Hr OFF-Score, también dentro del rango legal. Por esta razón, antes de iniciar un programa de entrenamiento combinado con un protocolo de hipoxia intermitente es necesario tener en cuenta que el entrenamiento en altura, según el tipo de cámaras hipóxicas (normobáricas/hipobáricas), la duración y la frecuencia del estímulo hipóxico podrían si bien, no modificar el método indirecto de detección de control de dopaje como es el caso el Hr OFF-Score, sí alterar los niveles de hemoglobina y reticulocitos que serán analizados con el perfil longitudinal hematológico o dejar por fuera de la competición al deportista. Controlar estos valores al momento de someterse a este tipo de protocolos de hipoxia intermitente sería básico y de vital importancia.

Es necesario realizar similar estudio con población deportista (ciclistas, ciclomontañistas, atletas de larga distancia, entre otros) para identificar en qué medida los protocolos de hipoxia intermitente modifican variables hematológicas y qué efecto tendría en el índice de estimulación eritrocitaria o en otros métodos de detección utilizados por las autoridades antidopaje para combatir el uso ilegal de sustancias y métodos prohibidos por la Agencia Mundial Antidopaje y el Comité Olímpico Internacional.

REFERENCIAS

- Abellan, R., R. Ventura, et al. (2007). "Intermittent hypoxia exposure in a hypobaric chamber and erythropoietin abuse interpretation." *J Sports Sci* 25(11): 1241-50
- Ashenden, M. J., C. J. Gore, et al. (2000). "Simulated moderate altitude elevates serum erythropoietin but does not increase reticulocyte production in well-trained runners." *Eur J Appl Physiol* 81(5): 428-35.

- Cooper, C. E. (2008). "Drugs and ergogenic aids to improve sport performance." *Essays Biochem* 44: 1-10
- Galbes, O., L. Goret, et al. (2008). "Combined effects of hypoxia and endurance training on lipid metabolism in rat skeletal muscle." *Acta Physiol (Oxf)* 193(2): 163-73
- Gore, C. J., R. Parisotto, et al. (2003). "Second-generation blood tests to detect erythropoietin abuse by athletes." *Haematologica* 88(3): 333-44
- Henderson, K. K., R. L. Clancy, et al. (2001). "Living and training in moderate hypoxia does not improve VO2 max more than living and training in normoxia." *J Appl Physiol* 90(6): 2057-62
- Levine, B. D. (2006). "Should 'artificial' high altitude environments be considered doping?" *Scand J Med Sci Sports* 16(5): 297-301
- Levine, B. D. and J. Stray-Gundersen (1997). "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance." *J Appl Physiol* 83(1): 102-12
- Levine, B. D. and J. Stray-Gundersen (2005). "Point: positive effects of intermittent hypoxia (live high:train low) on exercise performance are mediated primarily by augmented red cell volume." *J Appl Physiol* 99(5): 2053-5
- Lippi, G., M. Franchini, et al. (2007). "Prohibition of artificial hypoxic environments in sports: health risks rather than ethics." *Appl Physiol Nutr Metab* 32(6): 1206-7; discussion 1208-9
- Loland, S. and T. H. Murray (2007). "The ethics of the use of technologically constructed high-altitude environments to enhance performances in sport." *Scand J Med Sci Sports* 17(3): 193-5
- Malloy, D. C., R. Kell, et al. (2007). "The spirit of sport, morality, and hypoxic tents: logic and authenticity." *Appl Physiol Nutr Metab* 32(2): 289-96
- Neya, M., T. Enoki, et al. (2007). "The effects of nightly normobaric hypoxia and high intensity training under intermittent normobaric hypoxia on running economy and hemoglobin mass." *J Appl Physiol* 103(3): 828-34
- Parisotto, R., M. J. Ashenden, et al. (2003). "The effect of common hematologic abnormalities on the ability of blood models to detect erythropoietin abuse by athletes." *Haematologica* 88(8): 931-40.
- Parisotto, R., C. J. Gore, et al. (2000). "A novel method utilising markers of altered erythropoiesis for the detection of recombinant human erythropoietin abuse in athletes." *Haematologica* 85(6): 564-72
- Parisotto, R., C. J. Gore, et al. (2000). "Reticulocyte parameters as potential discriminators of recombinant human erythropoietin abuse in elite athletes." *Int J Sports Med* 21(7): 471-9
- Parisotto, R., M. Wu, et al. (2001). "Detection of recombinant human erythropoietin abuse in athletes utilizing markers of altered erythropoiesis." *Haematologica* 86(2): 128-37
- Reboul, C., S. Tanguy, et al. (2005). "Altitude negates the benefits of aerobic training on the vascular adaptations in rats." *Med Sci Sports Exerc* 37(6): 979-85
- Sharpe, K., M. J. Ashenden, et al. (2006). "A third generation approach to detect erythropoietin abuse in athletes." *Haematologica* 91(3): 356-63
- Sharpe, K., W. Hopkins, et al. (2002). "Development of reference ranges in elite athletes for markers of altered erythropoiesis." *Haematologica* 87(12): 1248-57
- Spriggs, M. (2005). "Hypoxic air machines: performance enhancement through effective training—or cheating?" *J Med Ethics* 31(2): 112-3
- Wilber, R. L., J. Stray-Gundersen, et al. (2007). "Effect of hypoxic 'dose' on physiological responses and sea-level performance." *Med Sci Sports Exerc* 39(9): 1590-9



PROPUESTA METODOLÓGICA DEL ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL PARA ARQUEROS DE FÚTBOL

Guillermo Andrés Rodríguez Gómez

Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. (Col). Máster en teoría y metodología del entrenamiento deportivo para la alta competencia, Instituto de Cultura Física Manuel Fajardo, Universidad del Deporte Cubano. Habana-Cuba, Docente Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás-Seccional Bucaramanga. (Col).
Email: gar0701@hotmail.com

Misael Salvador González Rodríguez

Licenciado en Cultura Física (Cuba). Máster en teoría y metodología del entrenamiento deportivo para la alta competencia, Instituto de Cultura Física Manuel Fajardo, Universidad del Deporte Cubano. Habana-Cuba, Doctorando (en curso) en Ciencias de la Innovación Tecnológica y Didácticas de la Educación Física Escolar, por la Universidad de Granada, España. Docente investigador de la Universidad del Deporte Cubano en Psicología de la Educación Física y el Deporte; Instituto Superior de Cultura Física ISCF; Ciudad de la Habana, Cuba.
Email: misael@uclv.etcfa.cu

Resumen

La optimización del procesamiento de la información exterior por parte del arquero en el Fútbol, es un problema de interés técnico en la preparación física y técnica, para lo cual se requiere perfeccionar tanto desde el punto de vista pedagógico, la metodología de entrenamiento. Un aspecto clave de esas metodologías deben referirse al desarrollo perceptivo visual, Plou, (1994). Con estas consideraciones se elaboró el sistema de planificación del entrenamiento perceptivo visual. El mismo se sustenta en los enfoques psicológicos, pedagógicos y de la teoría y metodología del entrenamiento deportivo, permitiendo el empleo racional de los componentes estructurales del proceso de preparación, las que se hacen efectivas en las sesiones de entrenamiento.

Palabras clave: Entrenamiento perceptivo visual, metodología, interceptaciones, arquero.

Abstract

Optimization of information processing by the goalkeeper outside the Soccer is a problem of interest in the preparation, which needs to improve from the point of view, the methodology of training. A key aspect of these methodologies must relate to the visual perceptual development, Plou, (1995). Taking into account these considerations was developed the system of planning visual perceptual training. The same approach is based on psychological and pedagogical theory and methodology of sports training, allowing the rational use of the structural components of the preparation process, which is achieved in the training sessions.

Key words: visual perceptual training, methodology, interceptions, goalkeeper.



PROPUESTA METODOLÓGICA DEL ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL PARA ARQUEROS DE FÚTBOL*

Guillermo Andrés Rodríguez Gómez
Misael Salvador González Rodríguez

MATERIAL UTILIZADO FRECUENTEMENTE EN EL DESARROLLO DEL ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL

El material recomendado para la estrategia tiene que ser variado, funcional y útil, cumple una doble finalidad: por una parte incrementa la motivación y la predisposición ante el trabajo producido por la novedad que pueda producir el ejercitarse con algún material que no se utilice habitualmente y, por otra parte, responde a las necesidades de trabajo de cada una de las tareas. En el uso del material se ha tenido en cuenta: la variedad, el color, el tamaño; el componente; la funcionalidad.

PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO RELACIONADOS CON EL ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL

La aplicación del programa de entrenamiento se diseñó mediante el respeto de los principios generales del entrenamiento (Matveev, 1983; Navarro, 1993) y la conjunción de criterios de las habilidades visuales y acciones motrices centradas en la acción final de interceptación de la trayectoria del balón, según González (2006, 1-1):

Principio de unidad funcional: el arquero de fútbol debe presentar una respuesta general al entrenamiento. Cuando se trata de desarrollar una habilidad o capacidad se desarrollan todas las demás aunque no en la misma medida.

Principio de Multilateralidad: basado en el anterior, este principio aconseja que en el primer tramo del programa se consiga un desarrollo general en todas las habilidades.

Principio de progresión: hablamos de situaciones cercanas a la competición y de un contexto de rendimiento, por tanto, el esfuerzo se irá incrementando conforme se produce una adaptación ya que el umbral varía con él. Lo mismo ocurrirá con la complejidad de las tareas. Hemos seleccionado las tareas con un contenido simple al inicio del programa y paulatinamente hemos incrementado su complejidad.

Principio de sobrecarga: a partir de un incremento de volumen, si el individuo no mejora, habrá que buscar aumentos en la intensidad de la tarea.

Principio de variedad: con este principio se pretende aportar un gran número de tareas para que no se produzca una adaptación al

* El presente artículo de revisión es producto de la tesis de los autores, del Máster en teoría y metodología del entrenamiento deportivo para la alta competencia, Instituto de Cultura Física -Manuel Fajardo-, Universidad del Deporte Cubano, Habana-Cuba.

estímulo del organismo y no se produzca mejora. Esta variedad se apoya en: Aumentos irregulares de la carga, Variedad en la tarea y el esfuerzo.

Principio de continuidad: cada sesión busca la huella que dejó y, por otra parte, hay que evitar que se produzca el agotamiento, y dar posibilidades a la recuperación. Apoyándonos en este principio buscamos un efecto que nos indique que el programa produce una mejora y, por eso, no permitimos más interrupciones en el programa que las de los días de descanso o competición, en el afán de garantizar que el programa proporcione una repetición sistemática de las tareas diseñadas.

Principio de especificidad: en función de la especialidad deportiva, el entrenamiento se dirige hacia un ámbito determinado. En nuestro caso es claro que el tiempo disponible lo orientamos hacia las tareas de interceptación del balón ante un lanzamiento habida en cuenta de las habilidades visuales implicadas.

Principio de individualización: diseñar el trabajo para el puesto específico del arquero de fútbol, según los factores y características propias.

Principio de modelación del proceso: basado en los dos anteriores. Hay que realizar un ajuste de todos los elementos que intervienen en función del arquero y de la especificidad del deporte. Es importante que el arquero pueda realizar y alcanzar logros durante el transcurso del programa.

Principio de transferencia: será la variable que provoque una tarea en otra posterior y podrá ser positiva, neutra o negativa. En nuestro caso procuraremos buscar una transferencia positiva. La mejora que se consiga en una habilidad tendrá una transferencia positiva sobre otra.¹

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL

Como hemos comentado la pretensión es aprovechar un volumen real de trabajo, entre 30 y 45 minutos, de tal forma que el calentamiento no se incluye en este tiempo y se realiza previamente. La sesión no debe extenderse más de 60 minutos en total.

Las sesiones de entrenamiento se estructuraron con la inclusión entre dos o tres habilidades visuales en cada una de ellas, así se trabajará de forma monotemática, progresiva, secuencial y sucesiva. Los contenidos de las sesiones se intercalan para garantizar diferentes formas de trabajo homogénea y equitativamente, con el fin de asegurar la misma intervención para cada una de las habilidades (Singer, 1986a; González, 2006a).

En el diseño de la sesión se valora cuál de las habilidades presenta un carácter más estático y cuál más dinámico, de tal forma que se introduce al inicio de la sesión la habilidad que cuenta con un componente más estático. Lo mismo ocurre con el grado de complejidad, de manera que la habilidad que presenta un grado de ejecución más simple se ubica al principio de la sesión (González 2008).

PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PERCEPTIVO VISUAL

El total de 30 sesiones se distribuyen en 5 sesiones semanales, con una secuenciación de una diaria, con una duración de 45 y 60 minutos, con la pretensión de que se trabajaran los contenidos determinados previamente con un aprovechamiento real de 30 y 45 minutos. El resto del tiempo se dedicaba al pertinente calentamiento. El horario en el que se desarrollaron las sesiones fue de mañana en tiempo previo al entrenamiento colectivo con el equipo, entre las 7:30 y las 9 am.

¹ Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd102/visual.htm>, enero 15 de 2009.

Tabla 1. Secuencia de la estrategia metodológica de entrenamiento perceptivo visual

HABILIDADES PERCEPTIVO VISUALES DESARROLLADAS EN LOS ARQUEROS DE FÚTBOL							
SESIÓN	AGUDEZA VISUAL DINÁMICA	MOTILIDAD OCULAR	VISIÓN PERIFÉRICA	ESTEREOPCI	COORDINACIÓN ÓCULO - MANUAL	TIEMPO DE REACCIÓN VISUAL	CONCENTRACIÓN VISUAL
1	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X	X	X
27	X	X	X	X	X	X	X
28	X	X	X	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X	X	X
30	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Los autores

Algunos ejercicios metodológicos para tener en cuenta en el entrenamiento perceptivo visual en los arqueros de fútbol:

Habilidad perceptiva. Agudeza visual dinámica

1. El arquero, en posición defensiva, recibe pases de dos colaboradores situados frente a él a 5 - 6 metros. Debe descubrir las letras impresas en los balones y decirlo en voz alta, los cuales se despilan a velocidad moderada.
2. Ídem pero recibe balones por arriba y por abajo. Los balones que recibe por arriba los devuelve con la mano y los que recibe por el suelo los devuelve con el pie. Con balones de goma espuma de cuatro colores diferentes. Varios lanzamientos al mismo tiempo. Una vez que se inicia el lanzamiento se indica el color del balón que debe parar, mediante

la utilización de cartulinas del mismo color que los balones que se situarán a 15 metros frente al portero. Lanzamientos a zonas altas.

3. Ídem con lanzamientos a zonas bajas.
4. Ídem con lanzamientos a discreción en todas las zonas.
5. Pases entre dos colaboradores con una distancia entre ellos de 6-9 mts. El arquero, en posición defensiva, realiza desplazamientos específicos a una distancia de 8 m. Los pasadores estarán tapados para el arquero y tan sólo verá la trayectoria del balón, pero no verá la ejecución del pase. Los pases se realizarán dando diferentes efectos al balón, lo que producirá unos giros rotatorios o no a la vez que describe la trayectoria. Debe descubrir el tipo de efecto que lleva el balón y decirlo en voz alta.

Habilidad perceptiva. Visión periférica

1. Pases continuos con dos colaboradores estáticos situados a 3 metros de distancia y 45° de la vertical. El arquero con la mirada concentrada en un punto.
2. Ídem, pero los colaboradores se mueven hasta un máximo de 60° de la vertical.
3. Ídem, pero además los pases se hacen de distinta forma y el arquero debe indicar el tipo de pase.
4. Ídem, pero además, hay otros compañeros que hacen otras tareas que el arquero debe identificar
5. Pases diagonales con 2 compañeros. Frente al arquero, un colaborador que marca números con los dedos. El arquero los nombra en voz alta.

Habilidad perceptiva visual. Estereopsis

1. Pases entre parejas de futbolistas en vertical con respecto al arquero y a una distancia de más de 20 m, aproximadamente. Desde la portería, en posición defensiva y alterna la altura debe adivinar cuál de los pasadores que están más cercanos a la portería está más alejado.
2. Ídem con los futbolistas más alejados.
3. Pases sobre el terreno entre parejas de futbolistas en vertical con respecto al arquero. Desde la portería, en posición defensiva alterna la altura, debe adivinar, cuál de las parejas de pasadores tienen más distancia entre ellos.
4. Parejas de futbolistas se pasan el balón en la horizontal, paralelo a los ángulos de la portería a una distancia de 15 m, desde la portería, el arquero debe divisar cuál está más cercano a él.
5. Parejas de futbolistas se pasan el balón en la horizontal, paralelo a los ángulos de la portería a una distancia de 15 m, desde la portería, el arquero debe divisar cuál está más alejado de él.

Habilidad perceptiva. Tiempo de reacción visual

1. Ante el arquero en posición defensiva en la portería, desde una mampara el entrenador hará lanzamiento a portería a una distancia de 15 metros, el lanzamiento será al centro de la portería éste debe defender.
2. Ídem, el lanzamiento será al lado izquierdo del portero.
3. ídem, el lanzamiento será al lado derecho del portero.
4. ídem el lanzamiento se hará a la parte superior de la portería.
5. Ante el arquero en posición defensiva en la portería, desde una mampara el entrenador hará lanzamiento a portería a cualquier zona desde una distancia de 8 m. El arquero deberá interceptarlo.

Coordinación óculo-segmentaria

1. Bota el balón sobre una línea y sigue con la mirada la trayectoria de un compañero que se desplaza al frente del arquero.
2. Ídem y controla el balón con los pies.
3. Con balones de diferentes colores: (rojo, azul, negro blanco, verde), golpear los mismos contra la pared de forma continuada con las manos, deja que el móvil bote en el suelo una vez.
4. Ídem, lo que deberá golpear con la manos los balones rojo y azul y con los pies el blanco y el verde).
5. Con balones de diferentes colores: (rojo, azul, negro blanco, verde), golpear los mismos contra la pared de forma continuada alterna, el golpe una vez con cada mano y deja que el móvil bote en el suelo una vez.

Concentración visual

1. Dos colaboradores, uno frente al portero y otro detrás que lanzan de forma consecutiva balones que éste interceptará cambiando

continuamente de orientación. Tan sólo interceptará los balones de un determinado color, (rojo, azul, negro blanco, verde), que serán señalados por el entrenador a través de una pancarta que mostrará cuando lo considere.

2. Ídem, pero ahora deberá leer la letra cifrada en el balón de color rojo cada vez que sea lanzado por los colaboradores.
3. Dos colaboradores, uno de frente y otro detrás del arquero, lanzan de forma consecutiva balones que éste interceptará cambiando continuamente de orientación. Tan sólo interceptará los balones de un determinado color. Al mismo tiempo el arquero cuenta en voz alta hacia atrás desde 100.
4. Ídem, al mismo tiempo el portero cuenta en voz alta hacia atrás desde 150.
5. Ídem, pero según el tipo de lanzamiento, (por el aire cuenta desde 25 y si es por el piso cuenta desde 20) la intervención es de una forma determinada.

Habilidad perceptiva. Motilidad ocular

1. Parejas: El arquero seguirá con la mirada sin mover la cabeza, el movimiento del dedo pulgar de su pareja.
2. Parejas: Se deberá seguir con la mirada sin mover la cabeza, el recorrido del compañero por el espacio y reproducirlo a continuación.
3. En grupos: deberá seguir con la mirada los desplazamientos en circulación de balón y jugadores del grupo y posteriormente reproducir el recorrido del balón.
4. En grupo: deberá seguir con la mirada los desplazamientos en circulación de balón y jugadores y posteriormente reproducir la circulación de un jugador concreto que identifique previamente el entrenador.
5. En grupo: deberá seguir con la mirada la evolución de un balón determinado de los muchos que se estarán pasando los colabora-

dores. Al final debe decir quién tiene el balón determinado (Antúnez, 2003, 134,135).¹

CONCLUSIONES

En el deporte de alto nivel competitivo cualquier mínimo detalle es imprescindible para la mejoría de los resultados deportivos, es por eso que cualquier componente nuevo en los procesos de entrenamiento deportivo llevará a un deportista que se destaque por encima de los demás, hace referencia a que el entrenamiento de la visión sea un tema obligado de investigación en el deporte. El entrenamiento perceptivo visual permitirá detectar deficiencias en habilidades importantes para la realización de acciones motoras, causando errores no justificables en dicha acción.

Lo más importante de dicho conocimiento es que permitirá corregir y mejorar de forma muy específica aquellas capacidades que se encuentran por debajo del nivel requerido por medio del entrenamiento perceptivo visual y a la postre elevar el rendimiento deportivo.

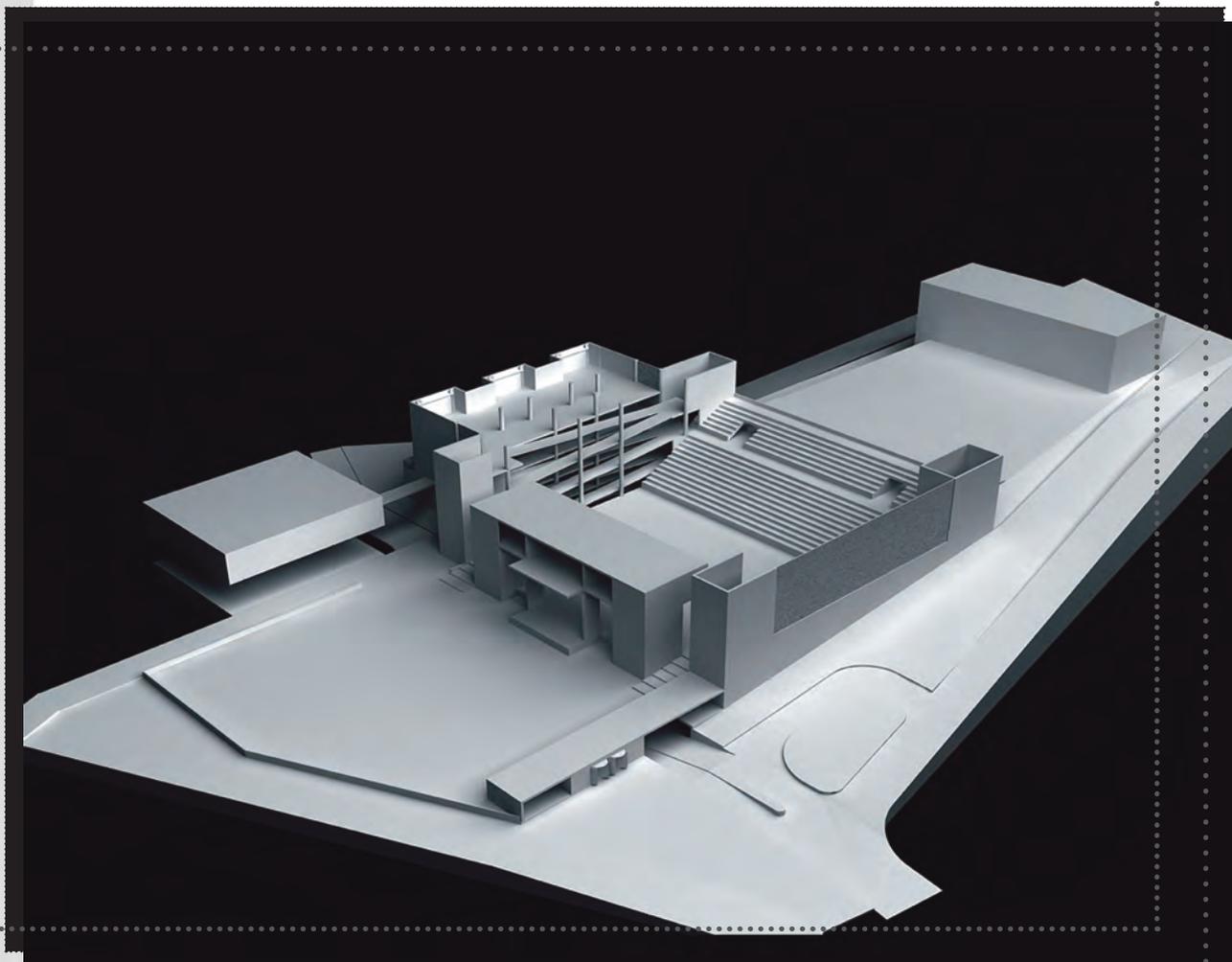
En este caso los autores precisan que el deportista sea más competente, cuando consiga una mayor calidad en su percepción visual ya que el proceso de su aprendizaje (comprensión, conocimiento) y ejecución (visualización, retención), serán más eficientes.

REFERENCIAS

- Antúnez, A., (2003). Incidencia de un entrenamiento perceptivo-motriz en el rendimiento global de la portera de balonmano. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Arteaga, M. (1997). Influencia de un esfuerzo físico anaeróbico en la percepción visual. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Cárdenas, D. (2000). El entrenamiento integrado de las habilidades visuales en la iniciación deportiva. Málaga: Aljibe.

