



Efectos de un plan de entrenamiento estructurado a través del método continuo intensivo sobre el VO₂ máximo y la velocidad de desplazamiento en canoistas de Antioquia

Effects of a structured training plan through intensive continuous method on VO₂ max and travel speed in Antioquia's canoeists

Janderson Cano Arango⁸

Juan Osvaldo Jiménez⁹

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de un plan de entrenamiento basado en el método continuo intensivo sobre el VO₂máx y la velocidad de desplazamiento en un grupo de canoistas del departamento de Antioquia. Para ello se realizó un plan de entrenamiento de 8 semanas, con una dosificación de intensidad de carga entre el 70% y 90% de la Fcmáx y volúmenes comprendidos entre

⁸ Licenciado en Educación Física, Magister en Motricidad y Desarrollo Humano / Línea Entrenamiento Deportivo. Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte. Instituto Universitario de Educación Física – Universidad de Antioquia. Colombia. andercano@hotmail.es

⁹ Licenciado en Educación Física, Especialista en Entrenamiento Deportivo, Magister en Motricidad y Desarrollo Humano / Línea Entrenamiento Deportivo. Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte. Docente investigador Instituto Universitario de Educación Física – Universidad de Antioquia. Colombia. jjuanosvaldo@yahoo.es



3000 a 8000 mts. Antes y después del periodo de intervención se evaluaron las variables mencionadas. Después del análisis estadístico se pudo constatar que hubo resultados significativos en la evolución del VO_2 máx 8,98% ($p < 0.05$) y resultados muy significativos en la velocidad de desplazamiento 3,64% ($p = 0.01$), en este grupo de deportistas.

1. Introducción

El VO_2 máx y la velocidad de desplazamiento son dos aspectos que suscitan gran interés en los procesos de programación del entrenamiento en el canotaje. Su análisis permite dar cuenta de los aspectos fundamentales y secuenciales en el plan de preparación. La medición oportuna de estas dos variables informa al entrenador y al deportista sobre las adaptaciones logradas durante su estimulación, posibilitando la toma de decisiones sobre futuros objetivos y estrategias a seguir en el transcurso del proceso deportivo. El VO_2 máx representa la medida máxima del consumo de O_2 por unidad de tiempo, esforzando a la mayor capacidad al organismo en condiciones aeróbicas. Guarda una relación directa con la capacidad de trabajo mecánico del corazón (López, 2006).

La velocidad de desplazamiento es una magnitud física de carácter vectorial que expresa la distancia recorrida por un objeto por unidad de tiempo. Se representa por V . Sus dimensiones son la longitud (L) y el tiempo (T). En el sistema internacional, la unidad de medida más utilizada para la práctica deportiva son los metros sobre segundos mt/seg . Este tipo de medida hace parte del grupo de variables espacio – temporales, las cuales dan cuenta de dos aspectos básicos frente al movimiento: el primero, la variación espacial que sufre un cuerpo con



respecto al marco de referencia, cuando ocurre el desplazamiento; el segundo es el tiempo empleado en el desplazamiento (Ramón, 2009).

El método continuo intensivo es una estructura de entrenamiento para el desarrollo de la resistencia aeróbica; según Weineck (2005), es una herramienta de la planificación que permite el desarrollo de procesos sistémicos en la forma de la ordenación de los contenidos propios del desarrollo de la preparación del deportista y, en especial, sobre este componente condicional. Según Zintl (1991) este tipo de procedimientos es el más apropiado para el desarrollo de la resistencia a intensidades submáximas de VO_2 máx y consiste en la realización de un volumen de carga ininterrumpida de trabajo físico durante un período de tiempo aproximado entre 20 a 50 minutos, con intensidad de carga entre el 60% – 90% del VO_2 máx con una frecuencia cardiaca en el orden de los 140 y 190 latidos por minuto y concentración sanguínea de lactato estable entre los 4 a 6 mmol/l.

2. Metodología

La presente investigación tuvo un alcance de tipo explicativo, debido a que pretendió establecer relaciones causa-efecto sobre dos variables continuas el consumo máximo de Oxígeno (VO_2 máx, ml/kg*min) y velocidad de desplazamiento (m/seg), las cuales fueron medidas en grupos experimental y control, para determinar la evolución de las mismas. El grupo experimental desarrolló un plan de entrenamiento estructurado sobre el método continuo intensivo durante 8 semanas, divididas en dos mesociclos. El grupo control realizó el mismo tiempo de trabajo con la misma división en mesociclos, pero sin aplicación del estímulo programado de forma intencional. Con este diseño se analizó,



de manera específica, la variación que ocurre en el VO_2 máx y la velocidad de desplazamiento. Una vez concluido el período de entrenamiento, teniendo en cuenta las implicaciones que suscita este tipo de valoraciones, se realizó un diseño pretest y postest, consistentes en la medición del VO_2 máx mediante prueba de tipo incremental en rampa, en un cicloergómetro para miembros superiores; La evaluación de la velocidad de desplazamiento (m/seg) se realizó en una distancia de 1000 metros, en una canoa para un tripulante (C1), sobre una superficie de agua regular.