¹ Recuperado, <http://www.google.com/search?q=%22grupo%3A%20deber%3%A1%20seguir%20con%20la%20mirada%20los%20desplazamientos%20en%20circulaci%C3%B3n%22, febrero 20 de 2009.>

- Castillo, J. M. (1999). Efectos de un entrenamiento visual mediante un sistema automatizado de emisión de estímulos sobre la efectividad del lanzador de penalti en fútbol. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Chirosa, L. J. (1998). Eficacia del entrenamiento con un método de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en relación a otro de tipo convencional en balonmano. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Conde, J. L. (1996). Valoración de los efectos de un programa de entrenamiento perceptivo-motriz para la mejora de las habilidades motrices y visuales en niños. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Fradua, J. L. (1993). Efectos del entrenamiento de la visión periférica en el rendimiento del jugador de fútbol. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- González, D (1992). El entrenamiento visual. Cátedra de optometría, Madrid.
- González, M. (2001). Manual de recomendaciones para la evaluación y orientación de las percepciones especializadas del boxeador escolar cubano <http://www.efdeportes.com/efd34b/percep.htm>
- _____ (2001a). La preparación psicológica y los procesos senso - preceptuales: una reflexión necesaria <http://www.efdeportes.com/efd31/senso1.htm>
- _____ (2001b). La preparación psicológica y las percepciones especializadas en el boxeo escolar: una reflexión necesaria <http://www.efdeportes.com/efd36/percep.htm>
- _____ (2002). Percepción y aprendizaje durante la iniciación deportiva Una orientación para la dirección pedagógica. <http://www.efdeportes.com/efd53/inic.htm>.
- _____ (2006). La percepción visual como base de la anticipación de las acciones combativas. <http://www.efdeportes.com/efd100/visual.htm>.
- _____ (2006a). El desarrollo de la percepción visual y su comprensión psicopedagógica al deporte de boxeo estilo olímpico. <http://www.efdeportes.com/efd98/boxeo.htm>.
- _____ (2008). La percepción y las habilidades visuales en el boxeo selección de las invariantes de contenido a entrenar.
- <http://www.visiondat.com/index.php?mod=articulos&art=78>
- Matveev, L. (1983). Fundamentos del entrenamiento deportivo. Moscú (RUS): Raduga
- Martín, N. (1991). Incidencia de la retroalimentación (feedback) temporal sobre los parámetros de la respuesta de reacción, bajo un sistema automático de control. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Montés, R. ; Bueno, I. (2000a). La visión en la práctica deportiva XI. Visión y Oír 146, 1-5.
- Moreno, F. J.; Ávila, F. ; Damas, J. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación a los deportes abiertos. Revista Motricidad 7, 75-94
- Navarro, F. (1993). Apuntes de la Asignatura de Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo. Manuscrito no publicado. INEF, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Oña, A. (1988). Efectos de las estrategias atencionales, la complejidad del gesto y la práctica en la eficacia motora bajo un sistema automático de análisis temporal. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Párraga, J. A. (2000). Efectos de la variación del tiempo de aparición de estímulos visuales sobre la precisión y los parámetros biomecánicos en el lanzamiento de balonmano. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Plou, P. (1994). La importancia del sistema visual en la práctica deportiva. Tesina. Escuela de medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad Complutense de Madrid.
- _____ (1995). Visión Deportiva. Batería de test de habilidades visuales en deportistas. Madrid: Centro de Optometría.
- Quevedo, L. ; Solé, J. (1990). Baloncesto: Habilidades visuales y su entrenamiento. Revista de Entrenamiento Deportivo 6, 9-19.
- Rueda, B. (1997). Influencia de un programa de entrenamiento perceptivo motor sobre parámetros de percepción musical, medidos a través de un sistema automatizado. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Singer, R. N. (1986). El aprendizaje de las acciones motrices en el deporte. Barcelona: Hispano Europea.
- Williams, A.M. y Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. Research Quarterly for Exercise and Sport, 69.



ADAPTACIONES DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTENTE DE FUERZA Y AERÓBICO

Sandro Fernandes Da Silva

Graduação em Educação Física, Universidade Santa Cecília, UNISANTA, Santos, Brasil. Doutorado em Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Leon, UNILEON, Espanha. Docente: Fundação Universidade de Itaúna, Faculdade de Educação Física - Brasil; Universidade Vale do Rio Verde - UNINCOR, Brasil; Universidade Federal de Lavras - MG - Brasil.
Email: sandrofs@uit.br; sandrofs@gmail.com

Resumen

El conocimiento del comportamiento del metabolismo energético y sus adaptaciones a los distintos estímulos que ocurren con el entrenamiento físico es de extrema importancia para un profesional de la actividad física para prescribir y monitorizar el ejercicio físico. Pero es conocido que el entrenamiento de fuerza produce mejores adaptaciones en el sistema energético anaeróbico como el aumento de la fuerza muscular, una mejor sincronización de las fibras musculares rápidas, aumento de la actividad de enzimas del metabolismo anaeróbico y una mejor utilización del glucógeno muscular. Ya el entrenamiento aeróbico produce adaptaciones distintas a éstas, como son: aumento del VO_{2MAX} , aumento de la capacidad de resistir al ejercicio de media y corta intensidad durante un periodo prolongado, una mayor actividad de las enzimas del metabolismo aeróbico y mayor utilización de los ácidos grasos en detrimento del glucógeno. Pero, todavía existen muchas dudas sobre las adaptaciones del entrenamiento concurrente. Nosotros planteamos una revisión de literatura para estudiar los efectos del entrenamiento concurrente. Hemos encontrado en las literaturas la interferencia negativa entre los entrenamientos y hallamos que estas interferencias pueden perjudicar el desarrollo de los parámetros de rendimiento, pero el control de variables como intensidad, duración y grado inicial de entrenamiento puede ayudar para que estas diferencias sean mercedadas o hasta desaparezcan.

Palabras clave: Interferencia negativa, entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza.

Abstract

The knowledge of the behavior of the energy metabolism and its adaptations to the different stimuli that occur with the physical training, is extreme important for a professional of the physical activity to prescribe and to monitor the physical exercise. But it is known that the strength training produces better adaptations in the anaerobic energy system as is the increase of the strength muscle, a better synchronization of the muscle fibers express trains, increase of the activity of enzymes of the anaerobic metabolism, better utilization of the muscle glycogen. Already the aerobic training produces different adaptations to these, as is; increase of the VO_{2MAX} , increase of the capacity to resist to the exercise of average and short intensity during a period prolonged, a greater activity of the enzymes of aerobic metabolism, greater utilization of the greasy acids in detriment of the glycogen. But still, many doubts on the adaptations of the concurrent training exist. We present a review of literature to study the effects of the concurrent training. We have found in the literatures the negative interference among the training, and we find that these interferences you can damage the development the parameters of performance, but the control of variables: as intensity, duration and initial degree of training can help with these differences we are diminished or until they disappearing.

Key words: Negative interference, aerobic training, strength training.

ADAPTACIONES DEL ENTRENAMIENTO CONCURRENTES DE FUERZA Y AERÓBICO*

Sandro Fernandes Da Silva

Es un conflicto científico evidente que el desarrollo de los componentes del entrenamiento de *endurance* y fuerza, cuando se aplican simultáneamente dificultan el desarrollo, de algunos parámetros de fuerza y/o aeróbicos (Hennessy y Watson, 1994). En las últimas dos décadas, se empezó a discutir el desarrollo de la fuerza y de la *endurance* durante el entrenamiento concurrente. Los estudios apuntan a que existe una inhibición en algunas de las adaptaciones, sobretodo en la fuerza, durante el entrenamiento combinado (Leveritty et al., 2003).

Los mismos autores sugieren que existen tres principales tópicos que pueden interferir en las adaptaciones simultáneas: a) En el inicio del entrenamiento, existe una fatiga en cualquiera de los programas, que puede interferir en el resultado según el tipo de entrenamiento a ser realizado; b) Otro punto en relación a la interferencia en la adaptación neuromuscular: que es distinta en la respuesta del entrenamiento de fuerza y de *endurance*; c) La inhibición de la fuerza o *endurance*, puede llevar al sobreentrenamiento, aunque esta explicación está totalmente descartada por la ciencia.

Según Bishop et al. (1999), aunque muchas de las adaptaciones sean específicas al tipo de entrenamiento, algunas adaptaciones de *endurance* podrían influir en el desempeño de la fuerza. Por ejemplo, la hipertrofia del músculo con el entrenamiento de fuerza se asocia con una disminución potencial oxidativo de los músculos.

El entrenamiento de *endurance* tradicional aumenta la habilidad de la *performance* para soportar el ejercicio durante muchas repeticiones, pero poca carga, no obstante, disminuye los

efectos de la fuerza en el músculo y la potencia anaeróbica. En contraste, el entrenamiento de fuerza, favorece el rendimiento en actividades de alta intensidad con pocas repeticiones y desprecia los efectos del entrenamiento de *endurance* (Tanaka y Swensen, 1998).

El objeto del trabajo fue a través de una revisión de la literatura sobre las posibles interferencias del entrenamiento concurrente de fuerza y aeróbico.

ENTRENAMIENTO DE ENDURANCE E INTERFERENCIA

El trabajo aeróbico es asociado a una pérdida de fuerza por una disminución del área de la sección transversal de la fibra muscular, cambios obviamente antagónicos para el desarrollo de la fuerza. La respuesta del entrenamiento concurrente probablemente depende de varios factores, incluidos el estado inicial, los métodos y modelos, la intensidad, el volumen y la frecuencia del entrenamiento (Sale et al., 1990).

Estudios previos han descrito los beneficios del ejercicio aeróbico en la capacidad cardiorrespiratoria de personas mayores (Kasch et al., 1999). Sin embargo, el ejercicio aeróbico, tiene un papel pequeño en la mejora de la fuerza muscular. La pérdida de la fuerza muscular es una de las mayores causas de incapacidad física en personas ancianas (Doherty, 2003).

Los estudios de Esser y White (1990), demostraron que la administración del entrenamiento de *endurance* en ratas durante la recuperación de una cirugía limitó la hipertrofia muscular. Los estímulos fisiológicos al músculo esquelético del

* El presente artículo de revisión, se desarrolló en el marco de la tesis doctoral: Efectos de la interferencia del entrenamiento causada de fuerza y aeróbico en los parámetros de rendimiento en miembros inferiores. Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Sevilla. España

entrenamiento de fuerza y de *endurance* son divergentes, y podrían suponer un mecanismo antagónico que puede limitar las ganancias de fuerza (Hickson 1980; Dudley y Djamil, 1985; Hunter et al., 1987). Sale et al. (1990), afirman que las adaptaciones al entrenamiento de fuerza y de *endurance* son diferentes y no es concebible que el músculo esquelético no se adapte óptimamente a estos dos estímulos, cuando son impuestos simultáneamente. Por ejemplo, el entrenamiento de fuerza puede causar una disminución en la densidad capilar y en la densidad del volumen de mitocondrial que afectaría el aumento de estas adaptaciones que ocurren en el entrenamiento de *endurance*.

Muchos autores han concluido que el entrenamiento de *endurance* inhibe el desarrollo de la fuerza (Dudley y Djamil, 1985). En el en tanto, Helgerud et al. (2001), demostraron una sustancial ganancia en el VO_{2MAX} durante ocho semanas de trabajo aeróbico y ninguna reducción en los parámetros evaluados de salto y *sprint*. Similarmente el entrenamiento de fuerza máxima, resultó en un desarrollo en los tiempos del *sprint*, en los saltos y una economía en la corrida, pero no hubo cambios en el VO_{2MAX} ni en el umbral de lactato (Hoff y Helgerud, 2004).

ENTRENAMIENTO DE FUERZA E INTERFERENCIA

Una de las adaptaciones fisiológicas del entrenamiento de fuerza resulta en un aumento en la masa muscular. Basado en los principios de entrenamiento, el entrenamiento de fuerza causa adaptación específica en el músculo esquelético, en cuanto el entrenamiento aeróbico en controversia, estimula el aumento del consumo de oxígeno, la reducción de la grasa corporal, la tensión arterial, la tolerancia a la glucosa y la protección a enfermedades cardíacas (Hass et al., 2001).

Son muchos los atletas que necesitan de altos grados de fuerza y de parámetros aeróbicos para alcanzar la *performance* óptima (Bell et al., 1997). Además, son muchas las actividades diarias y las estrategias de rehabilitación que necesitan

de niveles altos de desarrollo de fuerza y de *endurance* (Bell et al., 2000).

En primer lugar, las fibras tipo II_b son las que más son utilizadas durante el entrenamiento de fuerza, debido a su característica de contracción rápida (Trappe et al., 2001). Aún con base en esta teoría, estas fibras tienen más dificultades para incorporarse con bajas cargas o intensidades, quedándose como si fueran “*banquillos*” durante el tiempo en que el ejercicio se mantenga regular y sub-máximo (Fry, 2004). Aún el mismo autor, apunta que las fibras tipo II_a , son las preferidas para incorporarse durante el entrenamiento de fuerza.

Nelson et al. (1990), dicen que durante el entrenamiento concurrente, la respuesta a la hipertrofia en las fibras tipo I, II_a y II_b , se relaciona solamente al entrenamiento de fuerza, y que resulta en una mayor hipertrofia en las fibras tipo II_b . Sale et al. (1990), resaltan similares ganancias en el músculo por área de sección transversal, solamente con el entrenamiento de fuerza, cuando se realizan análisis microscópicos (tipo I y II) y macroscópicas (área del cuádriceps en tomografía computadorizada). Es evidente que el patrón específico de la hipertrofia muscular, durante el entrenamiento concurrente es afectado.

ENTRENAMIENTO CONCURRENTE

Tradicionalmente el entrenamiento de fuerza involucra alta intensidad y bajas repeticiones, y el de *endurance* se relaciona con la baja intensidad y muchas repeticiones de la contracción muscular estos tipos de entrenamiento producen distintas adaptaciones fisiológicas en la musculatura entrenada (McCafferty y Horvath, 1977).

Hoy en día existe un considerable número de estudios que apuntan las adaptaciones del entrenamiento concurrente, y que solamente algunos se centran en los mecanismos fisiológicos responsables por la generación de fuerza. La hipertrofia muscular y mudanzas asociadas al reclutamiento motor son dos factores asociados al entrenamiento de fuerza (Häkkinen et al., 1985). Kraemer et al. (1995), indican que



ocurre una hipertrofia en las fibras tipo II_a durante el entrenamiento combinado de *endurance* y de fuerza. El entrenamiento concurrente, es un desafío para la organización eficiente de los patrones de reclutamiento motor, tanto a niveles periféricos como centrales del sistema nervioso (Chromiak y Mulvaney, 1990). Estudios en que la intensidad del ejercicio fueron más bajas (40% 1RM) no se encontró tal transición en las fibras (Harber et al., 2004).

El ACSM (2002), recomienda la práctica del entrenamiento concurrente como una forma de actividad física para la población en general. Hoy en día existe un considerable número de estudios que apuntan a que las adaptaciones del entrenamiento concurrente, y que generalmente se centra en los mecanismos fisiológicos responsables por la generación de fuerza como es la hipertrofia muscular y los cambios en el reclutamiento motor (Häkkinen et al., 1985).

Kraemer et al. (1995), mostraron que existió un aumento en la potencia muscular y adaptaciones en la fuerza, después del entrenamiento combinado de fuerza y *endurance*, cuando se compara con un solo modelo de entrenamiento. Esto se asocia al cambio en algunos aspectos morfológicos en el músculo y a la respuesta de algunas hormonas en la sangre.

Para Bell et al. (2000), la fuerza y la potencia son perjudicadas cuando se combinan los entrenamientos de *endurance* y de fuerza; mientras que otros autores indican la inexistencia de interferencias en la fuerza durante el entrenamiento concurrente durante un corto periodo (Abernethy y Quigley, 1993; Gravelle y Blessing, 2000).

Los estudios de McCarthy et al. (2002), donde investiga la interacción de los dos tipos de entrenamiento comentan que el entrenamiento concurrente no interfiere en las variables de *endurance*, principalmente el VO_{2MAX} . El entrenamiento combinado de fuerza y *endurance*, puede interferir principalmente en el sistema neuromuscular y afecta la generación de fuerza máxima. Hass et al. (2001), probaron la eficacia del entrenamiento aeróbico en un ergómetro

tipo *step*, no encontraron ninguna diferencia en el aumento de la fuerza máxima, y sí en el VO_{2MAX} , pero el autor resalta que fue debido a la adaptación al ergómetro y no al entrenamiento.

Según Glowacki et al. (2004), el entrenamiento de fuerza y/o combinados no producen efectos directos en la capacidad aeróbica máxima. Bell et al. (2000), reportan que el entrenamiento de *endurance* está asociado a adaptaciones periféricas y centrales, y si esto ocurre no tiene ninguna influencia negativa sobre el entrenamiento adicional de fuerza. Una posible reducción en los parámetros aeróbicos en respuesta al entrenamiento concurrente puede ocurrir después de doce semanas de trabajo (Nelson et al., 1990). Esta misma interferencia fue observada en el estudio de Sale et al. (1990), después de veintidós semanas de entrenamiento.

Bell et al. (2000), relatan que el entrenamiento combinado presentó aumentos de VO_{2MAX} similares al alcanzado por el grupo que solamente entrenó *endurance*, probó así que el entrenamiento concurrente también interfiere en las adaptaciones de los procesos aeróbicos. El grupo de Häkkinen et al. (2003), también encontró aumentos en el VO_{2MAX} , al final de 21 semanas de entrenamiento concurrente.

Izquierdo et al. (2005) durante un programa de entrenamiento combinado en hombres de mediana edad encontraron, una cierta disminución de la fuerza, pero esta disminución no afectó la fuerza máxima ni tampoco el VO_{2MAX} , alcanzado en un test en un ciclo-ergómetro, además, conviene resaltar que el entrenamiento de fuerza realizado fue solamente en los miembros inferiores.

Kramer et al. (1995), indican que ocurre un deterioro en la hipertrofia de las fibras tipo I por área de sección transversal durante el entrenamiento concurrente de *endurance* y de fuerza. Bell et al., (2000) reportan que no hay un aumento de las fibras tipo I por área de sección transversal, durante el entrenamiento concurrente de fuerza y de *endurance*, además de existir diferencias en la adaptación de las fibras por área (I y II), cuando compara solamente con el entrenamiento de fuerza.

Las adaptaciones fisiológicas de cada tipo de entrenamiento dependen de diferentes procesos biológicos, por esto es lógico que el entrenamiento de fuerza inhiba las adaptaciones fisiológicas del entrenamiento aeróbico y viceversa. Pero un tiempo más largo de entrenamiento sobre las variables que interfieren en el rendimiento específico, puede comprobar con exactitud si existe realmente tal interferencia o no. Diferentes estudios han concluido que el entrenamiento de *endurance* inhibe o interfiere en el desarrollo de la fuerza. Otros estudios no han observado el impacto del entrenamiento de fuerza en la *performance* de *endurance* (Dudley y Djamil, 1985; Hennessy y Watson, 1994).

McCafferty y Horvath (1977), dicen que prescribir solamente entrenamiento de fuerza para atletas de *endurance* es inconsistente con el principio de entrenamiento de la especificidad. Los entrenadores recientemente han empezado a prescribir entrenamiento de fuerza, combinado con el de *endurance*, o entrenamiento interválico. Esta prescripción está basada en la capacidad que el entrenamiento de fuerza tiene de aumentar la fuerza muscular y la potencia anaeróbica, al ayudar en la *performance* en deportes de *endurance* (Tanaka y Swensen, 1998).

El entrenamiento combinado de fuerza y de *endurance* es realizado por entrenadores y fisiólogos del deporte, como una tentativa de mejorar el desempeño en algunos deportes, en tareas militares, bien como en la rehabilitación articular y de enfermedades cardiovasculares (Bell et al., 1991; 1997; McCartney et al., 1991; Kraemer et al., 1995).

Todavía existe mucha controversia sobre si el entrenamiento de fuerza influencia o no en la actividad metabólica de las enzimas musculares (Tesch, 1988). Abernethy et al. (1994), apuntan que existe una disminución de las enzimas específicas marcadores de la actividad contráctil, glucólisis y del metabolismo aeróbico. En controversia, solamente el entrenamiento de *endurance*

aumenta el potencial oxidativo del músculo, que indica una variación metabólica de las enzimas presentes en el metabolismo aeróbico (Holloszy y Coyle, 1984).

Son pocos los hallazgos que apuntan cambios en la actividad metabólica de las enzimas, como respuesta al entrenamiento concurrente, normalmente lo que ocurre son pérdidas, especialmente en las fibras tipo I y II_a (Bell et al., 2000). El primer estudio realizado con el entrenamiento combinado que verificó la interferencia del entrenamiento aeróbico en el de fuerza y viceversa, fue el de Hickson (1980), quien encontró un aumento del VO_{2MAX} igual en los dos entrenamientos y una atenuada fuerza muscular cuando se compara solamente con el entrenamiento de fuerza.

La fuerza y la potencia son perjudicadas cuando está combinado el entrenamiento de *endurance* y de fuerza (Dudley y Fleck, 1985; Bell et al., 2000). Otros autores reportan no haber interferencia en la fuerza, durante el entrenamiento concurrente desarrollado durante un corto periodo (Abernethy y Quigley, 1993; Gravelle y Blessing, 2000). En general, una adaptación que ocurre como respuesta al entrenamiento de fuerza es un aumento en el tamaño de la miofibrilla, que altera las propiedades contráctiles (Tanaka y Swensen, 1998). Colectivamente estas adaptaciones, hacen con que la fuerza muscular aumente, siendo ésta una contribución del entrenamiento de fuerza, además de un aumento en la potencia anaeróbica máxima (Hickson et al., 1988; Kraemer et al., 1995).

Los programas de entrenamiento concomitante aeróbico y de fuerza, producen menores ganancias en la fuerza y en la potencia muscular que el entrenamiento que se destina solamente a desarrollar la fuerza (Kraemer et al., 1995). Una corta sesión de ejercicio de *endurance* de alta intensidad inhibe el desempeño en las actividades subsecuentes en que se necesite fuerza muscular (Leveritt et al., 1999).



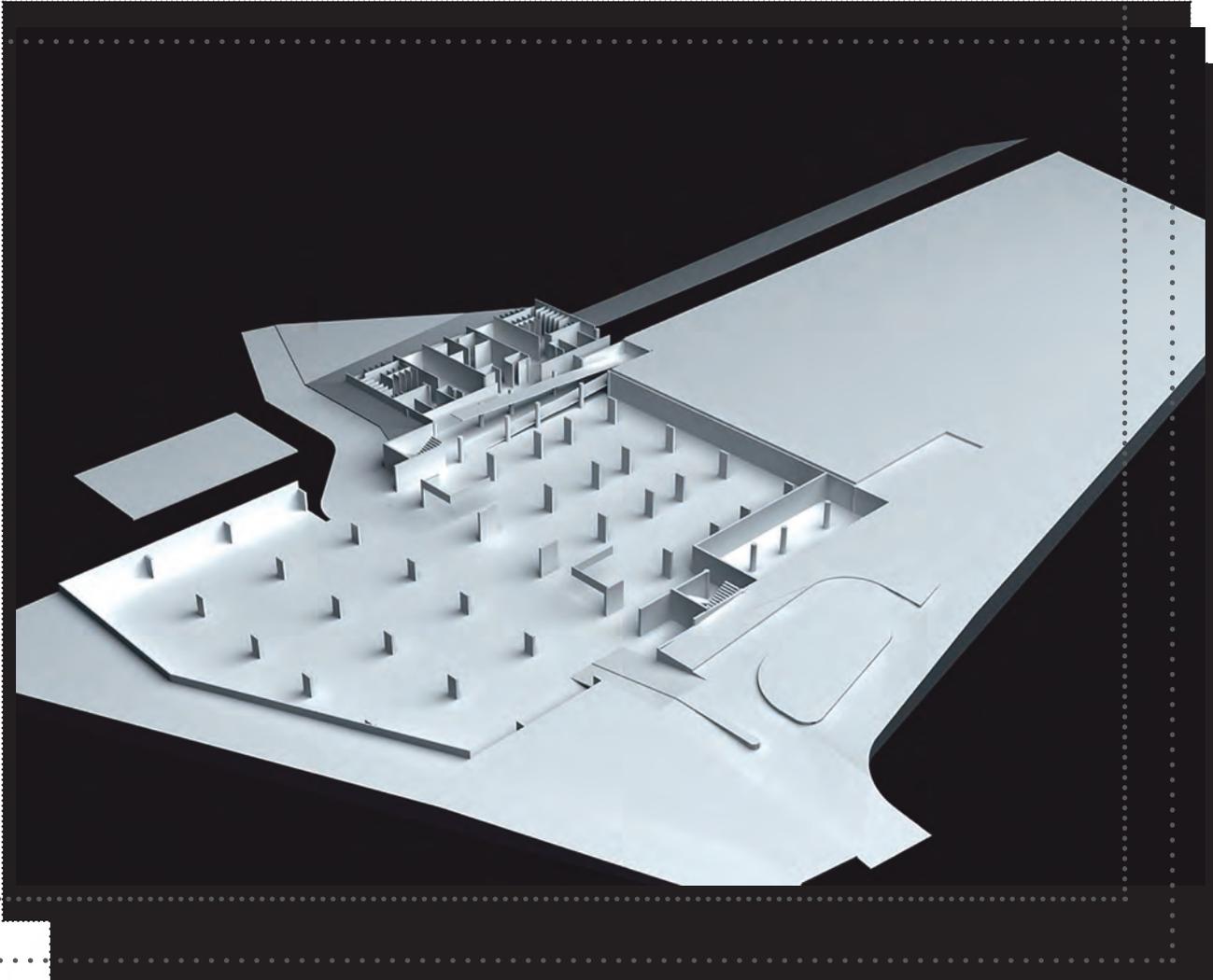
CONCLUSIÓN

La interferencia del entrenamiento concurrente, existe y hemos observado esto en las literaturas estudiadas, esta interferencia puede perjudicar el desarrollo de otro parámetro de rendimiento relacionado con cada uno de los entrenamientos, pero el control de variables: como intensidad, duración y grado inicial de entrenamiento puede ayudar para que estas diferencias sean mermadas o hasta desaparezcan.

REFERENCIAS

- Abernethy, P.J.; Quigley. (1993). B.M. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *J. Strength Cond. Res.* 7: 234-240.
- Abernethy, P.J.; Jurimae, J.; Logan, P. A.; Taylor, A.W.; Thayer, R.E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Med.* 17: 22-28
- ACSM. Positions Stand: Progressive models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 364-380, 2002
- Bell, G.; Peterson, S.; Wessel, J.; Bagnell, K.; Quinney, H.A. (1991). Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. *Int. J. Sports Med.* 4: 384-390
- Bell, G.J.; Syrotuik, D.; Martin, T.P.; Burnham, R, M.; Quinney, H.A. (2000). Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81: 418-427
- Bell, G.J.; Syrotuik, D.; Socha, T.; (et. al). (1997). Maclean, I., QUINNEY, H.A. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone and cortisol. *J. Strength Cond. Res.* 11: 57-64
- Bishop, D.; Jenkins, D.G.; Mackinnon; L.T., McEniery, M., Carey, M.F. (1999). The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 886-891
- Chromiak, J.A.; Mulvaney, D.R. (1990). A review: the effects of combined strength and endurance training on strength development. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4: 55-60
- Doherty, T.J. (2003). Invited review: Aging and Sarcopenia. *J. Appl. Physiol.* 95: 1717-1727
- Dudley, G.A.; Djamil, R. (1985). Incompability of endurance- and strength-training modes of exercise. *J. Appl. Physiol.* 59: 1446-1451
- Esser, K.; White, T. (1990). Prior running reduces hypertrophic growth of skeletal muscle grafts. *J. Appl. Physiol.* 69: 451-455
- Fry, A.C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med.* 34: 663-679
- Glowacki, S.P.; Martin, S.E.; Maurer, A.; (et. al). (Baek, W.; Green, J.S.; Crouse, S.F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36: 2119-2127
- Gravelle, B.L.; Blessing, D.L. (2000). Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J. Strength Cond. Res.* 14: 5-13
- Häkkinen, K.; Alen, M., Komi, P.V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol. Scand.* 125: 573-585
- Häkkinen, K.; Alen, M.; Komi, P.V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol. Scand.* 125: 573-585
- Häkkinen, K.; Alen, M.; Kraemer, W.J.; Gorostiaga, E., (et. al). (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 89: 42-52
- Harber, M.P., FRY, A.C., RUBIN, M.R., SMITH, J.S., WEISS, L.W. *Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men.* *Scand. J. Med. Sci. Sports* 14: 176-185, 2004

- Hass, C.J., Garzarella, L., de Hoyos, D.V., Connaughton, D.P., Pollock, M.L. *Concurrent improvements in cardiorespiratory and muscle fitness in response to total body recumbent stepping in humans*. Eur. J. Appl. Physiol. 85: 157-163, 2001
- Helgerud, J., Christian, L.E., Wisloff, U., Hoff, J. *Aerobic endurance training improves soccer performance*. Med. Sci. Sports Exerc. 33: 1925-1931, 2001
- Hennessy, L.C., Watson, A.W.S. *The interference effects of training for strength and endurance simultaneously*. J. Strength Cond. Res. 8: 12-19, 1994
- Hickson, R.C. *Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance*. Eur. J. Appl. Physiol. 215: 255-263, 1980
- Hickson, R.C., Dvopak, B.A., Gorostiaga, E.M., Kurowski, T.T., Foster, C. *Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance*. J. Appl. Physiol. 65: 2285-2290, 1988
- Hoff, J., Helgerud, J. *Endurance and strength training for soccer players. Physiological considerations*. Sports Med. 34: 165-180, 2004
- Holloszy, J.O., Coyle, E.F. *Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences*. J. Appl. Physiol. 56: 831-838, 1984
- Hunter, G., Demment, R., Miller, D. *Development of strength and maximal oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance*. J. Sports Med. Phys. Fitness 27: 269-275, 1987
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibañez, J., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E.M. *Effect of combined resistance and cardiovascular training on strength power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men*. Eur. J. Appl. Physiol. 94: 70-75, 2005
- Kasch, F.W., Boyer, J.L., Schmidt, P.K., Wells, R.H., Wallace, J.P., Verity, L.S., Guy, H., Schneider, D. *Ageing of the cardiovascular system during 33 years of aerobic exercise*. Age Ageing. 28: 531-536, 1999
- Kraemer, W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., Harman, E.A., Deschenes, M.R., Reynolds, K., Newton, R.U., Triplett, N.T., Dziados, J.E. *Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations*. J. Appl. Physiol. 78: 976-989, 1995
- Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B., Logan, P. *Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection*. J. Strength Cond. Res. 17: 503-508, 2003
- Leveritt, M., Abernethy, P.J., Barry, B., Logan, P. *Concurrent strength and endurance training. A review*. Sports Med. 28: 413-427, 1999
- McCafferty, W.B., Horvath, S.M. *Specificity of exercise and specificity of training: a subcellular review*. Res. Quat. 48: 358-371, 1977
- McCarthy, J.P., Poznyak, M.A., Agre, J.C. *Neuro-muscular adaptations to concurrent strength and endurance training*. Med. Sci. Sports Exerc. 34: 511-519, 2002
- McCartney, N., McKELVIE, R.S., HASLAN, D.R., JONES, N.L. *Usefulness of weight training in improving strength and maximum power output in coronary artery disease*. Am. J. Cardiol. 67: 939-945, 1991
- Nelson, A.G., Arnall, D.A., LOY, S.F., Sivester, L.J., Conlle, R.K. *Consequences of combining strength and endurance training regimens*. Phys. Ther. 70: 287-294, 1990
- Sale, D., Macdougall, D., Jacobs, I., Garner, S. *Interaction between concurrent strength and endurance training*. J. Appl. Physiol. 68: 260-356, 1990
- Tanaka, H., Swensen, T. *Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training*. Sports Med. 25: 191-200, 1998
- Tesch, P. *Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise*. Med. Sci. Sports Exerc. 20: S132-S134, 1988
- Trappe, S., Costill, D., Thomas, R. *Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties*. Med. Sci. Sports Exerc. 32: 48-56, 2001



ANÁLISIS COMPORTAMENTAL DEL FÍSICO CORPORAL DE UNA MUESTRA DE FISICOCULTURISTAS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, (Colombia)

Germán Melo McCormick (q.e.p.d).

Médico Universidad Nacional de Colombia; Especialista en Medicina Deportiva, Asociación colombiana de Facultades de Medicina Asociación Colombiana de Facultades de Medicina ASCOFAME (Col). Docente Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga (Col).

María Magdalena Gualdrón Trejos.

Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás - Bucaramanga (Col). Especialista en Administración Deportiva - Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga, (Col). Docente Universidad Santo Tomás Tunja (Col).
Email: magolita343@hotmail.com

Resumen

El propósito de esta investigación fue comparar la intercambiabilidad de un método antropométrico con una tecnología comercial de impedancia bioeléctrica mediante el análisis del físico corporal de 28 Fisicoculturistas entre los 18 y 35 años. Los voluntarios de la muestra pertenecen a un gimnasio de la Ciudad de Bucaramanga y con una experiencia en levantamiento de pesas entre 6 meses y 2 años. Se les realizó una evaluación inicial con pliegues cutáneos, impedancia bioeléctrica según 2 software comerciales: el OMRON Modelo HBF-306 BL y TANITA TBF 310, además de evaluar la fuerza estática con dinamometría; se realizaron controles semanales y mensuales por un periodo de 4 meses. Al final del estudio se realizó una estimación del modelo simple de dos compartimentos (masa grasa-masa libre de grasa), por medio de la fórmula de Durnin y Yuhasz. Los resultados se sometieron a un análisis estadístico descriptivo, y de correlación de Pearson. Se concluye que las diferentes técnicas y ecuaciones, las destrezas requeridas en la medición y la utilización de equipos confiables para la antropometría de pliegues, continúa siendo difícil hablar del compartimiento grasa, como correspondiente a un porcentaje definido en este tipo de población. Una forma alternativa pudiera ser la expresión numérica absoluta de la sumatoria de la medida de ciertos pliegues de interés

Palabras Clave: Antropometría, Impedancia Bioeléctrica, composición corporal.

Abstract

The purpose of this research was to compare the interchangeability of an anthropometric method with a commercial technology by bioelectrical impedance analysis of the physical body of 28 Bodybuilders between 18 and 35. Volunteers from the sample belong to a gym in the city of Bucaramanga and a weightlifting experience between six months and two years. They made an initial assessment skinfolds, bioelectrical impedance as two commercial software: the OM-Model HBF-306 RON BL and TANITA TBF 310, and to evaluate the static strength dynamometry, were monitored weekly and monthly for a period of four months. At the end of the study is an estimate of the simple two-compartment model (fat mass - FFM) by using the formula of Durnin and Yuhasz. The results were subjected to descriptive statistical analysis and Pearson correlation. We conclude that the different techniques and equations, the skills required in the measurement and use of reliable equipment for the anthropometry of folds, it remains difficult to talk of fat, as corresponding to a defined percentage in this population. An alternative might be the absolute numerical expression of the sum of the measure of certain folds of interest.

Key Words: Anthropometry, bioelectrical impedance, body composition.

ANÁLISIS COMPORTAMENTAL DEL FÍSICO CORPORAL DE UNA MUESTRA DE FISI COCULTURISTAS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA (Colombia)*

Germán Melo McCormick
María Magdalena Gualdrón

La nueva era en donde la estética y el fitness = salud y aptitud han empezado a jugar un papel importante en la sociedad, ha conllevado a la proliferación de centros que buscan satisfacer esta necesidad social; por eso, muchas personas no sólo han querido mantener un buen estado físico y de salud sino también competir por medio del fisicoculturismo que está definido como una disciplina basada en el ejercicio físico, generalmente anaeróbico, consistente la mayoría de veces en levantamiento de peso y cuyo fin es obtener un cuerpo lo más atlético y armonioso posible (Hernández, 1996; Sharkey, 2002).

No se ha podido evidenciar de manera completa el progreso que tienen los fisicoculturistas, debido a la falta de formatos estandarizados para la medición del físico corporal, además, si se tiene en cuenta también la parte nutricional y el uso de suplementos proteícos y sustancias prohibidas.

De acuerdo a la problemática descrita, surgió la idea de realizar un estudio descriptivo y correlacional en una muestra de físico-culturistas de la ciudad de Bucaramanga. Se estudiaron las

variables físico corporal y la fuerza muscular; por medio de antropometría de pliegues cutáneos definida como la valoración del tejido adiposo sub-cutáneo con la utilización de las fórmulas propuestas por Durnin y Yuhazs (Acero, 2002; Camacho, 1999). De igual manera, se utilizó el método de la impedancia bioeléctrica entendida como un método comúnmente usado para estimar la composición del cuerpo (R. Baumgartner, 1990); para ello se utilizaron dos equipos comerciales: el OMRON HBF 306 y la TANITA TBF 310; se evaluó la variable físico corporal y por medio de dinamometría manual, lumbar y de pierna utilizada para medir la fuerza estática o isométrica se estudió la variable fuerza muscular, adicionalmente se determinó el somato-tipo con el fin de establecer el predominante de la población (González, 1995; Heyward, 1998; Widrick, 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio exploratorio, descriptivo, longitudinal y correlacional, se realizó mediante una convocatoria de 28 hombres, aparentemente sanos,

* El presente artículo de investigación es producto del informe final del proyecto: Análisis comportamental del físico corporal y la fuerza estática en una muestra de fisicoculturistas de la ciudad de Bucaramanga (2008), del Grupo de Investigación Cultura Física Terapéutica. Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga.



usuarios de un Gimnasio, con edades entre 18 y 35 años, con experiencia entre 6 meses y 2 años de entrenamiento con pesas, voluntarios que quisieron participar en el estudio. El estudio se realizó por un periodo de 4 meses, con sesiones de 3 veces por semana (Salud, 1993).

Las variables de las dimensiones del físico corporal peso, talla, pliegues cutáneos, se estudiaron mediante observación instrumental, sistematizada, estructurada y controlada, según la técnica cine-antropométrica de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría -ISAK-. Se recolectó la información en las proformas del laboratorio de análisis del físico corporal- LAFICO UIS (McCormick, 2000).

La variable fuerza muscular se estudió por observación instrumentalizada, estructurada, mediante el método dinamométrico; las fuerzas musculares valoradas fueron la manual y lumbar según el protocolo del equipo y los datos recolectados se llevaron en un control de registro. Además, se implementó el test de RM según Bryzcki para la determinación de la fuerza muscular dinámica en el ejercicio de banco plano.

El orden de recolección de la información fue: peso, talla, diámetros humeral y femoral, perímetros de brazo flexionado y tenso, perímetro de pierna, pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular, supra-iliaco, abdominal, muslo y pierna).

Luego de la antropometría de superficie se realizaron los estudios de impedancia bioeléctrica de ingreso con ambos equipos. Se realizaron mediciones de control semanalmente para antropometría de pliegues cutáneos y dinamometría; mensualmente se realizaron valoraciones mediante el método de impedancia bioeléctrica.

Para la estimación de la grasa corporal y masa magra con el modelo simple de 2 compartimentos (masa grasa, masa magra), se utilizó la fórmula de Durnin que consta de 4 pliegues (bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco) y Yuhazs que consta de 6 pliegues (bíceps, tríceps, subescapular, suprailiaco, abdomen, muslo anterior y pierna medial); estos valores se correlacionaron con los resultados arrojados por la impedancia bioeléctrica (J. Durnin, 1974; K. Norton, 1996).

Se realizó una determinación del somato-tipo basado en medidas cine-antropométricas que fueron analizadas por el software Bodylab.

Durante los 4 meses de estudio la muestra fue sometida a un entrenamiento estandarizado con pesas, con sesiones 3 veces por semana 1 hora y media por sesión.

Los datos fueron procesados mediante estadígrafos descriptivos, correlación de Pearson.

EQUIPOS Y MATERIALES

Calibradores de pliegues cutáneos, Harpenden y Slim Guide; cinta métrica Lufkin W606 PM; báscula electrónica Health -O- meter; tallímetro de madera y plano de broca; equipo para diámetros mayores y menores GPM y Holtain United Kingdom, equipos comerciales para la impedancia, TANITA TBF 310, y el OM-ROM HBF 306; dinamómetros SMEDLEY III analógicos; proformas antropométricas, planillas de variables fisiológicas, fotocopias de consentimiento informado; fotocopias de encuestas de actividad física, formatos de PAR-Q, formatos de entrenamiento deportivo, formato de fuerza estática.

RESULTADOS

Los datos de peso fueron registrados mensualmente en las instalaciones del Gimnasio. Tabla 1, Tablas 2 a, b, c, D, Tablas 3 a, b y c.

Tabla 1. Dimensión Tamaño, Indicadores e Índice

Estadígrafos descriptivos	Talla m	Peso 1 Kg.	Peso 2 Kg.	Peso 3 Kg.	Peso 4 Kg.	IMC1	IMC2	IMC3	IMC4
Media	1.73	74.33	75.07	75.03	75.33	24.91	25.16	25.14	25.24
Desviación Estándar	0.06	6.62	6.96	6.95	7.11	2.12	2.17	2.17	2.21
Coefficiente de Variación	3.5%	8.9%	9.3%	9.3%	9.4%	8.5%	8.6%	8.6%	8.7%

Fuente: Los autores

Los pliegues cutáneos igualmente fueron evaluados mensualmente.

Tabla 2a. Método Antropométrico De Durnin- Womersley

Estadígrafos Descriptivos	%Grasa Durnin 1	%Grasa Durnin 2	%Grasa Durnin 3	%Grasa Durnin 4
Media	16.92	17.08	17.15	17.1
Desviación Estándar	2.96	2.93	2.61	2.65
Coefficiente de Variación	17.45%	17.15%	15.21%	15.49%

Fuente: Los autores

La fórmula de Yuhasz fue aplicada sólo en tres controles al inicial a la mitad y al final del estudio.

Tabla N° 2b. Método Antropométrico De Yuhasz

Estadígrafos Descriptivos	%Grasa Yuhasz 1	%Grasa Yuhasz 2	%Grasa Yuhasz 3
Media	10.0	9.96	9.87
Desviación Estándar	1.87	1.84	1.7
Coefficiente De Variación	18.66%	18.47%	17.23%

Fuente: Los autores

Igualmente la impedancia bioeléctrica medida por este equipo comercial fue controlada en 3 ocasiones durante el estudio.

Tabla 2c. Método Impedancia Tanita Tbf 310

Estadígrafos Descriptivos	%Grasa Tanita 1	%Grasa Tanita 2	%Grasa Tanita 3
Media	17.67%	12.84%	12.92%
Desviación Estándar	6.99	3.39	3.20
Coefficiente de Variación	39.55%	26.40%	24.76%

Fuente: Los autores

Mediante este software se valoró igualmente el porcentaje de grasa de los participantes. Los registros se realizaron cada mes.

Tabla 2d. Método Impedancia Om-Rom Hbf 310

Estadísticos Descriptivos	%Grasa Omrom 1	%Grasa Omrom 2	%Grasa Omrom 3	%Grasa Omrom 4
Media	14.13	13.54	12.99	13.25
Desviación Estándar	3.27	3.03	3.18	3.03
Coefficiente de Variación	23.14	22.39	24.48	22.87

Fuente: Los autores

El somato-tipo también se controló en 3 ocasiones

Tabla 3a. SOMATOTIPO No. 1.

Estadísticos Descriptivos	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo
Media	3,76	5,98	1,55
Desviación Estándar	0,88	1,17	0,94
Coefficiente de Variación	23.40%	19.56%	60.65%

Tabla 3b. SOMATOTIPO No. 2

Estadísticos Descriptivos	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo
Media	3,76	6,08	1,50
Desviación Estándar	0,87	1,14	0,93
Coefficiente de Variación	23.13%	18.77%	62.00%

Tabla 3c. SOMATOTIPO No. 3.

Estadísticos Descriptivos	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo
Media	3,76	6,07	1,48
Desviación Estándar	0,79	1,12	0,91
Coefficiente de Variación	20.99%	18.45%	61.55%

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Índices de Tamaño

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador epidemiológico, factor de riesgo nutricional. El rango de coeficiente de variación de la muestra ($n=28$) estuvo entre 8.51% y 8.75% durante los 4 meses; el rango de la media más una desviación estándar fluctuó, entre 27.0 y 27.4, que no es estadísticamente significativo; sin embargo, es necesario recordar que el IMC o índice de Quetelet, no diferencia los componentes de la masa o peso, es, por lo tanto, poco útil en este tipo de población, donde se espera un predominio de la masa muscular. Es preferible, en este tipo de población, utilizar otros índices de peso relativo como el IAKS (masa corporal activa) que se construye con el peso corporal menos la grasa en Kilos (peso magro) dividido por el cubo de la talla que es una variante del índice ponderal de Livi (Lukaski, 1987). Sin embargo, este índice, a su vez, depende del método que se use para establecer la grasa corporal.

Grasa Corporal Antropometría de Pliegues Cutáneos

Durnin-Womersley (Tabla 2a)

El valor mínimo de la media 16.92 de grasa y el máximo 17.1% indica un 0.08% de variación en 4 meses prácticamente insignificante así como tampoco de acuerdo a una desviación estándar (2.96-2.65); los coeficientes de variación estuvieron elevados hasta 17.45% el mayor que nos indica no homogeneidad el componente graso. En el estudio original de DURNIN-WOMERSLEY, no había fisicoculturistas, pero si amplias variaciones del grosor de los panículos adiposos y un rango de edad de 16 a 72 años hombres y mujeres. Las discretas variaciones interindividuales nos hablan de una cierta estabilidad y reproducibilidad del método, pero las variaciones intra-individuales como pueden ser estimadas por el coeficiente de variación pueden ayudarnos en el control individual del componente graso en individuos, es

importante anotar que la destreza procedimental del antropometrista de este estudio se calculó como en un 2% de error técnico de la medición.

El análisis intraindividual de DURNIN no detectó cambios importantes de porcentaje de grasa en 22 individuos de la muestra lo que muestra mejoramiento en tan sólo 2 y desmejoramiento en 4.

Yuhasz (Tabla 2b): Este autor utiliza 3 pliegues apendiculares y 3 pliegues centrales y las tres mediciones hechas en 4 meses muestran una variación en la media de 0.13% con desviación estándar similares y coeficientes de variación altos, el mayor es de 18.66%. Sin embargo, los porcentajes de grasa de la muestra, son hasta un 8% menores que con el método de DURNIN, lo que está más de acuerdo con lo esperado por la actividad física habitual de la muestra. El coeficiente de PEARSON es igual entre DURNIN y YUHASZ $r=0.89$, esta similitud se debe a que ambos autores miden el tejido celular subcutáneo.

El análisis intra-individual durante los 4 meses del estudio mostró con este método un mejoramiento en el porcentaje de grasa en 16 participantes (57%), sin cambios en 4 e incremento en 8.

Grasa Estimada por Impedancia Bioeléctrica

El análisis de la impedancia bioeléctrica -IB- es un método comúnmente usado para estimar la composición del cuerpo. La tecnología es relativamente simple, rápida, y no invasora pero hay numerosas variables tanto ambientales como corporales intervinientes en su determinación (Bouchard, 1985; Florey, 1970).

BIA mide la oposición de los tejidos finos del cuerpo al flujo (menos de 1 mA) de una corriente alterna pequeña. La impedancia es una función de dos componentes (vectores): la resistencia de los tejidos finos, y la oposición adicional (reactancia) debido a la capacitancia de membranas, de interfaces del tejido fino, y de tejidos finos no iónicos. La resistencia medida

es aproximadamente equivalente a la del tejido fino del músculo.

La grasa corporal le ofrece mayor resistencia al flujo de la corriente al igual que el hueso mientras que el tejido magro es menor.

El equipo comercial TANITA TBF-310 tiene las fuentes emisoras y sensores de la corriente en las plantas de los pies, mientras que el equipo OMRON HBF- 310 las tiene en las palmas de las manos, de donde se puede deducir que las trayectorias del flujo de la corriente de las fuentes emisoras a los sensores en ambos equipos es diferente y como la resistencia al flujo de la corriente del tórax, es menor que la de los miembros. Los resultados deben ser diferentes como lo encontramos en este estudio en donde el coeficiente de Pearson entre los dos métodos es $r=0.6$, que es positivo, pero bajo. Otro inconveniente con estos equipos es que, en sus manuales, no se informa la ecuación con la cual se construyó el software estadístico respectivo; se supone por supuesto, que incluyen el índice derivado del cuadrado de la talla dividido por la impedancia en ohmios; los demás factores del volumen corporal se desconocen.

El promedio de la grasa corporal tomada al ingreso del estudio, fue menor con el equipo OMRON que con TANITA aproximadamente un 7% de porcentaje graso, mientras que al final en los dos últimos controles, fue sensiblemente igual, estableciéndose medias de 15% y desviaciones estándar entre 2 y 3% con diferencias no significativas.

Cuando comparamos la antropometría de Yuhasz y OM-ROM la correlación fue de 0.51; Yuhasz-TANITA, $r= 0.43$, Durnin y OM-ROM, $r=0.60$; y Durnin- Tanita $r=0.54$ que son correlaciones positivas pero bajas, presumiblemente debido a que la corriente circula por compartimientos toraco abdominales diferentes en composición e hidratación.

El análisis intra-individual con el equipo comercial OM-ROM al cabo de 4 meses de estudio mostró un mejoramiento del porcentaje de grasa en 15

sujetos (53%); sin cambios en 6, e incrementó en la grasa en 7. En cambio con el equipo TANITA TBF310 la detección del porcentaje de grasa en 4 meses de seguimiento fue que 13 sujetos mejoraron (46%); no detectó cambios en 6, y desmejoraron su porcentaje de grasa 8.

De lo anterior se deduce que el método antropométrico de YUHASZ y el programa del equipo OM-ROM fueron más útiles como métodos para evaluar la grasa corporal.

SOMATOTIPO

La popularización del somatotipo por Sheldon y su escuela en 1940 se debió al intento de mostrar las variedades del físico humano en relación con la psicología constitucional pero ellos decían que la forma y composición del cuerpo de un individuo se mantenía constante durante toda la vida. Una actualización importante al método de Sheldon es la dada por Bárbara Heath y Lindsay Carter 1990 cuando afirman que el somatotipo es tanto genético como fenotípico, es decir, está influenciado por el medio cultural, el crecimiento, la nutrición y el ejercicio.

En este estudio, en el análisis interindividual de medias y desviación estándar, como era de esperarse el componente ampliamente dominante es la meso-morfia; sin embargo, junto a la endomorfia no muestran cambios estadísticamente significativos durante los 4 meses de entrenamiento con pesas; en cambio en el componente de la ecto-morfia o tercer componente, el coeficiente de variación fue de 60.1% que indica una gran variabilidad. Esto se puede explicar porque tanto Sheldon como Heath y Carter usan la inversión del índice ponderal de Livi, es decir, la talla dividida por la raíz cúbica del peso, que según ha sido visto por numerosos autores es un hecho desafortunado porque indica que el peso es inversamente proporcional a cualquier talla (Florey, 1970).

En este corto periodo de tiempo del estudio, los cambios del somatotipo de la muestra en un análisis intra-individual solo permiten ver variaciones



decimales, lo que se podría interpretar como de baja sensibilidad en una muestra que se ejercita exclusivamente con pesas. Con seguridad como el somatotipo como parte de un estudio de las dimensiones del físico corporal deberá mostrar cambios en personas que combinen las pesas con otro tipo de actividad física y su seguimiento por periodos mas prolongados de tiempo.

CONCLUSIONES

En este tipo de población, de acuerdo a las diferentes técnicas y ecuaciones, las destrezas requeridas en la medición y la utilización de equipos confiables para la antropometría de pliegues, es difícil hablar del compartimiento graso, como correspondiente a un porcentaje definido. Una forma alternativa pudiera ser la expresión numérica absoluta de la sumatoria de la medida de ciertos pliegues de interés.

Es promisorio e interesante continuar con el método de Yuhasz, y su ecuación para deportistas varones (Σ tríceps, subescapular, supra iliaco, abdomen, muslo anterior, pierna medial (0.1051)+ 2.585), desde el punto de vista de la antropometría de pliegues, en este tipo de poblaciones.

El equipo OM ROM HBF-310 empleado en este estudio, mostró mejores resultados, que el equipo TANITA TBF-310, al compararlo con las dos propuestas antropométricas de determinación teórica.

El método antropométrico, la ecuación de YUHASZ y la fórmula estadística del OM-ROM HBF 310, fueron más sensibles para evaluar cambios en los porcentajes de grasa en los 4 meses de estudio, según el análisis intra-individual.

La determinación de los 3 componentes del somato-tipo permite establecer el comportamiento del componente muscular en ejercicios de fuerza.

El entrenamiento con pesas en un circuito general mejora la fuerza isométrica medida mediante el test de handgrip.

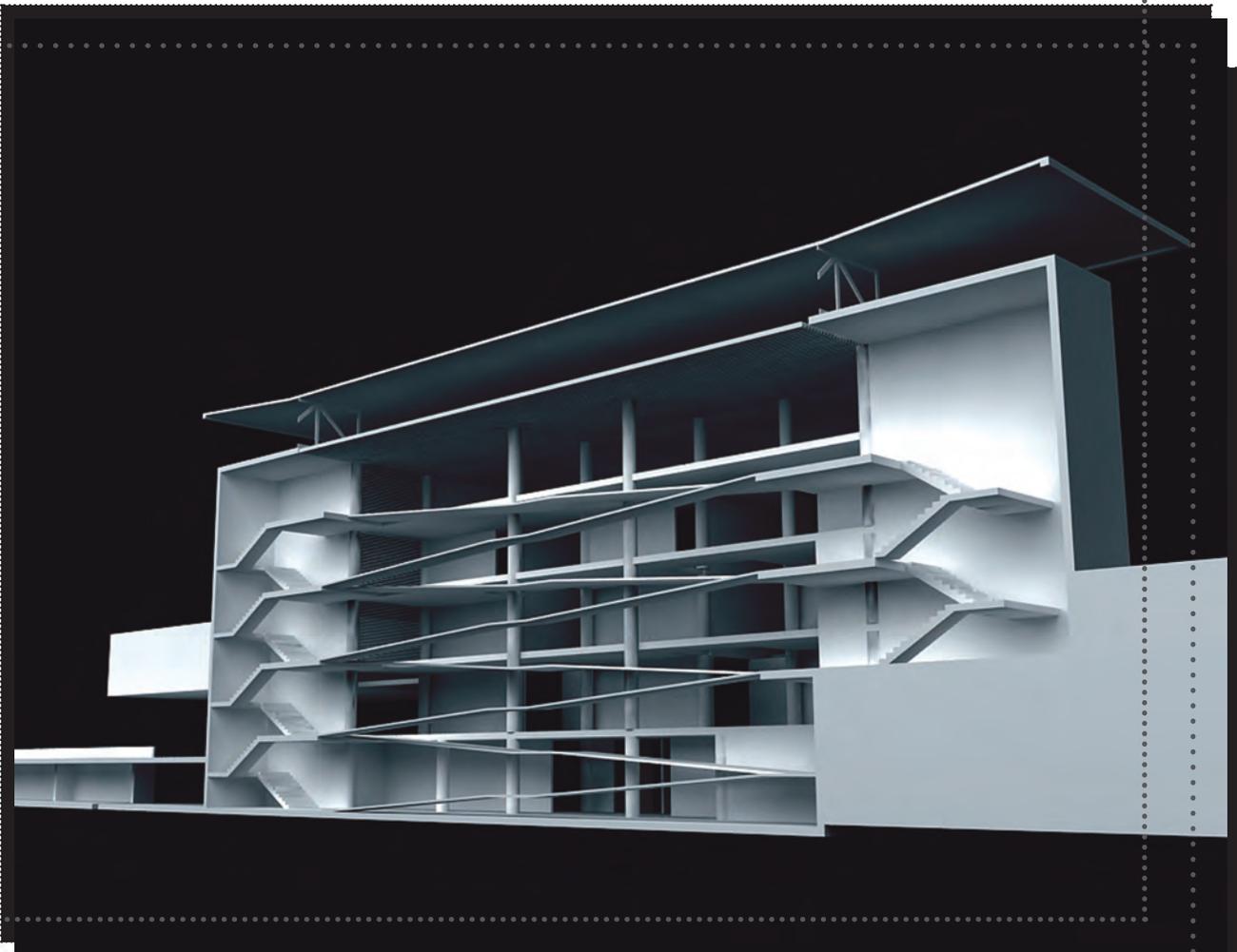
Un circuito general de pesas sin ejercicios específicos lumbares mejora la fuerza extensora lumbar de la espalda.

El modelo más adecuado para observar y controlar el trabajo con pesas en los gimnasios de Bucaramanga, es aquel que contemple información del físico corporal, la masa corporal activa y la relación con los test de ingreso y el progreso de la fuerza.

REFERENCIAS

- Acero, J. (2002). *Cineantropometría, Fundamentos y procesos*. Cali
- Bouchard (1985). Reproducibility of body composition and adipose-tissue measurements in humans *Body composition assessments in youth and adults. Sixth Ross Conference on Medical Research*. Ohio
- Bullough (1995). Interaction of acute changes in exercise energy expenditure and energy intake on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr*, 61
- Camacho, J. (1999). Taller de Cineantropometría aplicada a las actividades físicas, el ejercicio y el deporte. *Memorias de talleres, XVIII Congreso panamericano de Medicina Deportiva*, 2
- Cohen (1996). Lipoprotein (a) and cholesterol in body builders using anabolic androgenic steroids. *Med. Sci Sports Exerc*, 28(2)
- Florey (1970). The use and interpretation of ponderal index and other weight-height ratios in epidemiological studies. *J Chron Dis* 23
- Gonzalez (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza* (1 ed.). Barcelona: Inde
- Hernández, C. (1996). *El libro completo del Culturismo* (2 ed.). Barcelona Hispano Europea
- Heyward (1998). *Assessing Strength and Muscular Endurance Advanced Fitness Assessment Exercise prescription* (3 ed.). Champaign, IL: Human Kinetics
- J. Durnin, J. W. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold

- thickness: measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years. *Br J Nutr* 32
- K. Norton, T. O. (1996). *Anthropométrica*. Sidney-Australia: UNSW PRESS
- Katch (1985). *Body composition and Sports Medicine Body composition assessments in youth and adults*. Ohio: Columbus
- Lukaski, H. (1987). Methods for the assessment of human body composition: Tradicional and new. *Am J Clin Nutr* 46
- McCormick, G. M. (2000). *Manual de Cineantropometría. Guía de talleres. Escuela de Nutrición y Dietética*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander
- Phillips (1997). *B. Sports supplement review. Mile High Publishing, Co* (3 ed.). USA
- R. Baumgartner, C. C. a. A. R. (1990). Bioelectric Impedance for Body Composition. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 18
- Salud, M. d. (1993). *NORMAS CIENTÍFICAS, TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD*
- Sharkey, B. (2002). *Muscular Fitness Fitness and Health* (5 ed.). Hong Kong: Human Kinetics
- Widrick, F. a. (1996). Muscle Mechanics: Adaptations with Exercise- Training *Exercise and Sports Sciences Reviews* (Vol. 24).



O TEACHING GAMES FOR UNDERSTANDING (TGfU) COMO MODELO DE ENSINO DOS JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS

Israel Teoldo da Costa

Possui graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Viçosa, MG-Brasil. Mestrado em Educação Física pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. E doutorado em Ciências do Desporto pela Faculdade de Desporto na Universidade do Porto, Portugal. Docente do Centro Universitário de Belo Horizonte, Brasil. Email: israelteoldocosta@gmail.com

Júlio Manuel Garganta Da Silva

Doutorado em Ciências do Desporto, Universidade do Porto, Portugal. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP, Porto, Portugal. Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, CIFI²D, Portugal. Professor da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal (FCDEF-UP). Email: jgargant@fcdef.up.pt

Pablo Juan Greco

Graduação em Educação Física. Instituto Nacional de Educação Física, INEF, Argentina. Mestrado em Ciências do Esporte, Universität Heidelberg (Ruprecht-Karls), R.K.U.H., Alemanha. Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo, Brasil. Docente Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG-Brasil. Email: grecoj@ufmg.br

Isabel Mesquita

Doutorada em Ciências do Desporto, Universidade do Porto, Portugal. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP, Porto, Portugal. Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, CIFI²D, Portugal. Coordenadora do Gabinete de Voleibol da Faculdade de Desporto-Universidade do Porto, Portugal. Email: agraca@fade.up.pt

Amândio Braga dos Santos Graça

Doutorado em Ciências do Desporto, Universidade do Porto, Portugal. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP, Porto, Portugal. Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto, CIFI²D, Portugal. Professor Associado da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Portugal. Email: agraca@fade.up.pt

Resumo

Esse artigo tem por objetivo apresentar os pilares teóricos e as principais propostas de modificação para o modelo do Teaching Games for Understanding decorrentes da teoria da psicologia social e da perspectiva da aprendizagem situada. Para tal foram revisados artigos de impacto internacional conforme o sistema de classificação Qualis. O Teaching Games for Understanding rompe com a ideia do ensino das técnicas de forma isolada, concedendo primazia ao ensino do jogo por meio da compreensão tática, dos processos cognitivos de percepção e da tomada de decisão. Na prática, o modelo preconiza que os temas de ensino sejam baseados em pressupostos táticos do jogo e que sejam realizados em formas de jogos reduzidos de modo a maximizar e motivar a participação. As competências e os conhecimentos do professor/treinador nesse processo são cruciais para promover vivências que possibilitem a leitura tática do jogo de forma mais inteligente.

Palavras-Chaves: Teaching Games for Understanding, tática, ensino, jogos desportivos coletivos, educação física escolar.

Abstract

The present paper aims to provide theoretical pillars and set proposals to refine Teaching Games for Understanding model, considering the social psychology theory and the situated learning perspective. Papers with impact factors defined by the Qualis system were reviewed. The Teaching Games for Understanding is an instructional model that breaks the idea about the technical teaching out of the specificity of sport contexts. This model is focused on developing learners' abilities to play games by the tactical awareness and the cognitive processes like perception and decision making. In the ecological context, this model praises the teaching and coaching processes are based on tactics and strategies of the game playing and likewise the modified games are used to motivate the players and to improve their participation. Thus, it is reasonable to affirm that teacher knowledge and abilities are relevant to promote positive experiences that help the players to develop an intelligent tactical reading of the game.

Keywords: Teaching Games for Understanding, tactic, teaching, team sports, physical education.

O TEACHING GAMES FOR UNDERSTANDING (TGfU) COMO MODELO DE ENSINO DOS JOGOS DESPORTIVOS COLETIVOS*

Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Isabel Mesquita, Amândio Braga dos Santos Graça

Até à década de oitenta do século passado, os modelos de ensino estiveram centrados na teoria comportamentalista¹, que sustentava uma concepção analítica de transmissão dos conteúdos e conhecimentos, partindo do menos para o mais complexo, na qual se preconizava o ensino da técnica como aspecto fundamental para o desenvolvimento das ações de jogo e se destacava os comportamentos do professor/treinador, como foco das investigações (Shavelson, Webb, & Burstein, 1986).

Desses modelos, o de instrução direta (direct instruction) é o mais divulgado e amplamente utilizado no campo prático, sendo recomendado por muitos pesquisadores devido ao fato de o processo de instrução ser estruturado, dirigido e controlado pelo professor (French et al., 1991; Werner & Rink, 1989). Este modelo apresentou resultados positivos em investigações no âmbito da Educação Física, demonstrando melhores resultados de aprendizagem com os professores que estruturavam a atividade de modo a proporcionar mais conhecimento explícito, em relação aos professores que organizavam as práticas de ensino para que os alunos aprendessem por si (Gusthart & Sprigings, 1989; Metzler, 1989; Silverman, 1991). Todavia, os modelos compor-

tamentalistas, em especial o de instrução direta, foram alvo de críticas da comunidade científica, principalmente em relação a duas circunstâncias: (i) o comprometimento da importância da intencionalidade do ensino, manifestada na descontextualização dos comportamentos e na baixa inferência das variáveis, e (ii) a ausência de uma perspectiva teórica, o que compromete o significado e a coerência do direcionamento das questões sobre o ensino (Metzler, 2000).

Para além dessas críticas que se instalaram no campo científico, Bunker e Thorpe (1982) também apresentaram cinco causas justificativas da insatisfação do ensino do jogo centrado na aquisição das habilidades técnicas, no contexto escolar. Para os autores, (i) o reduzido sucesso na realização das habilidades técnicas; (ii) a incapacidade dos alunos em criticarem a prática do jogo; (iii) a rigidez das habilidades técnicas aprendidas; (iv) a baixa autonomia dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem; e (v) o conhecimento reduzido acerca do jogo, constituem razões suficientes para questionar a efetividade desse modelo de ensino.

Diante das constantes críticas e da queda das investigações que patrocinavam a teoria comportamentalista na década de noventa, as correntes cognitivistas e construtivistas, com o seu foco no processamento da informação, na tomada de decisão e na construção do conhecimento, ganharam mais notoriedade, uma vez que propiciam

* En el presente artículo de revisión sobre los pilares teóricos y propuestas de la modificación del modelo de enseñanza para la comprensión de los juegos de la teoría de la psicología social y la perspectiva del aprendizaje situado. Agradecimiento. Com o apoio do Programa ALBan, Programa de bolsas de alto nível da União Europeia para América Latina, bolsa n° E07D400279BR.

¹ Segundo Papalia e Olds (2000) a teoria comportamentalista estuda a mecânica básica da aprendizagem, preocupando-se na forma como o comportamento muda em resposta à experiência. Desta forma, os processos de aprendizagem por condicionamento clássico e por condicionamento operante são importantes durante o processo de iniciação esportiva e treinamento esportivo.

a ampliação dos modelos e da investigação sobre os jogos, a domínios tradicionalmente negligenciados. Destaca-se a ênfase da valência tática e da sua interação complexa com a técnica, do conhecimento, da compreensão, da tomada de decisão e da capacidade de ação em situação de jogo (Graca & Mesquita, 2002). Além disso, esta perspectiva preenche os espaços vazios resultantes da insuficiente explicação teórica do aprendizado, através de uma melhor fundamentação dos processos de ensino, onde o praticante passa a ser o ponto central desse processo e o ensino do jogo passa a ser concebido por meio da compreensão dos aspectos táticos (Light, 2008; Needels & Gage, 1991). Nesse contexto, o modelo de ensino dos jogos para a compreensão (Teaching Games for Understanding-TGfU) tem recebido a atenção de muitos pesquisadores, alcançando destaque a nível mundial no que diz respeito à investigação e à formação no âmbito do ensino dos jogos desportivos coletivos (Butler, 2006; Griffin, Brooker, & Patton, 2005; Griffin & Butler, 2005; Harvey, 2006; Kuehl-Kitchen, 2005; Light & Butler, 2005; Light & Fawns, 2003; MacPhail, Kirk, & Griffin, 2008; Mandigo & Sheppard, 2003; Mesquita, 1998; Pope, 2005; Slade, 2006).

A noção da amplitude de projeção do TGfU na comunidade científica pode ser notada, de acordo com exposto por Graça e Mesquita (2007), em publicações freqüentes de pesquisas em revistas especializadas em discutir o tema, como o *Journal of Teaching in Physical Education*; *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* – *JOPERD*, *Physical Education & Sport Pedagogy*; pelos livros lançados sobre a temática e pelos congressos específicos sobre o tema que são realizados periodicamente desde 2001.

Devido a esses fatores históricos e à importância que o modelo do TGfU assume nas concepções de ensino dos jogos desportivos coletivos, esse capítulo tem por objetivo apresentar a sua teoria e as principais propostas de modificação para o modelo advindas das teorias da psicologia social e da aprendizagem situada. Para tal, se revisou artigos de impacto internacional definido pelo Qualis.

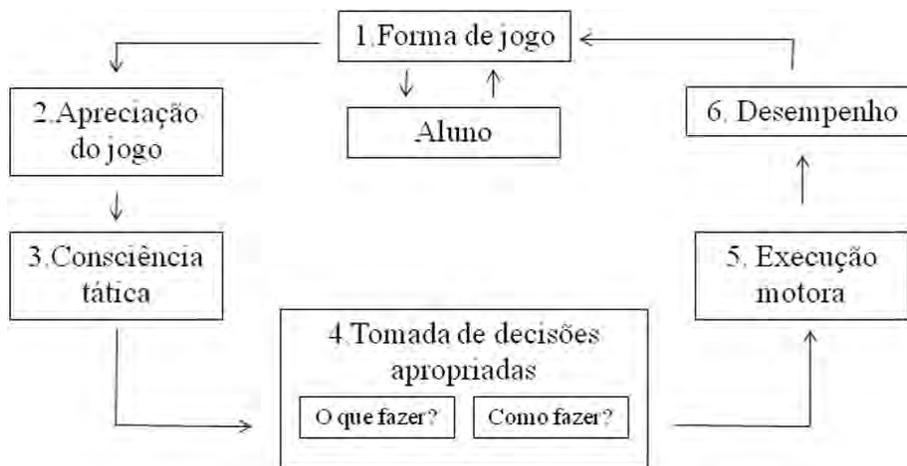
O TEACHING GAMES FOR UNDERSTANDING - TGfU

O TGfU é uma ferramenta de pensamento, um convite para testar novas idéias, propor novos argumentos e oferecer dimensões alternativas no processo de ensino que ajuda tanto os treinadores quanto os professores a avançar com conhecimentos acerca do aprendizado do jogo no contexto esportivo ou da educação física escolar. O modelo do TGfU possui raízes na teoria construtivista e coloca o aluno numa posição de construtor ativo das suas próprias aprendizagens, valorizando os processos cognitivos de percepção, a tomada de decisão e a compreensão do jogo. Basicamente o modelo propõe o ensino a partir de problemas táticos em contexto de jogo e a ênfase na aprendizagem cognitiva antes da realização da técnica esportiva. Com a ascensão desse modelo, o entendimento do jogo como um momento de aplicação de técnicas cede lugar à concepção de um jogo mais elaborado no plano tático e cognitivo.

O TGfU rompe com a idéia do ensino das técnicas de forma isolada e convoca os conhecimentos táticos, declarativo e processual². Nas seis fases do modelo, Bunker e Thorpe (1982) preconizam que o foco didático incida sucessiva e ciclicamente sobre a apreciação dos aspectos constituintes do jogo e a tomada de decisão do que fazer e como fazer; sobre a exercitação das habilidades necessárias à realização motora, e, finalmente, sobre o desempenho tático e técnico no jogo (vide Figura 1).

2 O conhecimento tático declarativo refere-se à capacidade do praticante em declarar de forma verbal e/ou escrita qual a melhor decisão a ser tomada em uma determinada situação de treino ou de jogo e o porquê desta decisão (Tenenbaum & Lidor, 2005). Já o conhecimento tático processual está relacionado com a capacidade do jogador para operacionalizar respostas apropriadas aos problemas advindos das situações de treino e jogo, estando intimamente ligado a ação motora (Williams & Hodges, 2005).

Figura 1: Modelo de ensino do jogo para a compreensão - TGfU (Bunker & Thorpe, 1982)



Com base nas fases presentes no modelo, nota-se que a aquisição dos conhecimentos táticos é preconizada desde o nível mais elementar e que o ensino e o treino da técnica são concebidos de forma situacional, devido às características dinâmicas, relacionais e adaptativas proporcionadas pelo jogo na sua versão formal ou nas suas variações (Oslin, 1996).

Pode-se afirmar, de forma geral, que o TGfU adere bem a um estilo de ensino de descoberta guiada, em que o aluno é exposto a uma situação de jogo com os seus problemas táticos e é estimulado a procurar, verbalizar, discutir, explicar as soluções auxiliado pelas questões estratégicas do professor, com o objetivo de trazer a resolução do problema e respectivas soluções para um nível de compreensão consciente e de ação intencional sobre a tática do jogo (Graça, 2007).

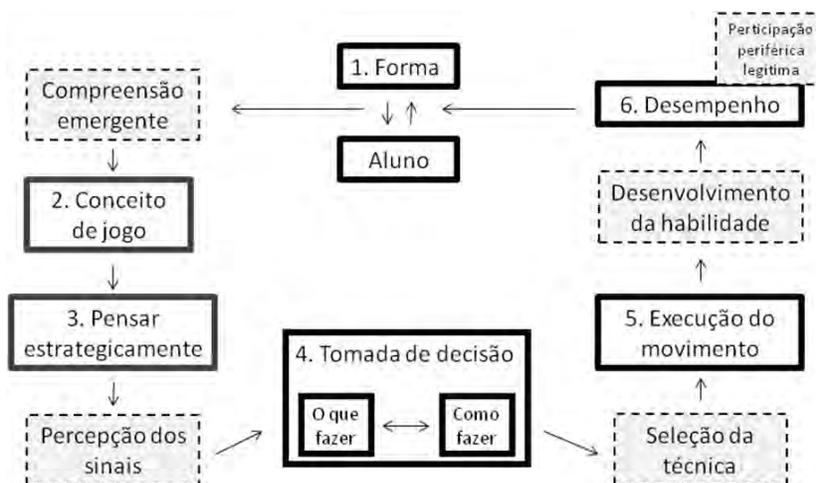
Sugestões de remodelação do TGfU

Desde o seu aparecimento o TGfU permaneceu inalterado durante aproximadamente quinze anos, enquanto os pesquisadores desenvolviam estudos para comprovar a sua eficácia e examinavam de forma mais aprofundada todas as suas fases.

Após exaustivas discussões, análises pormenorizadas e estudos específicos sobre o assunto, algumas propostas de modificação do modelo surgiram com base nas teorias cognitivistas e construtivistas, mais ligadas às teorias de processamento de informação, às perspectivas construtivistas de tendência piagetiana, radical, ou vygotskiana, ou de cunho social e cultural, como a teoria da aprendizagem situada (Graça & Mesquita, 2007). As duas propostas que tiveram maior impacto e repercussão no meio científico e académico foram apresentadas por Kirk e MacPhail (2002) e Holt, Streat e Bengoechea (2002).

A primeira proposta apoia-se na teoria da aprendizagem situada e na crença de que algumas dimensões do modelo encontram-se omitidas ou subdesenvolvidas. Essa proposta, apresentada por Kirk e MacPhail (2002), altera o nome de duas fases do modelo e propõe a integração de cinco interfaces - compreensão emergente, percepção de sinais, seleção da técnica, desenvolvimento da habilidade e participação periférica legítima (vide Figura 2).

Figura 2: Modelo do TGfU proposto por Kirk e MacPhail (2002).



A interfase compreensão emergente situada entre a forma de jogo adotada e o conceito de jogo tem função de denotar a atenção que o professor/treinador deve ter em auxiliar os praticantes a estabelecer a ligação entre os propósitos do jogo formal de referência e a sua forma modificada apresentada. Os elementos conceito de jogo e pensar estrategicamente substituem os antecessores apreciação do jogo e consciência tática para acentuarem uma ligação entre o conhecimento declarativo e processual, indo além da mera transmissão-aquisição de conhecimento das regras e outros aspectos do jogo, para visar o conhecimento situado e a aplicação dos conceitos no jogo. A interfase percepção de sinais pretende sublinhar a necessidade de fornecer apoio aos alunos, ajudá-los a procurar e identificar os sinais pertinentes. Uma boa tomada de decisão depende de uma adequada leitura da situação e esta, por sua vez, depende das competências de busca, de antecipação, de saber o que procurar e onde procurar. As interfases seleção da técnica e desenvolvimento da habilidade pretendem reforçar a interligação entre a técnica e a tática, reconhecendo o caráter situado das habilidades e do seu uso estratégico. Uma habilidade nesta perspectiva é mais do que uma técnica, é um módulo de aprendizagem que integra, unitariamente, a capacidade de perceber sinais pertinentes, a capacidade estratégica e a capacidade de execução. Finalmente, o desem-

penho e a interfase participação periférica legítima chamam a atenção para a autenticidade e significado das experiências de aprendizagem dos alunos, tendo por referência as práticas extra-escolares dos jogos enquanto realidades sociais, culturais e institucionais complexas, multifacetadas e heterogêneas (Graça & Mesquita, 2007).

A outra proposta, apresentada por Holt, et al. (2002), surge baseada no pressuposto de que o modelo original não contempla os quatro princípios pedagógicos mencionados por Thorpe, Bunker e Almond (1984), que seriam importantes para o desenvolvimento de um currículo de jogos baseado no modelo do TGfU. A proposta sugere que as investigações e o próprio TGfU deixem de enfatizar somente o aprendizado psicomotor e cognitivo e passem a considerar o domínio sócio-afetivo da prática desportiva, pela influência que exerce nas experiências esportivas, na motivação para participação futura, bem como na saúde física e psicológica das crianças.

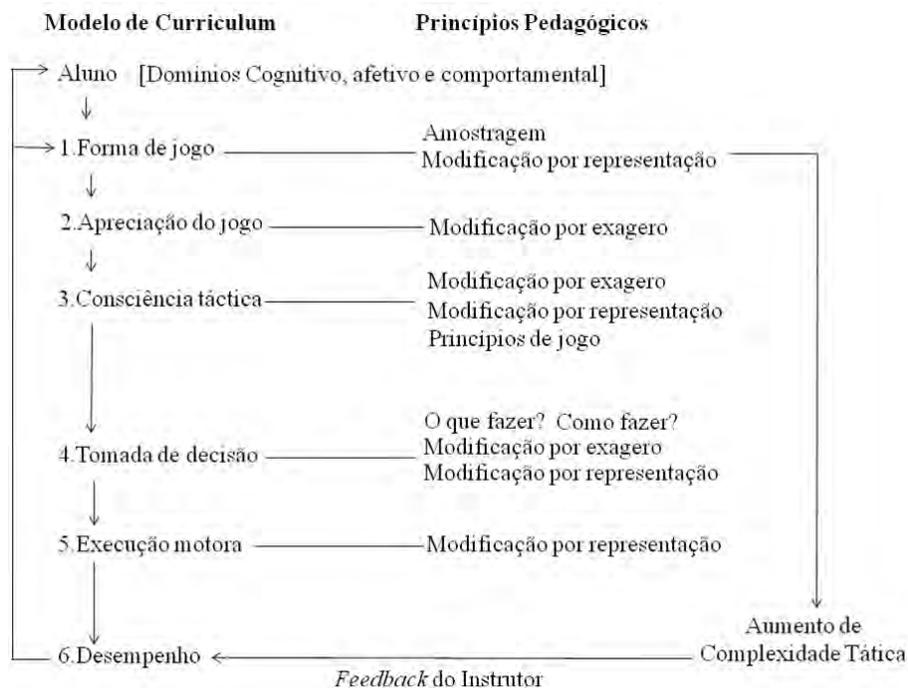
Posteriormente, Pope (2005), fazendo referência a essa importância do fator afetivo no modelo TGfU, comparou o modelo à construção de um prédio, onde, segundo ele, os aspectos psicomotores e cognitivos seriam os blocos de concreto que dão sustentabilidade à estrutura, e o aspecto afetivo seria o cimento que une cada um desses blocos. Dessa analogia, pode-se entender que,

sem o cimento afetivo, os blocos psicomotores e cognitivos tendem a não se sustentar e a cair.

Com base nesses dois argumentos, Holt et al. (2002) propõem um modelo que mantém as seis fases do modelo do TGfU (Bunker & Thorpe,

1982), fazendo somente modificação nas suas disposições e acrescentando quatro princípios pedagógicos: amostragem, modificação por representação, modificação por exagero e complexidade tática (vide Figura 3).

Figura 3: Expansão do modelo do TGfU proposta por Holt et al. (2002).



Os princípios amostragem e modificação por representação, na fase da forma de jogo, auxiliam o alcance do objetivo de introduzir os praticantes em jogos com menor complexidade tática e, gradativamente, modificar as formas e estruturas do jogo, propiciando reflexão sobre os conceitos, conhecimentos e habilidades do jogo. O princípio da modificação por exagero, presente na fase de apreciação do jogo, tem o objetivo de auxiliar o aluno a entender melhor as regras e a forma que o jogo se desenvolve, através da manutenção das regras oficiais e da modificação exagerada de problemas táticos do jogo. Os princípios de jogo e das modificações por exagero e representação, presentes na

fase de consciência tática, são importantes para auxiliar os praticantes a compreenderem noções táticas, ofensivas e defensivas, cruciais para se conseguir vantagem sobre o adversário, sendo propedêuticas da integração de novos problemas táticos. Na quarta fase, tomada de decisão, os princípios das modificações por representação e exagero serão importantes na seleção de jogos com maiores níveis de complexidade e na escolha de problemas táticos que possam ser modificados com foco no reconhecimento e nas execuções de soluções táticas. Na fase de execução motora, o princípio da modificação por representação é proposto para dar importância à forma como os praticantes executam

as habilidades em contextos que se assemelham aos jogos mais elaborados. Por fim, na fase de desempenho, o feedback do professor/treinador surge como a forma mais pertinente de repassar ao praticante informação sobre as aprendizagens consumadas ao longo do processo.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A proposta do TGfU sugere que os jogos pré-desportivos sejam modelados de acordo com uma determinada classe de jogos (ex. jogos de invasão) e que, a partir dessa configuração, os problemas táticos, que seriam os temas de ensino, sejam vivenciados em formas de jogos particulares que se distinguem por usarem objetos de jogo de diferentes tamanhos e formas, por estimularem diferentes modos de jogar e, por conseguinte, requisitarem diferentes habilidades motoras. Tal forma de conceber o ensino maximiza a participação dos alunos nas aulas e/ou treinos, uma vez que suprime os exercícios de longa espera para a execução motora e provoca motivação nos alunos para a prática do desporto, já que, desde o primeiro momento, estarão experimentando as características do jogo de forma reduzida.

Acresce que proporcionam uma estimulação permanente da capacidade de adaptação a novas situações, promovendo a compreensão dos cenários de jogo através de uma ajustada implicação dos domínios perceptivo, decisional e motor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TGfU apresenta-se como um modelo sólido sobejamente discutido na literatura, sendo alvo não só da agenda da investigação, evidenciada em publicações e conferências sobre a temática, como enquanto proposta de ensino do jogo, materializada em propostas curriculares e em instrumentos didáticos e de avaliação. Não se trata de um modelo engessado, porquanto assenta uma fundamentação teórica sólida e atual sobre os processos de ensino e aprendizagem

com expressão prática em propostas de reformulações curriculares do ensino do jogo nas mais diversas latitudes do planeta. Salienta a modelação do ensino do jogo (Kirk & MacPhail, 2002) com destaque para os aspectos afetivos (Holt et al., 2002), conferindo importância à concepção que os praticantes possuem das situações de aprendizagem e às relações afetivas que são desenvolvidas no espaço de ensino dos jogos.

O TGfU é um modelo de ensino que valoriza os jogos condicionados, a contextualização das situações de jogo e as competências dos praticantes para o seu domínio, principalmente no que se refere à componente tática. De forma geral, as sustentações teóricas desse modelo preconizam um maior envolvimento cognitivo e formal dos praticantes nas atividades, de forma a garantir a ocorrência de experiências de sucesso conducentes ao incremento de competências na prática do jogo e da motivação pela prática desportiva.

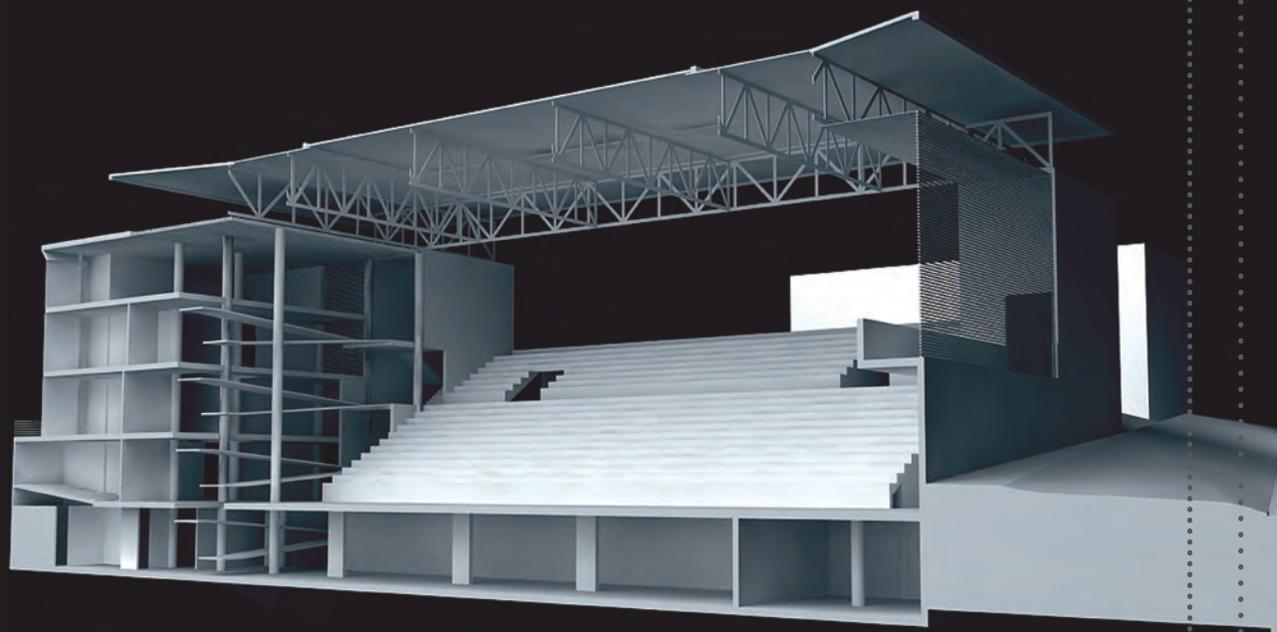
Há a destacar ainda a importante função do professor/treinador em todo o processo, dada a necessidade de possuir os conhecimentos e competências requeridas para modelar e estruturar as fases constituintes do modelo, bem como coordenar as atividades desenvolvidas pelos praticantes. A falta de preparação e conhecimentos acerca dos princípios do TGfU transformará as aulas em um formalismo de questões abstratas e irrelevantes para os reais problemas táticos, nada contribuindo para ajudar os alunos a lerem o jogo de uma forma taticamente mais inteligente nem a agirem de forma eficaz face aos diferentes cenários de jogo.

REFERÊNCIAS

- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games in secondary schools. *Bulletin of Physical Education*, 19(1), 5-8.
- Butler, J. I. (2006). Curriculum constructions of ability: enhancing learning through Teaching Games for Understanding (TGfU) as a curriculum model. *Sport, Education & Society*, 11(3), 243-258.

- French, K., Rink, J., Rikard, L., Mays, A., Lynn, S., & Werner, P. (1991). The effects of practice progressions on learning two volleyball skills. *Journal of Teaching in Physical Education*, 10(3); 261-274.
- Graça, A. (2007). Modelos e concepções de ensino do jogo. In: F. Tavares, A. Graça & J. Garganta (Eds.), *Proceedings do 1º Congresso Internacional de Jogos Desportivos – Cd-Rom*. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto e Centro de Estudos dos Jogos Desportivos.
- Graça, A., & Mesquita, I. (2002). A investigação sobre o ensino dos jogos desportivos: Ensinar e aprender as habilidades básicas do jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2(5), 67-79.
- Graça, A., & Mesquita, I. (2007). A investigação sobre os modelos de ensino dos jogos desportivos. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 7(3), 401-421.
- Griffin, L., Brooker, R., & Patton, K. (2005). Working towards legitimacy: two decades of teaching games for understanding. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 10(3), 213-223.
- Griffin, L., & Butler, J. I. (2005). *Teaching Games for Understanding: Theory, Research, and Practice*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gusthart, J., & Sprigings, E. (1989). Student Learning as a Measure of Teacher Effectiveness in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 8(4), 298-311.
- Harvey, S. (2006). *Effects of Teaching Games for Understanding on Game Performance and Understanding in Middle School Physical Education*. Tese de Doutorado. Oregon State University, Corvallis, Estados Unidos da América.
- Holt, N., Streat, W., & Bengoechea, E. (2002). Expanding the teaching games for understanding model: new avenues for future research and practice. *Journal of Teaching in Physical Education*, 21, 162-176.
- Kirk, D., & MacPhail, A. (2002). Teaching games for understanding and situated learning: rethinking the bunker-thorpe model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 21, 177-192.
- Kuehl-Kitchen, J. (2005). *Pre-service teachers' experiences in planning, implementing and assessing the tactical (TGfU) model*. Tese de Doutorado. Florida State University, Florida, Estados Unidos da América.
- Light, R. (2008). Complex learning theory--Its epistemology and its assumptions about learning: implications for physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 27(1), 21-37.
- Light, R., & Butler, J. (2005). A personal journey: TGfU teacher development in Australia and the USA. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 10(3), 241-254.
- Light, R., & Fawns, R. (2003). Knowing the game: integrating speech and action in games teaching through TGfU. *Quest*, 55(2), 161-176.
- MacPhail, A., Kirk, D., & Griffin, L. (2008). Throwing and catching as relational skills in game play: situated learning in a modified game unit. *Journal of Teaching in Physical Education*, 27(1), 100-115.
- Mandigo, J., & Sheppard, J. (2003). Children's affective experiences in TGfU game environments. In: *2nd International conference: teaching sport and physical education for understanding*, Melbourne, University of Melbourne, 2003, p.48. Australia.
- Mesquita, I. (1998). *A instrução e a estruturação das tarefas no ensino do voleibol: Estudo experimental no escalão de iniciados feminino*. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Portugal.
- Metzler, M. (1989). A review of research on time in sport pedagogy. *Journal of Teaching in Physical Education*, 8(2), 87-103.
- Metzler, M. (2000). *Instructional models for Physical Education*. Boston: Allyn and Bacon.
- Needels, M., & Gage, N. (1991). Essence and accident in process-product research on teaching. In: H. Waxman & H. Walberg (Eds.), *Effective teaching: current research* (pp. 3-32). Berkeley: McCutchan.
- Oslin, J. (1996). Tactical approaches to teaching games. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 67(1), 27-33.

- Papalia, D., & Olds, S. (2000). *Desenvolvimento Humano* (7 ed.). Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Pope, C. (2005). Once more with feeling: affect and playing with the TGfU model. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 10(3), 271-286.
- Shavelson, R., Webb, N., & Burstein, L. (1986). Measurement of teaching. In: M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3^a ed., pp. 50-91). New York: MacMillan.
- Silverman, S. (1991). Research on teaching in physical education: Review and commentary. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62(4), 352-364.
- Slade, D. (2006). Game learning experiences in physical education with a TGfU application. In: R. Light (Ed.), *Proceedings for the Asia Pacific Conference on Teaching Sport and Physical Education for Understanding* (pp. 113-128). Sydney: The University of Sydney.
- Tenenbaum, G., & Lidor, R. (2005). Research on Decision-Making and the use of cognitive strategies in sport settings. In D. Hackfort, J. Duda & R. Lidor (Eds.), *Handbook of research in applied sport and exercise psychology: International perspectives* (pp. 75-91). WV: Morgantown.
- Werner, P., & Rink, J. (1989). Case studies of teacher effectiveness in second grade physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 8(4), 280-297.
- Williams, A., & Hodges, N. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging Tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637-650.



COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRES MUESTRAS DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS Y DE 17 A 60 AÑOS

Ana María Reyes Chaparro

Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga (Col).
Especialización en Actividad Física Terapéutica, Escuela Nacional de Deporte, Cali (Col). Docente Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga, (Col).
Email: anama0777@hotmail.com

Resumen

El propósito del estudio se basó en comparar la intercambiabilidad de la antropometría de pliegues cutáneos con un equipo comercial de tecnología basada en impedancia bioeléctrica para la estimación de algunos componentes de la composición corporal en una muestra de diferentes características entre los 17 y 60 años. Se estudiaron 78 Universitarios 24 Fisicoculturistas y 46 adultos mayores, a quienes se les realizaron medidas antropométricas mediante la fórmula de Durnin - Womersley y análisis de impedancia bioeléctrica con el software comercial OM - ROM Modelo HBF-306 BL. Se realizó un análisis estadístico descriptivo, correlación de Pearson y concordancia de Lin. Como resultado del análisis se concluyó que el método antropométrico de Durnin-Womersley y el software del equipo comercial OM-RON HBF-306 BL, empleados para la estimación del porcentaje de grasa, muestran una aceptable correlación e ínter cambiabilidad, excepto en atletas fisicoculturistas.

Palabras clave: antropometría, composición corporal, impedancia bioeléctrica, porcentaje de grasa, masa magra.

Abstract

The purpose of the study was based on comparing the interchangeability of skinfold anthropometry with a sales team of bioelectrical impedance-based technology for estimation of some components of body composition in a sample of different features between 17 and 60. It studied 78 college 24 bodybuilders and 46 older adults, who underwent anthropometric measurements using the formula of Durnin - Womersley and bioelectrical impedance analysis with commercial software OM - ROM Model HBF-306 BL. It performed a descriptive statistical analysis, Pearson correlation and concordance of Lin. As a result conclude that the anthropometric method of Durnin-Womersley and software sales team OM- ROM HBF-306-BL, used to estimate the percentage of fat, show an acceptable correlation and interchangeability, except in bodybuilding athletes.

Key words: Anthropometry, body composition, bioelectrical impedance, body fat, body mass.



COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRES MUESTRAS DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS Y DE 17 A 60 AÑOS*

Ana María Reyes Chaparro

En la sociedad actual son de común ocurrencia los trastornos nutricionales tanto de obesidad como de desnutrición en diferentes poblaciones (Jadue L, 1999). Tanto en jóvenes como en adultos, es alarmante el incremento del sobrepeso en la población, principalmente a expensas del componente graso, lo que determina una serie de problemas de salud, estéticos y psicológicos, entre otros (León M, 2007; Paffenbarger J, 1993). Este cuadro se complica aún más, cuando los métodos para evaluar el físico corporal están marcados por unos estándares de poblaciones específicas diferentes a las nuestras, y otros son metodológica y económicamente inapropiados, con lo que se dificulta la evaluación diagnóstica y los controles.

La composición corporal es una de las dimensiones del físico de las personas que más estudios ha recibido en diferentes programas de salud, nutrición y actividad física (Lohman, 1992; Wang Z., 1995). Habiéndose intensificado en los últimos treinta años, el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías, para la determinación del porcentaje de grasa corporal, en especial en el campo de la impedancia bioeléctrica, lo que se ha traducido en la comercialización de equipos

a bajos costos y de libre utilización, que compiten con la antropometría de pliegues cutáneos de larga y efectiva aplicación (Chumlea, 1994; Malina, 1987).

El análisis de la bioimpedancia (BIA) es un método que está basado en la capacidad que tiene el organismo para conducir una corriente eléctrica, descrito por Nyboer en 1943, cuando trabajaba con las ondas del pulso arterial y el flujo sanguíneo, e hipotetizó que la resistencia a la conducción de una corriente eléctrica a través de tejidos biológicos, dependía de la composición del tejido, manteniendo una intensidad y frecuencia de la corriente constantes, y propuso que podía ser útil para medir el agua corporal total (ACT). A finales de la década del 50, desarrolló el prototipo de los portátiles que se usan en la actualidad, pero fue a partir de los trabajos de Thomasset en 1962 y de Hoffer en 1970, que se definió la relación entre la impedancia corporal total y el agua del organismo, lo que permitió a Lukaski y cols. en 1985, validar las primeras ecuaciones y el establecimiento del método general para el uso de la bioimpedancia en los estudios de composición corporal (Casona M., 1999; Lukaski, 1987).

□ El presente artículo de investigación es producto del estudio sobre los métodos de composición corporal aplicados a diferentes muestras, en el marco de la tesis de grado del autor: *Comparación de dos métodos para el análisis de la composición corporal en tres muestras de diferentes características y de 17 a 60 años*, Universidad Santo Tomás-Bucaramanga y de la Especialización en Actividad Física Terapéutica, Escuela Nacional del Deporte, Cali.

Este método mide la impedancia u oposición al flujo de una corriente eléctrica a través de los líquidos corporales contenidos principalmente en los tejidos magro y graso. La impedancia es baja en el tejido magro, donde se encuentran principalmente los líquidos intracelulares y los electrólitos, y es alta en el tejido adiposo, por lo que es proporcional al ACT. En la práctica, se usa una pequeña corriente constante, típicamente de 800 μ A a una frecuencia fija, usualmente 50 kHz, que no es suficiente para estimular a los tejidos eléctricamente excitables, la corriente es imperceptible y no se han comunicado eventos desfavorables, se pasa entre los electrodos atravesando el cuerpo y la caída de voltaje entre los electrodos proporciona una medida de impedancia. Con los valores del ACT derivado de la impedancia, se puede estimar la masa sin grasa del cuerpo y la masa de grasa, la valoración de la masa de las células del cuerpo y el ACT en una variedad de condiciones clínicas. En la actualidad hay varias ecuaciones que se encuentran disponibles para estimar ACT y la masa libre de grasa (MLG) en función de la impedancia, del peso, de la talla, el género, y de la edad, sin embargo, los cálculos de la impedancia bioeléctrica en los diferentes depósitos de grasa del cuerpo de un individuo pueden variar cerca del 10% de peso corporal debido a diferencias en máquinas y metodologías utilizadas. Las ecuaciones y sus variables se diferencian, al igual que la opción de los métodos de referencia (Aceró, 2002; Martínez, 2002).

En los estudios de composición corporal y en el modelo simple de dos compartimientos, el procedimiento más usado por su simplicidad y economía es el Cineantropométrico de los pliegues cutáneos, porque a partir de sus mediciones, se han generado múltiples ecuaciones de predicción para estimar grasa corporal y masa magra (Camacho, 1983; Jauregui, 1989; McCormick, 2000). Los perímetros y diámetros corporales se han usado también como variables predictoras de masa magra y de grasa (Frisancho, 1984). Los pliegues cutáneos por su parte se han utilizado para predecir grasa corporal y se asume que el nivel de error en la predicción no tiene una significación biológica crítica, cuando se aplica en poblaciones que han sido satisfac-

toriamente validadas (ACSM's, 2006; J. Himes, 1979; Norton, 1996).

Se conocen docenas de ecuaciones o tablas de predicción de grasa corporal a partir de un número variable de pliegues cutáneos; dentro de las más conocidas consideraremos en este estudio la de Durnin – Womersley, que fue diseñada en una población normal originaria de Inglaterra, con edades entre 16 y 70 años; utiliza la sumatoria de cuatro pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco), utiliza una transformación logarítmica ($y = a + \log x$), para derivar la densidad corporal y en su artículo original, los autores, presentan una tabla con el porcentaje de grasa calculados según el género y la edad (J. Durnin, 1974; Martínez, 2002).

En este estudio de tipo transversal y analítico, se estimó el porcentaje de grasa corporal en tres muestras de diferentes características, mediante el método antropométrico de Durnin-Womersley y según el software del equipo comercial OM-RON Modelo HBF-306 BL de bioimpedancia y agarre manual, con el propósito de estimar la concordancia e intercambiabilidad de los dos métodos, como una actividad propia del Laboratorio de Análisis del Físico Corporal de la Escuela de Nutrición y Dietética de la UIS (LAFICO # 03/07) (J. Bland, 1986; Lin, 1989; McCormick, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Taller de Anatomía de la Universidad Santo Tomás para la evaluación de la muestra de sus estudiantes, fisicoculturistas y para el personal administrativo de la misma; para el grupo de estudiantes de la Universidad Industrial de Santander se utilizó el Laboratorio de Análisis del Físico Corporal - LAFICO- de la Escuela de Nutrición en la sede de la Facultad de Salud UIS.

La población del estudio se conformó con personas entre 17 y 60 años, residentes en Bucaramanga y su área metropolitana, del género masculino y femenino. Se reunió una muestra de 148 personas de las cuales, 78 eran estudiantes universitarios jóvenes, 24 mujeres y 54 hombres, de tercer semestre de Medicina de la



Universidad Industrial de Santander y de quinto semestre de Nutrición de la misma Universidad y de séptimo y octavo semestres de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás; 24 fisicoculturistas del gimnasio *Master Gym* y 46 adultos mayores de 35 años del personal administrativo de la Universidad Santo Tomás, 34 mujeres y 12 hombres, todos los participantes en el estudio lo hicieron de forma voluntaria, con consentimiento informado y con los criterios éticos generales y de la USTA, no fue una muestra aleatoria sino por conveniencia (Salud, 1993).

La información fue recolectada por tres evaluadores: un MD Deportólogo, una profesional en Cultura física, Deporte y Recreación y una estudiante de último semestre de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la USTA, con control del error técnico de las mediciones y de la precisión, menor del 3%.

Los estudiantes del primer grupo fueron convocados en la Facultad de Salud de la UIS e invitados a participar en el estudio; los datos del segundo grupo conformado por los fisicoculturistas, fueron extraídos de un estudio simultáneo con la autorización de los autores M. Gualdrón T., G. Melo McC., P. Frattali A., E. Herrera A., dentro del convenio de cooperación interinstitucional USTA-UIS³¹; la tercera muestra fue convocada en el marco de un programa de salud ocupacional de la IPS de la USTA quienes accedieron voluntariamente a participar en este estudio.

Para todos los integrantes de los grupos, la variable peso, se determinó con báscula Health-O-Meter de corredera con precisión de 100 g. La talla con estadiómetro de madera portátil, plano de Broca y precisión de 1 mm, se tomaron los datos con el mínimo de ropa y sin zapatos. Ellos debían haber realizado 3 horas antes su última ingesta alimentaria y evacuado previamente la vejiga; no se establecieron criterios específicos de hidratación.

La variable porcentaje de grasa se midió mediante observación instrumental, sistematizada, estructurada y controlada, según la técnica cineantropométrica de la Sociedad Internacional para el

Avance de la Kineantropometría -ISAK- con el equipo de pliegues cutáneos Slim Guide, con una presión de 10 g/cm² y calibración controlada del resorte, mediante el estándar cilíndrico de bronce, menor o igual a medio milímetro de error; en la misma sesión se utilizó el software para grasa corporal del equipo OM-RON HBF-306 BL, comercializado en la ciudad, con el registro de las proformas antropométricas de LAFICO y descartada la presencia de marcapasos cardiaco; las baterías se cambian con cada 50 mediciones (Lohman, 1992; Mora, 1997).

Los datos se sistematizan en Excel para su análisis mediante los estadísticos descriptivos, la correlación de Pearson y de correlación y concordancia de Lin, para establecer la posible ínter cambiabilidad de los métodos (M. Cepeda, 2004).

RESULTADOS

La muestra total fue de 148 personas, 90 (61%) hombres y 58 (39%) mujeres, dividida, como ya se mencionó, en tres grupos de acuerdo con la edad y la modalidad de la actividad física. El primer grupo estuvo conformado por 78 jóvenes universitarios, 54 hombres y 24 mujeres, con un promedio de edad de $21 \pm 3,4$ años en los hombres y $19,9 \pm 2,6$ años en las mujeres. El porcentaje de grasa por antropometría de pliegues cutáneos y la técnica y método de Durnin y Womersley en los hombres fue de $16,7\% \pm 4,7$ y en las mujeres de $27,0\% \pm 2,9$ de grasa encontrándose que el 87% estuvo dentro de los rangos aceptados como normales de grasa 22. Según el software del equipo OM-RON HBF-306 BL que utiliza la emisión y recepción de la impedancia mediante agarre manual para estimar la grasa corporal, ésta fue en los hombres de $15,5\% \pm 5,9\%$ y de $22,2\% \pm 3,8\%$ en las mujeres, encontrándose 49 hombres (54.4%) en los rangos normales y el 100% de las mujeres.

El segundo grupo de 24 fisicoculturistas, con un promedio de edad de $25 \pm 4,5$ años. El porcentaje de grasa según el método antropométrico descrito fue de $17,2\%, \pm 2,84$ encontrándose todos dentro de los rangos normales. Según la técnica del software OM-RON HBF-306 BL se encontró que el promedio fue de $14,1\% \pm 3,2\%$

también normal. El tercer grupo conformado por 46 adultos de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga, 12 hombres y 34 mujeres, con un promedio de edad de $42 \pm 11,6$ años en hombres y $47,7 \pm 9,3$ años en mujeres. El porcentaje de grasa en hombres fue de $27,0\% \pm 4,1$ y de $34,0\% \pm 3,6$ en las mujeres, encontrándose que en conjunto el 10,8% presenta valores aceptables de grasa, mientras que el 89% presenta exceso de grasa. Según la técnica del OM-RON HBF-306 BL se encontró que el promedio en hombres fue de $24,6\% \pm 4,4$ y de $32,1\% \pm 5,1$ en mujeres, también superiores a los porcentajes aceptados como normales.

Tomando como referencia la tabla Internacional del índice de masa corporal o de Quetelet³⁵, se observó que en las mujeres universitarias sólo 3 (2,02%) tienen bajo peso, 20 (13,5%) se encuentran normales y 1 (0,6%) está con so-

brepeso; en los hombres universitarios 1 (0,6%) presenta bajo peso, 34 (22,9%) son normales y 19 (12,8%) presentan sobrepeso; en las mujeres adultas, 12 (8,1%) están normales, 15 (10,1%) tienen sobrepeso y 7 (4,6%) son obesas; en los hombres, 3 (2,02%) están normales, 7 (14,6%) presentan sobrepeso y 2 (3%) son obesos; en los fisicoculturistas, 10 tienen valores normales de grasa (6,7%) y 14 (9,4%) presentan obesidad; sin embargo hay que resaltar que el índice de masa corporal (IMC) no diferencia la masa grasa de la masa magra.

Al correlacionar los métodos A (Porcentaje de grasa Durnin – Womesley) y B (Porcentaje de grasa OM-RON HBF-306 BL) en cada uno de los grupos, se encontró que el coeficiente de correlación de Pearson en los jóvenes universitarios fue de $r = 0,78$; en los adultos de $r = 0,89$ y en los fisicoculturistas de $r = 0,55$.

Tabla 1. Promedios (x) dimensión tamaño y composición corporal

POBLACIÓN	X EDAD (Años)	X PESO (Kg)	X TALLA (m)	X IMC	X %GRASA DURNIN-W.	X%GRASA OM - RON
Mujeres Universitarias	19,95	53,79	1,60	20,79	27,04	22,23
Hombres Universitarios	21,16	71,64	1,73	23,58	16,76	15,50
Fisicoculturistas	25,41	74,93	1,71	25,50	17,28	14,17
Mujeres 30-64 Años	47,79	63,81	1,54	26,53	34,02	32,11
Hombres 30-60 Años	42,66	78,02	1,69	26,99	27,13	24,20

Fuente: La autora

Tabla 2. Desviación estandar (ds) tamaño y composición corporal

POBLACIÓN	DS EDAD (Años)	DS PESO (Kg)	DS TALLA (m)	DS IMC	DS GRASA DURNIN	DS GRASA OM-RON
Mujeres Universitarias	2,66	7,52	0,05	2,29	2,99	3,84
Hombres Universitarios	3,46	10,59	0,05	2,83	4,78	5,98
Fisicoculturistas	4,54	6,95	0,05	2,17	2,84	3,23
Mujeres De 30-64 Años	9,38	9,91	0,05	3,94	3,67	5,13
Hombres 30-60 Años	11,64	78,0	0,07	4,34	4,16	4,45

Fuente: La autora

Tabla 3. Índice de masa corporal (imc) de los grupos

I M C	Mujer universitaria	Hombre universitario	Fisico culturistas	Mujer adulta	Hombre adulto
Bajo Peso (17 a 18.5)	3 = 2,02%	1= 0,6%	0	0	0
Normal (18.5 a 25)	20 =13,5%	34 =22,9%	10 = 6,7%	12 =8,1%	3 =2,02%
Con Sobrepeso (25 a 30)	1 = 0,6%	19 = 12,8%	14 = 9,4%	15=10,%	7 = 4,7%
Obesidad Grado I	0	0	0	7 = 4,7%	2 = 1,3%

Fuente: La autora

Tabla 4. Resultados Estadísticos de correlación de Pearson y concordancia de Lin en estudiantes universitarios. (Excel)

A = 6,689649 Ds Me. A	B = 6,287354 Ds Me. B	C = 4,268914 Ds Dif Me A yB	D = 2,285897 Dif Pro Mets	A2 = 44,75141	B2 = 39,53082	C2 = 18,22363
D2 = 5,225327	N= 78 número pacientes.	V2 = 1,132064	U2 = 0,124234	(AB) 1/2= 6,485383	Promedio A = 19,86346	Promedio B = 17,57756

ESTUDIO DE CONCORDANCIA	FÓRMULA	RESULTADO
Coeficiente de Correlación	$r = (A2 + B2 - C2) / (2AB)$	r = 0,785286
Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)	$CCI = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2 - (C2/n))$	CCI = 0,739954
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc) Factor correlación sesgo	$Pc = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2)$ $Pc = rCs$	Pc = 0,738023 Pc = 0,738023
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc)	$Cs = (2v) / (v2 + 1 + u2v)$ $v = (A) / (B)$ $u = (D) / (AB ^ { 1/2 })$	Cs = 0,939813 v = 1.063985 u = 0,352469

Fuente: La autora

Tabla 5. Resultados estadísticos de correlación de Pearson y concordancia de lin en fisicoculturistas

A= 2,925896 Ds Me. A	B =3,236541 Ds Me. B	C =2,933684 Ds Dif Me A Yb	D= 2,929167 Dif Prom Mets	A2 = 8,56087	B2 = 10,4752	C2 = 8,606504
D2 = 8,580017	N= 24 número pacientes.	V2 = 0,817251	U2 = 0,906041	(AB)1/2= 3,077301	Promedio A = 17,1	Promedio B = 14,14083

Fuente: La autora

ESTUDIO DE CONCORDANCIA	FÓRMULA	RESULTADO
Coeficiente de Correlación	$r = (A2 + B2 - C2) / (2AB)$	$r = 0,550676$
Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)	$CCI = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2 - (C2/n))$	$CCI = 0,382631$
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc) Factor correlación sesgo	$Pc = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2)$ $Pc = rCs$	$Pc = 0,377663$ $Pc = 0,377663$
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc)	$Cs = (2v) / (v2 + 1 + u2v)$ $v = (A) / (B)$ $u = (D) / (AB^{1/2})$	$Cs = 0,685817$ $v = 0,904019$ $u = 0,951862$

Tabla 6. Resultados estadísticos de correlación de Pearson y concordancia de lin en adultos

A = 4,920896 Ds Me. A	B = 5,789439 Ds Me. B	C = 2,566266 Ds Dif Me A yB	D = 2,130435 Dif Prom Mets	A2 =24,21521	B2 =33,51761	C2 = 6,58572
D2 =4,538752	N= 46 número pacientes.	V2 =0,722462	U2 =0,159315	(AB)1/2= 5,33753	Promedio A = 32,31087	Promedio B = 30,18043

ESTUDIO DE CONCORDANCIA	FÓRMULA	RESULTADO
Coeficiente de Correlación	$r = (A2 + B2 - C2) / (2AB)$	$r = 0,897657$
Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI)	$CCI = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2 - (C2/n))$	$CCI = 0,823248$
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc) Factor correlación sesgo	$Pc = (A2 + B2 - C2) / (A2 + B2 + D2)$ $Pc = rCs$	$Pc = 0,821356$ $Pc = 0,821356$
Coeficiente de Concordancia y Correlación (Pc)	$Cs = (2v) / (v2 + 1 + u2v)$ $v = (A) / (B)$ $u = (D) / (AB^{1/2})$	$Cs = 0,914999$ $v = 0,849978$ $u = 0,399142$

DISCUSIÓN

En muchas situaciones de salud pública, médicas, nutricionales, deportivas y otras, es deseable conocer la composición corporal de las personas.^{1,5,9,33} Para el efecto el modelo simple de dos compartimientos, masa magra y masa grasa, suele ser el más frecuentemente empleado, y la antropometría de pliegues cutáneos y la impedancia bioeléctrica los métodos más factibles y estudiados en nuestro medio.

El peso total del cuerpo humano está compuesto por diferentes masas como grasa, músculos, huesos y agua transportando electricidad de manera diferente al cuerpo; una de las formas más sencillas de medir y calcular la resistencia eléctrica de algunas de las masas del cuerpo es a través de la impedancia bioeléctrica. Si analizamos dicha resistencia eléctrica podemos medir con precisión el porcentaje de las masas con su peso corporal total.

Según Martínez (2002) quien validó las ecuaciones de Durnin-Womersley, Jackson-Pollock, y la Bioimpedancia, con el estándar de oro de la densitometría hidrostática para población latinoamericana, resultó mejor predictor de la grasa corporal, la ecuación antropométrica de Durnin-Womersley. Es de resaltar que en el mencionado trabajo, emplearon la técnica tetrapolar en la determinación de la bioimpedancia para derivar el índice de resistencia.

A pesar de su aparente sencillez, la densitometría por inmersión requiere de unas instalaciones voluminosas y costosas, lo que ha hecho que se haya intentado obtener fórmulas para conocer la densidad corporal a partir de pliegues cutáneos, de fácil determinación por personal entrenado y mediante calibradores cutáneos. Las más usadas son las ecuaciones de Durnin-Womersley y las de Jackson-Pollock (A. Jackson, 1978, 1980). La primera utiliza los pliegues del bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco, en tanto que las de Jackson utilizan 7 pliegues, que finalmente se redujeron a 3 en varones (abdominal, torácico, muslo) y otros 3 en mujeres (tríceps, suprailíaco, muslo). Otra muy empleada que no trataremos acá, es la de Yuhasz que utiliza 6 pliegues. Suele haber mejor correlación entre tejido adiposo

subcutáneo y grasa corporal total en mujeres ($r = 0,8-0,9$) que en varones ($r = 0,7-0,8$), según diferentes estudios, siempre que no estemos tratando con grandes obesos, porque en general, las medidas de masa grasa en obesos se subvaloran con estos métodos.

Cuando se hace un *pellizco antropométrico* con el pulgar y el índice, sobre cualquier punto de la superficie cutánea, se forma una cresta o pliegue, que consiste en un doble espesor de piel más el tejido adiposo subcutáneo sin incluir ninguna otra estructura. Este doblez, o pliegue cutáneo, como se le conoce, es una medida lineal que se establece con instrumentos especiales llamados calibradores de grasa, adipómetros de superficie, o, calibradores de pliegues.

La compresibilidad del tejido varía, entre otros factores, con el estado de hidratación, la edad, el estado nutricional, el género, la distribución del tejido fibroso y los vasos sanguíneos subcutáneos; así mismo, la facilidad con que la piel permite su separación, depende del sitio seleccionado y del tamaño de los depósitos de grasa; es decir, que estos detalles introducen dificultades de tipo biológico, fuentes de error en la confiabilidad y reproducibilidad de las mediciones en el mismo individuo y en comparaciones con otros individuos (K. Norton, 1996).

Los métodos antropométricos son indirectos y se derivan matemáticamente de grupos humanos que tienen proporciones corporales específicas; por lo cual las ecuaciones generadas han formado diversos estudios de comparación entre diferentes poblaciones para mirar su aplicabilidad en nuestra comunidad latina (L. Stolarczyk, 1995).

Calibrador Slim Guide. Es una pinza que mide el panículo adiposo del cuerpo y más exactamente de la piel; está hecho en un material plástico semi-rígido de gran durabilidad; cuenta con resortes probados electrónicamente para ofrecer la tensión adecuada sobre el pliegue subcutáneo, constante de 10gr./cm^2 , dentro de un amplio grado de medidas; tiene una excelente visualización de la escala que permite una resolución de 1mm, pudiéndose tomar desde 0.5mm de precisión en la lectura final; la regla de lectura es directa, hasta los 80mm lo que permite la lectura fácilmente;



se distribuye en colores blanco y negro, es económico y de fácil adquisición. Es un calibrador recomendado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría-ISAK.

En cuanto a la bioimpedancia (IB), es una tecnología que determina realmente la resistencia eléctrica de los tejidos finos del cuerpo al paso de una corriente, proporciona, bastante bien, una estimación del agua total del cuerpo (ATC) (P. Ainslie, 2003). Al usar valores de ATC derivado de IB, uno puede entonces estimar la masa sin grasa del cuerpo y la masa de grasa, la valoración de la masa de las células del cuerpo y el ATC en una variedad de condiciones clínicas.

Las investigaciones estudiadas afirman que cuando la frecuencia utilizada es inferior, baja o igual a ($10 < 10\text{KHZ}$) dicha corriente no alcanza a traspasar la membrana celular, es decir, la resistencia derivada es considerada relativa sólo hacia la masa extracelular (ME); si utilizamos una frecuencia entre (50 - 100 KHZ) esta corriente si traspasa a la membrana y a su vez determina los componentes extra e intercelular equivalentes al (ATC), permitiendo determinar la masa celular total (MCT) y la masa intracelular (MI).

La intensidad de la corriente utilizada es de 800 μA , esto para determinar la composición corporal y la estimación de la resistencia al cuerpo al paso de la corriente eléctrica.

Medidor de grasa corporal OM-RON HBF-306 BL. Es un dispositivo electrónico analizador de bioimpedancia; se utiliza para estimar el volumen de grasa corporal de las personas (masa). El margen de edad aplicable es de los 10 a 80 años para individuos de contextura normal y de 18 a 60 años para individuos de contextura atlética; su manejo es sencillo, requiere de dos baterías AAA, el equipo consta de una pantalla, unos electrodos que van a los lados y los botones del manejo; el fabricante no informa cuáles son los electrodos emisor y receptor.

Una vez se enciende el equipo se introducen los datos personales, como el peso en Kilos; la estatura en metros; la edad en años, el género masculino / femenino, se debe indicar si es del modo normal o atleta. Una vez programados y

fijados estos valores, se separan los pies al ancho de los hombros, se agarran los electrodos con ambas manos de un apretón, los electrodos se visualizan como plaquetas metálicas, los pulgares hacia arriba de modo que descansen en la parte superior del equipo; después se deben sostener los brazos rectos hacia el frente, de manera que forme un ángulo de 90° con el cuerpo, se presiona el botón de start y se esperan unos segundos, en que el medidor, envía una corriente eléctrica extremadamente débil de 50 kHz y de 500 μA a través del cuerpo, que no se siente mientras se realiza la medición, luego de los cuales aparece el resultado; la persona no se puede mover durante la medición, así como tampoco debe haber contacto físico con personas u otros cuerpos conductores de la corriente (Wolkodoff, 1999).

En la actualidad se están comercializando a muy bajo costo, equipos para la determinación de la grasa corporal; en nuestro medio de las marcas TANITA y como el OM RON usado en este estudio, cuyo uso generalizado se puede prestar para diversas interpretaciones no siendo lo mismo, medir directamente la impedancia con un equipo bioeléctrico y calcular el índice de resistencia, que hacerlo con un equipo cuyo software no comunica fórmula alguna poblacional para la estimación de la grasa corporal.

En este estudio, los métodos analizados hacen una estimación indirecta del porcentaje de grasa (%GC), en ausencia del estándar de oro como lo es la densitometría hidrostatica. Los pliegues cutáneos, presente en la mayoría de los estudios sobre la composición corporal, como técnica de comparación del presente estudio, frente a la bioimpedancia, muestran una relación aceptable (Solano, 2006; V. Moreno, 2002).

Al hacer el análisis estadístico mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el coeficiente de concordancia y correlación (PC), se establece que en los jóvenes universitarios el $\text{CCI} = 0,74$ y el coeficiente de concordancia y correlación, $\text{PC} = 0,74$ muestran buena correlación y concordancia, de donde se deduce su intercambiabilidad. En el grupo de adultos, el coeficiente de correlación intraclase = $0,82$ y el coeficiente de concordancia y correlación = $0,82$,

que nos orientan también a su intercambiabilidad. En cambio en la muestra de fisicoculturistas, el coeficiente de correlación intracase = 0,38 y el coeficiente de concordancia y correlación = 0,377 son ambos bajos, lo que nos indica la posible no intercambiabilidad de los métodos en esta muestra, cuando de estimar la grasa corporal se trate (D. Gallagher, 1997; Sharkey, 2002).

CONCLUSIONES

Dos de los tres grupos en los que fue dividida la población estudiada, son muestras con características muy similares, mientras que los fisicoculturistas son una variante atlética muy especial.

En la muestra de 124 personas, excluidos los fisicoculturistas, el 34% de ellos tiene sobrepeso, determinado por el índice de masa corporal, lo cual continúa siendo un problema nutricional evidenciado aún en esta muestra tan pequeña.

El índice de masa y el modelo simple de dos compartimientos se correlacionan en poblaciones en donde la masa magra es predominante.

En jóvenes universitarios y en adultos entre 35 y 60 años aparentemente sanos, el método de pliegues cutáneos de Durnin - Womersley puede ser intercambiable con el OM-RON HBF- 306 BL, para estimar el porcentaje de grasa corporal.

Se considera que el equipo comercial OM-RON HBF 306 BL y el método antropométrico de Durnin-Womersley no son intercambiables para la determinación del porcentaje de grasa en atletas fisicoculturistas.

Al tener en cuenta los bajos costos, la facilidad de manejo del equipo OM-RON HBF 306 BL y su correlación con el contenido de agua corporal, el estado de hidratación debería conocerse y ser controlado de alguna forma.

Tal como se ha informado en otros estudios, se recomienda la utilización de ambos métodos conjuntamente para allegar nuevos datos, mejo-

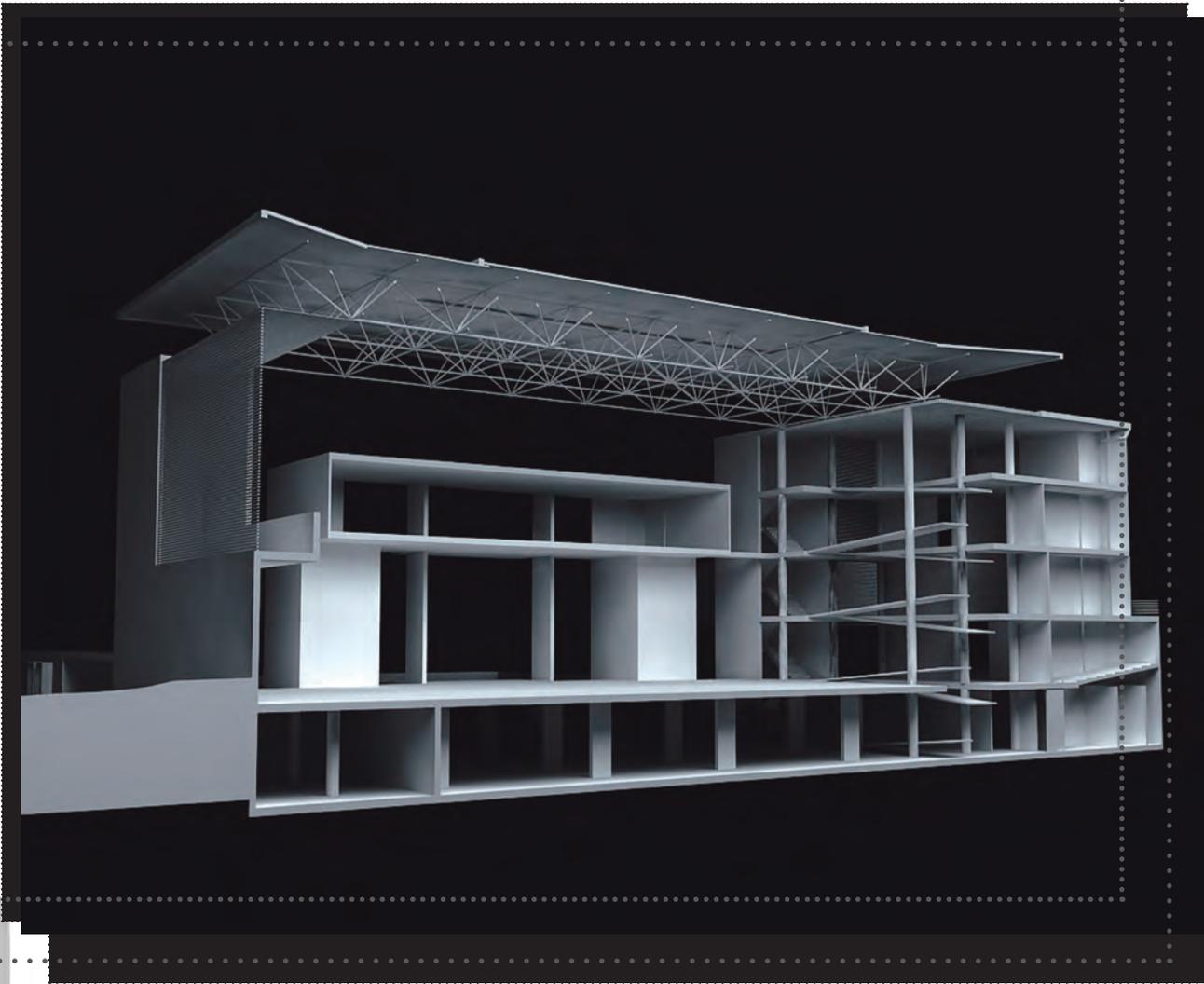
rar la comprensión de la relación, y establecer la reproducibilidad, principalmente del equipo OM-RON HBF 306 BL.

Por ello, probablemente sea más prudente realizar la valoración antropométrica del estado nutricional, al combinar ambos métodos con otros, y tomar como referencia las medidas clásicas (peso, talla, IMC, %GC, IB) aplicándolas a nuestra población colombiana y en estudios prospectivos, cuya confiabilidad y validez, pudiera permitir recomendar la generalización del uso del equipo OM-RON HBF- 306 BL.

REFERENCIAS

- A. Jackson, M. P. (1978). *Generalized equations for predicting body density of men. Br J of Nutr* 40
- A. Jackson, M. P. (1980). *Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sport Exerc* 12
- A. Pietrobelli, S. H., Z. Wang and D. Gallagher (2001). *Multi - component body composition models: recent advances and future directions. Eur J Clin Nutr* 55
- Acero, J. (2002). *Cineantropometría, Fundamentos y procesos*. Cali
- ACSM's (2006). *Guidelines for exercise testing and prescription* (7 ed.). Philadelphia
- Camacho, J. (1983). *Apuntes de antropometría. Publicaciones U. de Antioquia y Coldeportes*
- Casona M., T. M., Casanova B. (1999). *Bases físicas del análisis de la impedancia bioeléctrica. Vox Paediatrica*
- Chumlea, W. (1994) *Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. Nutr Rev* 52
- D. Gallagher, M. V. (1997). *Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. J Appl Physiol* 83(22)
- D. Tsunami, A. M., A. Colbert, S. Pearson and R. Hammerschlag (2004). *Variable Frequency Bioimpedance Instrumentation. Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*

- Frisancho, A. (1984). *New standars of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly*. *Am J Clin. Nutr*, 40.
- J. Bland, G. D. (1986). *Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement*: The Lancet
- J. Durnin, J. W. (1974). *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements of 481 men and women aged 16 to 72 years*. *Br J Nutr* 32
- J. Himes, A. R. a. R. S. (1979). *Compressibility of skinfolds and the measurement os subcutaneous fatness*. *Am J. Clin. Nutr*, 32(1)
- Jadue L., e. a. (1999). Factores de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles: métodos y resultados de la encuesta CARMEN. *Rev Med Chile* 127
- Jauregui, G. (1989). *La grasa corporal*. Bogotá
- K. Norton, T. O. (1996). *Anthropométrica*. Sidney-Australia: UNSW PRESS
- L. Stolarczyk, V. H., et al (1995). *Predictive accuracy of bioimpedance equations in estimating fat-free mass of Hispanic women*. *Med. Sci. Sports Exerc*, 27(10)
- León M., M. E. (2007). *Factores de riesgo para enfermedades crónicas*. Bucaramanga-Santander-Colombia. Medellín. Medellín: Universidad de Antioquia
- Lin, L. (1989). *A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility*. *Biometrics*, 45
- Lohman, T. (1992). *Advances in body composition assessment*: Human Kinetics Publishers
- Lukaski, H. (1987). *Methods for the assessment of human body composition: Tradicional and new*. *Am J Clin Nutr* 46
- M. Cepeda, A. P. (2004). *Estudios de concordancia*. En: *Epidemiología Clínica*. Bogotá: Médica Panamericana
- Malina, R. (1987). *Bioelectric methods for estimating body composition: an overview and discussion*. *Human Biology*
- Martínez, E. (2002). *Validación de los métodos antropométricos para la estimación de grasa corporal en adultos de origen latinoamericano*. *Lecturas sobre Nutrición*, 9
- McCormick, G. M. (2000). *Manual de Cineantropometría. Guía de talleres*. Escuela de Nutrición y Dietética. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander
- _____. (2007). *Portafolio de Servicios. Laboratorio de Análisis del Físico Corporal -LAFICO-*. Escuela de Nutrición y Dietética: Universidad Industrial de Santander.
- Mora, R. (1997). *Soporte nutricional especial*. Bogotá: Médica Panamericana.
- Norton, K. (1996). *Anthropometric Estimation of Body Fat*. In *Antropometrica* (Ed.). Sidney: UNSW PRESS
- P. Ainslie, T. R. (2003). *Estimating Human Energy Expenditure*. *Sports Med* 33(9)
- Paffenbarger J., e. a. (1993). *The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men*. *N Engl J Med* 328
- S. Heymsfield, Z.-M. W., R. Wilhers (1996). *Multicomponent molecular level models of body composition analysis Human Body Composition*. Champaing, Ilinios: Human Kinetics
- S. Valtueña, V. A., J. Salas (1999). *Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal, reproducción, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro*. Barcelona
- Salud, M. d. (1993). *NORMAS CIENTÍFICAS, TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD*.
- Sharkey, B. (2002). *Muscular Fitness Fitness and Health* (5 ed.). Hong Kong: Human Kinetics
- Solano, P. (2006). *Evaluación de la composición corporal y del gasto energético en el paciente obeso*. *Actividad Dietética*, 31.
- V. Moreno, J. G., G. Antoranz (2002). *Grasa corporal e índice adiposo - muscular estimados mediante impedanciometría en la evaluación nutricional de mujeres de 35 a 55 años* *Revista española de Salud Pública España*, 16(6)
- Wang Z., e. a. (1995). *Systematic organization of body composition methodology: overview with emphasis on component-based methods*. *Am J Clin Nutr* 61
- Wolkodoff, N. (1999). *Body logic. OM RON. Guide To Wellness, Fitness and Nutrition*: Vernon Hill



METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE CORRECCIÓN DE ERRORES TÉCNICOS EN EL ÁREA DE VELOCIDAD EN LA CATEGORÍA DE 8-11 AÑOS

Antonio Jesús Pérez Sierra

Licenciado en Educación, Especialista, Educación Física, Instituto Superior Pedagógico José Martí de Camagüey, Cuba; Máster en Educación Avanzada, Instituto Superior Pedagógico Enrique J. Varona, Ciudad Habana, Cuba; Doctor en Ciencias, Universidad de Granada, España. Docente catedrático en el Centro Universitario UTEG, Guadalajara, México.
Email: dr.psierra@hotmail.com

Resumen

La presente investigación tiene el propósito de ofrecer una herramienta de trabajo sistemático a los entrenadores y atletas del Atletismo que consiste en una Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años. La investigación se establece con el objetivo de mejorar la calidad y eficacia del entrenamiento deportivo. Metodológicamente se acomete una investigación mixta en la que se van a aplicar técnicas e instrumentos de índole cualitativo y/o cuantitativo, que nos posibilitarán recoger información para su posterior análisis, tales como la observación, el cuestionario, la encuesta, las pruebas técnicas, el criterio de expertos, revisión de documentos de trabajo, y el método estadístico con la utilización del SPSS versión 10 para Windows. Las distintas técnicas de recogida de datos fueron aplicadas a los 22 entrenadores y 70 atletas de los diez municipios de la provincia de Ciego de Ávila. Esto surge que, a todo aquel que practique el Atletismo en cualquiera de sus modalidades o categorías, le sea aplicada la metodología de forma precisa y pormenorizada por parte de los entrenadores. Y más en los momentos actuales en que el Atletismo cubano logra significativos éxitos en los niveles competitivos. Además de contribuir a fortalecer la salud de todo nuestro pueblo, ponemos a disposición de todos los entrenadores deportivos esta investigación que unirá a su trabajo metodológico aspectos teóricos y prácticos útiles para su labor formativa en la base.

Palabras clave: Corrección de errores, la técnica, la velocidad.

Abstract

This research is intended to provide a systematic working tool for coaches and athletes Athletics is a methodology for the process of correcting technical errors in the area of speed in the category of 8-11 years. The investigation was established with the aim of improving the quality and efficiency of athletic training. Methodologically, we propose a joint investigation in which it will apply techniques and tools such qualitative or quantitative, which will enable us to collect information for further analysis, such as observation, questionnaire, survey, technical tests The criterion of experts, review papers, and the statistical method with the use of SPSS version 10 for Windows. The different data collection techniques were applied to the 22 coaches and 70 athletes of the ten municipalities of the province of Ciego de Avila. This will arise that anyone who practices the Athletics in all its forms and categories, the methodology will be applied accurately and in detail by the coaches. And at the present time that the Cuban Athletics continues to achieve significant success in the competitive levels. Besides contributing to improving the health of all our people, we provide all coaches join this research work both theoretical and practical methodological tools for its development in the base.

Key words: Correction of Errors, Technique, speed.

METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE CORRECCIÓN DE ERRORES TÉCNICOS EN EL ÁREA DE VELOCIDAD EN LA CATEGORÍA DE 8-11 AÑOS*

Antonio Jesús Pérez Sierra

La investigación está estructurada en cuatro capítulos que se desarrollan a partir de esta introducción que contiene la justificación de la investigación, la evolución de la actividad física, y dentro de ella el Atletismo, como base en la que se apoya todo el proceso de indagación, se considera que el Atletismo, es uno de los deportes básicos en la formación de los niños y jóvenes; también se plantea el problema científico, el aporte teórico, el problema investigado, el objeto de estudio, el campo de acción, el aporte científico.

El primer capítulo analiza las principales cuestiones teóricas fruto de una extensa revisión bibliográfica relacionada con los aspectos que atañen a la Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría mencionada anteriormente.

En el segundo capítulo se describe el estado actual de la investigación y el proceso de la investigación en que se basa nuestro trabajo, el objetivo general y los objetivos específicos, la población; además se exponen los diferentes procedimientos y técnicas de instrumentos aplicados.

El tercer capítulo está dedicado al análisis e interpretación de los resultados obtenidos según las técnicas utilizadas.

En el cuarto y último capítulo se expone la *metodología* para el proceso de corrección de

errores. Por último, se plantean las conclusiones del trabajo, así como una serie de sugerencias para futuras investigaciones y las fuentes bibliográficas consultadas.

Como expresábamos anteriormente, el Atletismo es considerado uno de los deportes básicos en la formación de los niños y jóvenes. En las edades escolares forma parte ineludible de los programas generales de la *educación física* en los distintos niveles de enseñanza, así como en las áreas deportivas, por lo que el organismo rector del deporte en Cuba, el Instituto Nacional Deportes Educación Física y Recreación (INDER), lo considera un deporte priorizado.

El sólido movimiento deportivo escolar que actualmente se ha desarrollado se ve reflejado en un crecimiento sistemático y progresivo de la participación deportiva de niños y jóvenes, que tienen su base en la correcta aplicación de la política educacional del país, cuyos objetivos y principios fundamentales son los de propiciar la práctica masiva del deporte en nuestra sociedad, lo que se traduce en un significativo aporte a la salud, al bienestar y a la recreación de nuestro pueblo y en la consolidación de la pirámide de desarrollo.

A partir de la búsqueda para mejorar los resultados en el entrenamiento deportivo de los atletas (categoría 8-11 años) en la provincia Ciego de Ávila, se analizó que los entrenadores de Atletismo, no cuentan con una herramienta que les

* El presente artículo de investigación es producto del Doctorado en Ciencias, Universidad de Granada – España.

facilite el trabajo para el proceso de corrección de errores técnicos, según lo observado y analizado en cada sesión de entrenamiento.

Habida cuenta, que el dominio de la técnica de ejecución de los ejercicios del Atletismo no sólo desarrolla considerablemente las posibilidades motoras de los escolares y mejora sus capacidades de coordinación, sino que crea las bases para el logro de la maestría técnico-deportiva en el futuro.

En los actuales programas que emplea el Atletismo en las áreas deportivas no se establecen formas precisas y objetivas de parámetros que nos permitan evaluar el nivel de preparación técnica; relacionada con el proceso de corrección de errores técnicos. Después de realizado el estudio, comprobamos la carencia de una propuesta metodológica para el proceso de corrección de errores técnicos que facilite a los entrenadores y atletas su obra realizada a simple vista en su actividad cotidiana.

METODOLOGÍA

El presente trabajo está enmarcado dentro de un diseño descriptivo mediante una metodología observacional. Esta perspectiva utiliza básicamente técnica cuantitativa de registro de datos (la observación) y técnica cualitativa de revisión de documentos, la cual no excluye la posibilidad de aplicar también técnica cuantitativa (el cuestionario, la encuesta y las pruebas técnicas), tal y como resaltan Cook y Reichardt (1986).

Talmage (1982), resalta como característica de esta perspectiva es recoger los puntos de vista de los participantes.

Consideramos utilizar ambas técnicas (cualitativa y/o cuantitativa) de manera que entre ambas se complementan y conforman una investigación mixta, y son necesarios para un análisis correcto de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la corrección de errores técnicos en el área de velocidad.

Además en este apartado explicaremos las distintas técnicas y procedimientos seguidos a lo largo de toda la investigación.

Para el diagnóstico de las diferentes técnicas se requirió del conocimiento total de la población investigada, a partir del estado actual de la problemática.

Otro aspecto imprescindible, lo constituye la construcción, validación y confiabilidad de las técnicas empleadas, que nos posibilitaron la recogida de los datos para su posterior análisis.

Se procedió por parte de los miembros del equipo de investigación y por algunos especialistas colaboradores a confeccionar un primer esbozo de las distintas técnicas e instrumentos de evaluación. En sucesivas reuniones de trabajo el equipo de investigación, se perfilaron las diferentes técnicas e instrumentos quedaron definitivamente las expuestas en los anexos.

Se llegó al acuerdo de que estas técnicas e instrumentos fueran revisados y evaluados ante su aplicación por un criterio de expertos seleccionados para que contaran con la validez y confiabilidad requerida, según los anexos. También se revisaron diferentes documentos lo que nos permitió conocer y profundizar aspectos relacionados con la temática de investigación.

OBSERVACIÓN

Esta técnica se aplicó con el propósito de determinar en la práctica de entrenamiento cómo fue el comportamiento de los sujetos investigados en su estado natural a partir del objeto de estudio que nos ocupa, es decir, la interacción entre los entrenadores y atletas. Al respecto Buendía (1993), hace referencia a esta interacción desde el punto de vista educativo.

La observación se llevó a cabo por un espacio de nueve meses, correspondientes a octubre/2001 y junio/2002. Se efectuó en los terrenos de entrenamiento. Se realizaron un total de 83 observaciones que posteriormente serán interpretadas cualitativa y/o cuantitativamente.

CUESTIONARIO

Fue aplicado a los entrenadores para conocer el dominio técnico metodológico que poseían sobre la temática tratada; además, para conocer información y datos previos a la problemática que nos ocupa con el fin de establecer las experiencias acerca de los intereses y demanda de los participantes, especialmente de los entrenadores sobre el proceso de corrección de errores.

ENCUESTA

Se les aplicó a los atletas para conocer el trabajo que realizan los entrenadores sobre el proceso de corrección de errores en los entrenamientos. Nos permitió, además, recoger información acerca de la temática tratada y la aceptación de la propuesta sobre sus aspectos positivos y de modificación en su implantación en la práctica.

PRUEBAS TÉCNICAS

Las pruebas técnicas fueron aplicadas a los atletas para conocer el estado de preparación para el trabajo de corrección de errores técnicos. Por su importancia práctica este método se utilizó en dos momentos en la investigación, en un primer momento con el propósito de diagnosticar cómo se encontraban los atletas, objeto de la investigación. En un segundo momento, nueve meses después, para profundizar y comparar el grado de aceptación de la Metodología. Las pruebas técnicas se efectuaron dos días antes de comenzar la competencia en el año 2002.

ESTADÍSTICO

A partir de los resultados nos dimos a la tarea de conformar las bases de datos para su posterior análisis con el apoyo del paquete estadístico SPSS versión 10 para Windows con el objetivo de determinar los estadígrafos tales como: análisis de frecuencias y la moda, aplicadas en la investigación.

CRITERIO DE EXPERTOS

Este método fue empleado con la finalidad de buscar la mayor confiabilidad y validación de los procedimientos e instrumentos realizados

en la Metodología aplicada para el proceso de corrección de errores técnicos; además con la intencionalidad de tener un conocimiento acerca de las diferentes técnicas aplicadas durante el proceso de indagación de la información de los datos

REVISIÓN DE DOCUMENTOS DE TRABAJO

Los diferentes documentos revisados se utilizaron para conocer y profundizar si existen aspectos relacionados con la temática de investigación; además, para determinar el nivel de conocimiento teórico-metodológico que poseen los entrenadores. Esta técnica nos permitirá establecer adecuaciones en los diferentes componentes del proceso (objetivos, contenidos, métodos, medios, procedimientos organizativos y el control), con relación a lo que se propone en dicha Metodología para realizar adecuaciones, ajustes y correcciones a los mismos.

OBJETIVOS GENERAL

Elaborar una metodología que facilite el trabajo de los entrenadores y atletas de Atletismo en el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría 8-11 años.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el estado de preparación que poseen los entrenadores y atletas acerca del proceso de corrección de errores técnicos.
2. Valorar la labor de los entrenadores de Atletismo en el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad para la categoría propuesta.
3. Plantear la metodología que facilite el proceso de corrección de errores técnicos.
4. Aplicar la metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años.

5. Comparar los resultados obtenidos en las pruebas técnicas, antes y después de aplicada la metodología, para el proceso de corrección de errores en los atletas.

POBLACIÓN

La población objeto de estudio que nos ocupa está centrada en los 22 entrenadores de Atletismo que trabajan con la categoría de 8-11 años en la provincia de Ciego de Ávila. También constituyen punto de atención en la investigación los atletas de la categoría que se mencionada anteriormente que hacen un total de 70 correspondiente a los diez municipios que componen el territorio avileño. Para el diagnóstico se requirió del conocimiento general de la población para conocer el estado actual de la problemática motivo de indagación.

En la Tabla No. 1 se puede precisar de forma más detallada los aspectos abordados con anterioridad.

Tabla 1. Población objeto de estudio.

SUJETOS	POBLACIÓN	%
Entrenadores	22	100
Atletas	70	100

Fuente: El autor

ANÁLISIS, DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

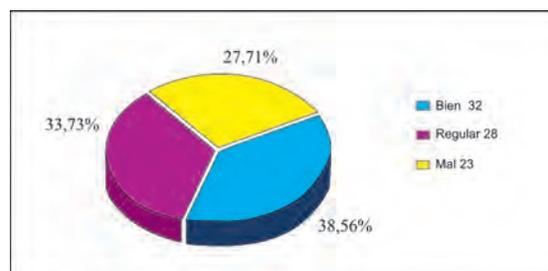
Este apartado contiene el análisis, discusión e interpretación de los datos, realizado a partir de la perspectiva metodológico-descriptiva de las técnicas que se han sido utilizadas y que, previamente, se han explicado en el capítulo anterior, a través del proceso investigativo, según el objeto de estudio que nos ocupa acerca de la problemática tratada; además de alcanzar y contrastar la pertinencia de la hipótesis que se plantea.

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES REALIZADAS A LOS ENTRENAMIENTOS

Se realizó un total de 83 observaciones en el campo de entrenamiento en los diferentes municipios del territorio avileño, para comprobar las correcciones realizadas, por parte de los entrenadores, a los atletas que componen los equipos, durante los meses de octubre de 2001 a junio de 2002 en 29 sesiones.

Respecto a las calificaciones de las 83 observaciones efectuadas, 32 de ellas fueron evaluadas con la calificación de *Bien*, representan el 38,56 %; 28 obtuvieron la calificación de *Regular*, el 33,73 %; y las restantes 23 (27,71 %), alcanzaron la evaluación de *Mal*.

Figura 1. Resultados de las observaciones realizadas a los entrenamientos.



Fuente: el autor

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO APLICADO A LOS ENTRENADORES

En este apartado, pretendemos dar una panorámica, acerca de las respuestas ofrecidas por los entrenadores, a nuestro juicio, consideramos importante, pudiéndose apreciar en la recogida de los datos.

Estos parámetros están centrados en la distribución de los entrenadores por sus respectivos municipios, nivel profesional alcanzado, años de experiencia que llevan como entrenadores. A continuación se detallan los parámetros mencionados.

En cuanto a los 22 entrenadores de la provincia distribuidos por sus respectivos municipios se precisan con mayor claridad en la Tabla 2.

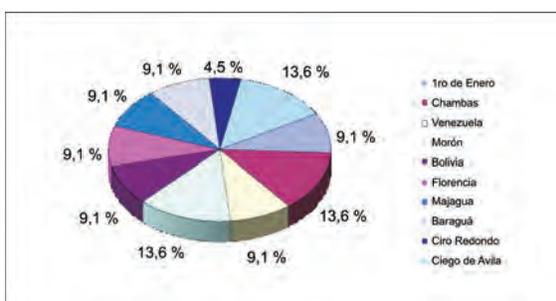
Tabla 2. Distribución de los entrenadores por sus respectivos municipios.

Municipios	Entrenadores
Iro. de Enero	2
Chambas	3
Venezuela	2
Majagua	2
Baraguá	2
Ciro Redondo	1
Ciego de Ávila	3

Fuente: el autor

En la Figura 2, se expone en tanto por ciento la distribución de los 22 entrenadores del territorio según los municipios, apreciándose que la mayor cantidad de entrenadores corresponde a las localidades de Ciego de Ávila, Morón, Chambas con 13,6% respectivamente. Posteriormente, se puede observar que existe una serie de municipios que ostentan el 9,1 % de la fuerza técnica de deporte motivo de investigación que trabajan con la categoría de 8-11 años. No así, el municipio Ciro Redondo que su fuerza técnica es baja, solamente cuenta con el 4,5 % del total de entrenadores del territorio avileño.

Figura 2. Distribución porcentual de los entrenadores por sus respectivos municipios.



Relacionado con el nivel profesional alcanzado hasta la fecha por los entrenadores, se pudo

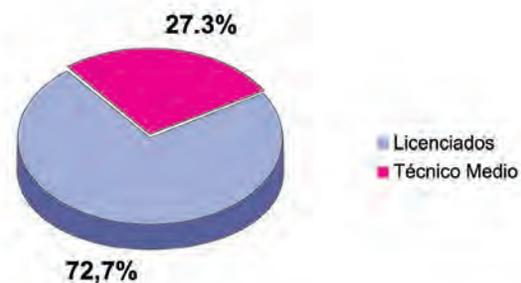
constatar, que 16 son licenciados en Cultura Física y 6 son graduados técnico medio. Para una mejor precisión al respecto, ver la Tabla 3.

Tabla 3. Nivel profesional alcanzado por los entrenadores.

Total de Entrenadores	Nivel profesional alcanzado	
	Licenciados	Técnico Medio
22	16	6

Por lo que respecta a la Figura 3, se puede observar que el nivel profesional alcanzado por los 22 entrenadores, el 72,7% son licenciados en Cultura Física y el otro 27,3% Técnico Medio.

Figura 3. Distribución de los entrenadores según el nivel profesional alcanzado.



Con relación, al parámetro años de experiencia de los entrenadores, se pudo comprobar que la mayor cantidad, 10 poseen de uno a cinco años, 7 entrenadores están incluidos entre los seis y diez años de experiencia en la actividad y los 5 restantes poseen entre once y quince años de labor como entrenadores. Para una mayor explicación, ver la Tabla 4.

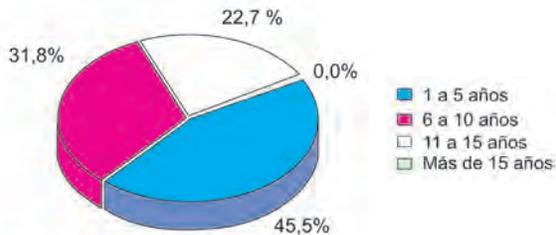
Tabla 4. Años de experiencias de los entrenadores.

TOTAL DE ENTRENADORES	AÑOS DE EXPERIENCIA			
	1 a 5 años	6 a 10 años	11 a 15 años	Más de 15 años
22	10	7	5	-

Fuente: el autor

Se puede apreciar claramente en la Figura 4, que la distribución porcentual de los entrenadores, en cuanto a los años de experiencia, es la siguiente:

Figura 4. Distribución de los entrenadores según los años de experiencia.



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS ATLETAS

A continuación se describen las principales y más significativas respuestas ofrecidas por los atletas en relación con la encuesta, con relación al proceso de corrección de errores técnicos durante el entrenamiento.

El primer ítem de la encuesta está relacionado con los parámetros edad, sexo y años de entrenamientos en el atletismo, así como los atletas que son de primero y segundo año respectivamente.

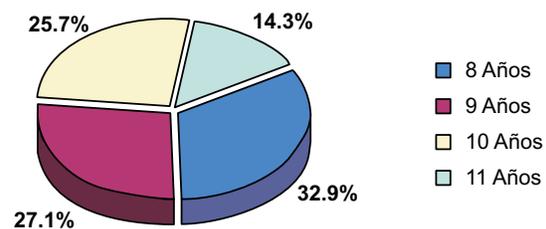
Con relación a la edad, se pudo comprobar que la mayor cantidad de atletas se encuentra centrados en los 8 años, con veintitrés; en la edad de 9 años, existe un total de diecinueve; con 10 años, un total dieciocho; y con 11 años, diez atletas. Todo lo anteriormente expuesto se puede ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Cantidad de atletas por sus respectivas edades

edades de los atletas	8 años	9 años	10 años	11 años
	23	19	18	10

Podemos añadir, que la mayor cantidad de atletas por sus respectivas edades se encuentran entre los 8 y 10 años, con un tanto por ciento elevadísimo del total de los atletas, representando el 85,7%, no así en la edad de 11 años que solamente representa el 14,3%. Para una mejor precisión ver la Figura 5.

Figura 5. Distribución porcentual de los atletas por sus respectivas edades.



Relacionado con el parámetro sexo, se puede ver claramente en la Tabla 6 que los atletas están distribuidos de la siguiente forma.

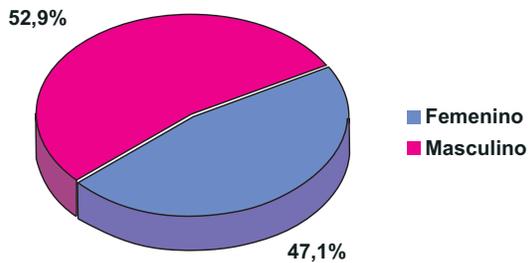
Tabla 6. Cantidad de atletas por sexo.

Sexo	POBLACIÓN	Cantidad de Atletas
Femenino	70	33
Masculino		37

Fuente: el autor

En la Figura 6, se puede observar que la mayor cantidad de atletas, se encuentra concentrada en el sexo masculino, porcentual con el 52,9%, el femenino con presenta el 47,1%.

Figura 6. Distribución porcentual de los atletas por sus respectivos sexos.



Fuente: el autor

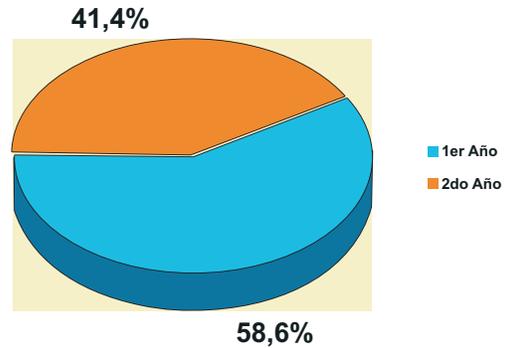
También queremos señalar, con respecto a los años de entrenamiento de los 70 atletas encuestados, que 41 de ellos respondieron que por vez primera, se enfrentan a un entrenamiento, los restantes 29 poseen dos años en la actividad. Para una mejor precisión, ver la Tabla 7.

Tabla 7. Años de entrenamiento de los atletas.

años de entrenamiento DE LOS ATLETAS	Primer Año	segundo año
70	41	29

En la Figura 7, relacionada con los niños y niñas que realizan el entrenamiento, se puede apreciar claramente que el mayor porcentaje de atletas se encuentra en el primer año con el 58,6% y segundo año con el 41,4%.

Figura 7. Distribución porcentual de los años de entrenamiento de los atletas.



Fuente: el autor

Análisis de los resultados obtenidos en las pruebas técnicas, antes y después de aplicada la Metodología para el proceso de corrección de errores en los atletas

La investigación toma como punto de partida lo explicado en apartados anteriores, relacionado con las pruebas técnicas realizadas en sus dos momentos durante la indagación efectuada, por la importancia que reviste está en el trabajo.

Un primer momento antes de aplicada la Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos, con el objetivo de diagnosticar el estado actual de los atletas, en el año 2001.

El segundo momento de la aplicación de las pruebas técnicas realizadas en el año 2002, nueve meses más tarde, se ejecutó con el propósito de comprobar los resultados obtenidos antes y después de puesta en práctica la Metodología en los atletas y entrenadores, en relación con los componentes que aparece en dicha propuesta.

En la investigación, se hace un análisis comparativo de las pruebas técnicas efectuadas en los diferentes municipios de la provincia avileña. Pudiéndose constar en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de los resultados obtenidos en las pruebas técnicas, antes y después de aplicada la metodología para el proceso de corrección de errores en los atletas.

Pruebas Técnicas (%)		C.E.M en 20 mts	P.C.Arr Baja	U.P.T	C.D. 3 P	L.P.B de 5 onzas
Morón	Antes	71.4	85.7	100	14.2	71.4
	Después	100	100	100	71.4	85.7
Iro. Enero	Antes	71.4	100	100	42.8	85.7
	Después	100	100	100	85.7	100
Florencia	Antes	71.4	85.7	100	71.4	85.7
	Después	85.7	100	100	85.7	85.7
Chambas	Antes	85.7	85.7	71.4	14.2	71.4
	Después	85.7	100	71.4	100	100
Ciego de Ávila	Antes	71.4	42.8	71.4	28.5	100
	Después	71.4	100	100	71.4	100
Ciro Redondo	Antes	100	71.4	48.2	14.2	100
	Después	100	57.1	71.4	57.1	100
Venezuela	Antes	71.4	85.7	71.4	14.2	71.4
	Después	100	85.7	100	71.4	85.7
Baraguá	Antes	71.4	85.7	100	71.4	57.1
	Después	100	100	100	71.4	85.7
Majagua	Antes	100	71.4	100	71.4	100
	Después	85.7	71.4	85.7	71.4	100

En tal sentido pretendemos brindar en este apartado una metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años, se tiene como base esencial los hábitos, las habilidades, los conocimientos y las capacidades de los niños atletas, según sus características individuales. Esta Metodología recoge aspectos valiosos como la fundamentación, sus objetivos, contenidos, métodos, medios y el control.

FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE CORRECCIÓN DE ERRORES TÉCNICOS EN EL ÁREA DE VELOCIDAD EN LA CATEGORÍA DE 8-11 AÑOS

En la actualidad se realizan transformaciones sistemáticas al entrenamiento deportivo, desde el punto de vista teórico y práctico, científico, técnico, metodológico, sustentado en disciplinas como la Biomecánica, la Bioquímica, la Psicología, la Cibernética por sólo hacer alusión a algunas de

ellas; para obtener resultados satisfactorios en el desarrollo de habilidades y hábitos deportivos.

Es importante que siempre se tenga en cuenta, la relación que debe existir entre, la clara orientación de los objetivos que se pretenden lograr en el entrenamiento, los contenidos planificados, siempre y cuando sean accesibles y asequibles a los atletas, los métodos de enseñanzas, aspecto vital desde el punto de vista didáctico. La utilización de los medios o ejercicios; así como los procedimientos organizativos.

Otro de los aspectos trascendentales, lo constituye el control o evaluación constante, que debe utilizar el entrenador en el cumplimiento de las diferentes etapas planteadas durante el entrenamiento deportivo.

Consideramos que todos estos aspectos, que integran la Metodología, juegan un papel fundamental en el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años.

OBJETIVOS

1. Contribuir al mejoramiento de la calidad del proceso de corrección de errores en el entrenamiento de la técnica.
2. Ofrecer algunas consideraciones metodológicas a los entrenadores para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años.

CONTENIDO

- Realizar actividades que supongan el manejo del propio cuerpo.
- Realizar juegos que supongan mejoras condicionales a partir de tareas que impliquen a las habilidades básicas y específicas.
- Desarrollar la fuerza dinámica mediante ejercicios de autocarga (saltar, lanzar, trepar, escalar y otras).
- Practicar gimnasia con obstáculos, realizando tareas de condición física y coordinación.

- Apoyar (pisada) los pies de forma dinámica y activa, utilizando el metatarso.
- Mantener la cabeza en posición vertical con la vista al frente y los hombros relajados en el eje escápulo-humeral.
- Realizar la carrera en línea recta, con una acción de brazos y piernas coordinadas.
- Pasar corriendo por la meta al máximo de velocidad hasta 10 metros superada.
- Distribuir el peso del cuerpo, en el listón, entre los cuatro apoyos, brazos y piernas, de manera que el cuerpo se mueva adelante-arriba. El cuello relajado y la cabeza con la vista hacia abajo.
- Lograr un empuje explosivo de las piernas (reacción al disparo), con los brazos igualmente dinámicos al frente-arriba. Para lograr perfilar los rasgos técnicos de las acciones de la carrera y la salida (arrancada), será necesario que el profesor o entrenador utilice excitaciones adecuadas.

LOS MÉTODOS

En la práctica de la educación física y el deporte, los métodos de enseñanza no aparecen de forma pura, sino articulado con otros métodos para formar un sistema.

Los métodos que sean abiertos y flexibles, que ofrezcan posibilidades y recursos a los monitores, entrenadores, técnicos, sustentado en una metodología lúdica que fundamente en el juego, en la base de sus aprendizajes, una metodología que establezca una progresión que vaya de lo global a lo analítico, que retrase al máximo la especialización y establezcan etapas biológicas diferenciadas.

También consideramos que la enseñanza deberá ser globalizada, genérica y sistemática, sirviéndose de los juegos predeportivos de Atletismo y huyendo de toda especialización prematura o de criterios de entrenamiento para el rendi-

miento. Se trata de una metodología basada en el desarrollo de la didáctica de la Educación Física.

Los métodos que proponemos son los siguientes:

Los intuitivos: Se caracterizan por la presentación de información visual a través de láminas, fotos, videos, esquemas y también la demostración del entrenador.

Los verbales: Fundamentalmente se refieren a la explicación del entrenador y a las informaciones correctivas que brinda, donde se subraya y se acentúan aquellos elementos en cuya ejecución se observan errores.

Los prácticos: Están vinculados con la ejecución propia del movimiento a realizar por parte del atleta, ya sea de forma parcial o ejecución completa del movimiento.

Repetición: Consiste en la realización repetida de determinadas acciones y normas de movimiento constituyen la base práctica para el desarrollo de las habilidades deportivas.

Analítico: Funciona la ejecución en las fases fundamentales de las habilidades. Se inicia la enseñanza por la fase principal del movimiento, a continuación la fase preparatoria y posteriormente la fase final.

Asociativo: Consiste en establecer las relaciones efectivas entre dos fases técnicas que conforman la tarea matriz.

Sintético: Integra todos los elementos que conforman la tarea matriz.

MEDIOS O EJERCICIOS

Dentro del proceso de corrección de errores técnicos, debe tenerse presente, otro factor decisivo para el aceleramiento del proceso de aprendizaje y erradicación de faltas, estos son los medios, con que puede contar el entrenador para auxiliarse en la estabilización y perfeccionamiento de hábitos y habilidades correctas en la ejecución de los gestos deportivos.

Estos medios se utilizan fundamentalmente para que sea más eficaz el proceso de enseñanza. Para que ayuden a la formación técnica de los atletas.

Nuestra experiencia, es que estos medios deben ser más explotados por los entrenadores de base, con el objetivo de poder simplificar el proceso de enseñanza y ayudar a los atletas a erradicar lo más rápido posible los fallos en la ejecución de los movimientos técnicos e incluso, con su utilización no permitir que aparezcan estos errores técnicos y acelerar el proceso de dominio y perfeccionamiento de los movimientos deportivos correctos.

1. Pasos cortos y relajados 50 metros por 4 repeticiones (50m x 4 Repeticiones.)
2. Carrera elevando muslos (50m x 4 Repeticiones.)
3. Saltos alternos (50m x 4 Repeticiones.)
4. Arrancada baja y pasos transitorios (50m x 4 Repeticiones.)
5. Carreras progresivas y regresivas (50m x 4 Repeticiones.)
6. Carrera con arrancada desde diferentes direcciones (50m x 4 Repeticiones.)

CONTROL DEL PROCESO

Los momentos evaluativos son parte del proceso de enseñanza del trabajo realizado que conduce a un resultado parcial o final; es también el control nos permite en su función comprobatoria, establecer una calificación que signifique el nivel de calidad alcanzado en el proceso de corrección de errores técnicos según el aprovechamiento de los atletas en el entrenamiento deportivo.

CONCLUSIONES

A partir de los objetivos propuestos en la investigación y los datos presentados en los anteriores apartados, presentamos a modo de conclusiones las siguientes consideraciones.



1. La metodología que presentamos para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años, le permite a los entrenadores y atletas, la posibilidad de conocer aspectos importantes, en cuanto a los (objetivos, contenido, métodos, medios, procedimientos organizativos y el control), componentes del proceso imprescindibles sobre la temática investigada, para su posterior intercesión en la enseñanza- aprendizaje.
2. La metodología para el proceso de corrección de errores técnicos es de gran aceptación por los entrenadores y atletas de la categoría investigada, debido a que influye y determina en los resultados técnicos deportivos.
3. Los datos recogidos en la investigación demuestran que los entrenadores presentan dificultades en los conocimientos teóricos, en cuanto al proceso de corrección de errores técnicos, lo cual limita la realización eficaz de las correcciones.
4. Se constató en el cuestionario aplicado a los entrenadores, que una de las causas fundamentales por la que aparecen los errores técnicos en los atletas, lo constituyen la preparación física y la edad, lo que consideramos que la formación de un deportista reclama la atención de dos entrenamientos, el técnico y el físico; ambos deben llevarse al unísono, desde que comenzamos su iniciación deportiva.
5. La investigación tiene como principal propósito social ofrecer una herramienta de trabajo sistemático y científico a los entrenadores de Atletismo que permita la formación de la técnica más acabada para desarrollar hábitos y habilidades superiores en el perfeccionamiento de sus atletas.

REFERENCIAS

- Álvarez, C. (1982). *Atletismo Básico*. Ed. Miñón. Valladolid.
- _____. (1987). *La preparación física del fútbol basada en el atletismo*.
- Ballesteros, J. M. (1991). *Manual de Entrenamiento Básico*. Ed. Internacional Amateur Athletic Federation.
- Bandura, A. (1969). *Principles of Behavior Modification*. Holt, Rinehart y Winston. (Traducción española: *Principios de modificación de conducta, Sígueme*). Nueva York.
- _____. (1986). *Social Foundations of Thought and Action. A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice-Hall. (Traducción española). *Pensamiento y acción. Fundamentos sociales*. Ed. Martínez Roca. México.
- Betancourt, L.; LUCAS, V. (1991). *Atletismo en el ámbito escolar y deportivo*. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
- Blázquez, D. (1986). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Ed. INDE. Barcelona.
- _____. (1995). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Ed. INDE. Barcelona.
- Bompa, T. (1994). *Theory and Methodology of Training*. Ed. by Orietta Calcina. Canadá.
- Buceta, J. (1998). *Psicología*. Ed. Científico-Técnico. Ciudad de la Habana.
- Buendía, L (1998). *La Investigación Observacional*. Ed. Universidad de Granada.
- Buendía, L. (1993). *Los mecanismos de influencia educativa en el logro de los objetivos en educación Primaria. 2ª prueba del concurso para la plaza de cátedra de Ed. Universidad. Granada*.
- Castañeda, J. (2000). *Programa de iniciación en la etapa de formación básica del Atletismo cubano edades 8-11 años*. Ed. Unidad Impresora José Antonio Huelga. Ciudad de la Habana.
- Castejon, F. J. (1995). *Fundamentos de iniciación deportiva y actividades físicas organizadas*. Ed. Dykinson. Madrid
- Castro, O. (2002). *Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en los municipios de Ciro Redondo y Florencia. Trabajo de Diploma para Optar por el Título de Licenciatura en Cultura Física. Tutor. MSc. Antonio Jesús Pérez Sierra*.



- Coll, C. (1990). Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Ed. Paidotribo. Barcelona.
- Contreras, O. (1998). Didáctica de la Educación Física. Un enfoque constructivista. Ed. INDE. Barcelona.
- Cook, T. D.; Reichardt, CH. S. (1986). Métodos cuantitativos y cualitativos en la investigación evaluativa. Ed. Maruta. Madrid.
- Delamont, S. (1984). Readings on inter-action in the class-room. Ed. Methuen. Londres.
- Delamont, S.; Stubbs, M. (1978). Exploration in classroom observations. Ed. Wiley y Sons. Londres
- Donskoi, D.; Zatsiorki, V. (1988). Biomecánica de los ejercicios físicos. Ed. Raduga. Moscú.
- Dzhangarov, T. (1990). Psicología de la Educación Física y El Deporte. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. Ed. Gymnos. Madrid.
- Flanders, N. A. (1966). Inter-action analysis in the class-room: A manual for observers. Ed. Michigan School of Education, The University.
- Forteza, A.; Ribas, R. (1988). Bases Metodológicas del Entrenamiento Deportivo. Ed. Científico-Técnico. Ciudad de la Habana.
- García Manso, J. y COL. (1990). Base teórica del entrenamiento deportivo. Ed. Gymnos. Madrid.
- García Ruso, H. (1997). La formación del profesorado de Educación Física. Ed. INDE. Barcelona.
- Landsheere, de (1966)
- Meinel, K. (1988). Teoría del movimiento. Motricidad deportiva. Ed. Stadium. Buenos Aires.
- Pérez, A. (2001). Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 años en la provincia de Ciego de Ávila. Ed. Ávila. Ciego de Ávila.
- Romero, E. (1987). Metodología de la enseñanza de las carreras de distancias cortas y relevos. Ed. Unidad Impresora, José A. Huelga. Ciudad de la Habana.
- _____. (1989). Programa de Preparación del Deportista. Ed. Unidad Impresora, José A. Huelga. Ciudad de la Habana.
- _____. (1996). Programa de Preparación del Deportista (Velocidad Valla I). Ed. Unidad Impresora, José A. Huelga. Ciudad de la Habana.
- _____. (1999). Programa de Preparación del Deportista (velocidad Valla II). Ed. Unidad Impresora, José A. Huelga. Ciudad de la Habana.
- _____. (2000). Programa de Preparación del Deportista de formación básica del velocista cubano. Ed. Unidad Impresora, José A. Huelga. Ciudad de la Habana.
- _____. (2000). Análisis del deporte en edad escolar y estudio de dos enfoques metodológicos. En I Congreso Nacional de Deporte en Edad Escolar. Sevilla: Patronato Municipal de Deportes de Dos Hermanas.
- _____. (1995). La observación sistemática en las clases mediante la intervención didáctica de los futuros docentes de Educación Física. Ed. Universidad de Granada. España.
- Sainz, N. (1987). Variables de la Corrección del Error. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
- Sainz, N. (1996). Resumen investigativo en Material Docente de Curso de Maestría Ciencias y Juegos Deportivos. Universidad Matanzas. Matanzas.
- Sánchez, F. (2000). Perspectiva Cognitiva y Ecológica en formación inicial y permanente del profesor de Educación Física. Cuenca. Servicio de Publicaciones de Castilla-La Mancha.
- Santoyo, C. (1994). Sociometría conductual: el diseño de mapas socioconductuales. Mexican Journal of Behavior Analysis. 20, pp. 183-205.
- Santoyo, C.; Espinosa, M. C. (1988). El análisis de conductual de las preferencias sociales. Revista Mexicana de Análisis de la Conducta. 14, pp. 23-39.
- Schmolink, G. (1977). Atheisms. Ed. Sportuerlag. Berlín.
- Semjen, A. (1980). Berstein's por poseful brain. Ed. North. Amsterdam.
- Talmage, H. (1982). Evaluation of programs. En MILTZEL, H. M. (ed). Encyclopedia of educational research. Macmillan. 4, pp. 592-661.
- Van Der Mars, H. (1989). Observer Reliability: Issues and Procedures, en P. W. Darst, D. B. Zakrasjek, y V. Mancini (eds.). Analyzing Physical Education and Sport Instruction. pp. 53-80. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books. 2ª edición.
- Vázquez, A. (1980). Le temps social: enfants étrangers à l'école française. Enfance. 3, pp. 179-191.

- Vázquez, A.; Martínez, I. (1990). Interactions élève-élève: un aspect non perçu de la socialization. *Enfance*. 44, pp. 285-301.
- Vázquez, A.; Stambak, M.; Seydoux, A. (1978). Modalités d'intégration des enfants de cinq ans à l'école maternelle en fonction de leur milieu d'origine. *Recherches pédagogiques*. 95, pp. 12-27.
- Vecino, A (1986). Algunas tendencias en el desarrollo de la Educación Superior en Cuba. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
- Velázquez, J. (1996). Estudio de los resultados competitivos de los atletas infantiles de 10-11 años de ambos sexos en el período 1995-1996. Trabajo de Diploma para Optar por el Título de Licenciatura en Cultura Física. Tutor. Dr. Antonio Jesús Pérez Sierra.
- Verkhoshanky, I. (1998). El entrenamiento deportivo. Ed. Martínez Roca. México.
- VV. AA. (1996). Manual del profesor de Educación Física. Ed. Impresora José A. Huelga. La Habana.
- VV. AA. (2000). Programas de asignatura de Atletismo I. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
- Winter, R. (1988). Las fases sensibles. *Revista Stadium*. 22, pp. 13-20.
- Zagalaz, M. L. (2001). Bases Teóricas de la Educación Física y los deportes. Ed. Universidad de Jaén. Jaén.
- Zatsiorski, M. (1989). Metrología Deportiva. Ed. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
- Zernicke, R. F.; Gregor, R. J. (1979). Biomechanis of Human Movement. *Kinesiology*. 130, pp. 130-150.



NORMAS DE PUBLICACIÓN

La revista PALESTRA de la Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga, de acuerdo al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS y el Índice Bibliográfico Nacional PUBLINDEX, expone las normas de publicación necesarias para la presentación de contribuciones académicas:

Para la aceptación de los artículos por parte del Comité Editorial, se exigirá, que los artículos sean inéditos y originales (sin publicación parcial o total).

El artículo debe estar acompañado del Curriculum Vitae completo del autor: nombre completo del autor, fecha completa de nacimiento, nacionalidad, nivel de escolaridad, nombre de la institución, centro o grupo de investigación, o institución a la cual pertenece, cargo que desempeña. Las publicaciones de artículos, capítulos de libros y libros deben presentarse (en el curriculum) con toda la información correspondiente: Título, nombre de los autores, nombre de la revista o compilación, ISSN o ISBN, número de páginas total del texto completo, número de páginas del artículo o capítulo, año de publicación, editorial y país.

El documento debe presentarse en medio magnético, en formato Word, Normas APA, cuartillas 25 - 30, interlineado a espacio medio, en letra Times New Roman 12; debe tener un resumen no superior a 10 renglones, abstract, palabras clave, key words. En relación con los anexos deben adjuntarse la lista de gráficas y cuadros, con su correspondiente numeración y página. Las tablas y figuras deben presentarse en formato original para poder hacer los ajustes necesarios de edición.

Los artículos recibidos serán remitidos a pares evaluadores, a quienes se les solicitará tener en cuenta en la evaluación, la calidad y el rigor académico del documento, como también, la exigencia de las normas correspondientes a los trabajos académicos de publicación.

Recepción de artículos: Revista PALESTRA: palestrastabuca@gmail.com CP- Dirección para correspondencia (Sede Bucaramanga): Cra 18 No. 9 - 27. Bucaramanga - Santander - Colombia. PBX: 6800 801 ext.: 2250 – 2251.

La convocatoria (2011) para recibir artículos será entre Febrero 1 – Agosto 31 de 2010. El idioma de publicación es el español, se aceptan artículos en inglés, francés y portugués. El Comité Editorial enviará comunicación sobre la aprobación o no de artículo, en un término no mayor a seis (6) meses.

DE CULTURA FÍSICA,
DEPORTE Y RECREACIÓN

EDITORIAL

Un espacio para la Cultura Física, el Deporte y la Recreación
Mike William Barreto Becerra

CONTENIDO

Efecto del entrenamiento anaeróbico en los andrógenos plasmáticos como respuesta a una prueba de alta intensidad en niños adolescentes
Fedreic Derbré, Vladimir Martínez Bello

Interferencia de un programa de entrenamiento cruzado en la potencia anaeróbica pico en jóvenes saludables
Sandro Fernandes Da Silva, José Antonio de Paz

Estrutura temporal e métodos de ensino em jogos desportivos coletivos.
Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Varley Costa

Índice de estimulación eritrocitaria e hipoxia intermitente en un modelo experimental animal: ¿Tiene algún efecto la hipoxia intermitente sobre un parámetro indirecto de lucha contra el dopaje?
Vladimir Essau Martinez Bello, Daniel Adyro Martinez Bello, Fabián Sanchis Gomar

Propuesta metodológica del entrenamiento perceptivo visual para arqueros de fútbol
Guillermo Andrés Rodríguez Gómez, Misael Salvador González Rodríguez.

Adaptaciones del entrenamiento concurrente de fuerza y aeróbico
Sandro Fernandes Da Silva

Análisis comportamental del físico corporal de una muestra de fisicoculturistas de la ciudad de Bucaramanga, (Colombia)
Germán Melo McCormick, María Magdalena Gualdrón

O Teaching Games For Understanding (TGfU) como modelo de ensino dos jogos desportivos coletivos
Israel Teoldo da Costa, Júlio Manuel Garganta Da Silva, Pablo Juan Greco, Isabel Mesquita, Amândio Braga dos Santos Graça

Comparación de dos métodos para el análisis de la composición corporal en tres muestras de diferentes características y de 17 a 60 años
Ana María Reyes Chaparro

Metodología para el proceso de corrección de errores técnicos en el área de velocidad en la categoría de 8-11 Años
Antonio Jesús Pérez Sierra