Las valoraciones del consumo de Oxígeno y velocidad de desplazamiento se realizaron antes de la primera semana del plan (semana 0) y después de la última semana (semana 9). En el cuadro 1 se detalla la esquematización del diseño del experimento.

Cuadro 1. Esquematización del diseño experimental.

G_1	O_1	X	O_2
G_2	O_1	---	O_2

Nota: grupo experimental (G_1), Grupo control (G_2), aplicación de tratamiento (X), ausencia del mismo (-), (O_1) Pre test, (O_2) Pos test.

2.1 Muestra

Se seleccionaron siete canoistas del departamento de Antioquia, pertenecientes a la Liga de Canotaje, con edades entre 15 y 25 años, practicantes del deporte durante al menos 3 años. Los sujetos se



seleccionaron de forma intencional debido a la especificidad de la investigación y al tamaño de la población de practicantes de esta modalidad deportiva en el departamento de Antioquia. Se asignaron 4 sujetos al grupo experimental y 3 al grupo control. Una vez conformados los grupos se informó a cada participante de las implicaciones de tipo físico que tenía este procedimiento y, en tal virtud, todos firmaron un consentimiento voluntario (Formato Liga de canotaje de Antioquia).

2.2 Procedimiento

Plan de entrenamiento

La prescripción de la carga de entrenamiento se desarrolló en un periodo de 8 semanas, dividido en dos fases de 4 semanas denominados mesociclos 1 y 2.

El **mesociclo 1**, compuesto por los micros 1 a 4. La intensidad y volumen se distribuyó así:

- 70% de la FC_{máx} 155 – 165 pul/ min, 40 – 44 paladas/min y 8000 mts de remada continua, los días miércoles.
- 80% FC_{máx} 165 a 175 pul/min, 45 a 49 ciclos de paladas/min y 6000 mts de remada continua los días viernes y domingos.

El **mesociclo 2**, compuesto por los micros 5 a 8. El contenido de la carga, intensidad y volumen, varió con respecto al primer meso. Tuvo la siguiente distribución:



70% de la FCmáx 155 – 165 pul/ min, 40 – 44 paladas/min y 8000 mts de remada continua, los días miércoles.

90% de la FCmáx 175 a 185 pul/min, 50 a 52 paladas/min y 4000 mts de remada continua, los días viernes.

90% de la FCmáx 175 a 185 pul/min, 50 a 52 paladas/min y 3000 mts los días domingos.

Cada porcentaje de frecuencia cardiaca fue extrapolado en relación a porcentajes del VO₂máx. Según López (2006), la diferencia entre el % de las FC y el % del VO₂máx es del orden del ± 8 %, siendo inferior el VO₂. En la siguiente distribución, 70%, 80% y 90% de la FCmáx es a 60%, 70% y 80% del VO₂máx. Los porcentajes correspondientes a la frecuencia cardiaca (lat/min) y frecuencia de paleo (pal/min), fueron determinados para cada deportista en la primera prueba de esfuerzo (Ergoespirometría) y de velocidad de desplazamiento en 1000 mts, efectuadas al inicio del plan, de la siguiente manera:

El porcentaje de intensidad de carga se valoró a partir del monitoreo del 100% de la FCmáx expresado en pulsaciones por minuto (lat/min), en el test incremental en rampa, con ayuda del pulsómetro. Una vez hallado el 100% de la frecuencia cardiaca máxima, se creó una escala de valores de porcentaje de FCmáx, a partir de la fórmula de Karvonen, $(FCmáx - FCrep) * \% \text{ de intensidad} - FCrep$, para valores de intensidad correspondientes al 70%, 80% y 90%.

El índice de frecuencia de paleo por minuto fue determinado en la prueba de 1000 metros. Para ello se realizaron cinco tomas de frecuencia de paleo durante la realización de la distancia, en el inicio,



250, 500,750 y 1000 metros. Se promediaron los datos dividiéndolo por el número de tomas, hallando de esta forma el 100% de paladas/minuto (pal/min). De este porcentaje se determinó el 70%, 80%, 90% de las pal/min. Una vez obtenidos los datos de la frecuencia cardiaca (F_c /min) y porcentajes de frecuencia de paleo (pal/min), se construyó una zona de intensidad de carga individual por deportista, que tuvo una variabilidad de 10 unidades en la $FC_{máx}$ y 4 unidades en las pal/min. La creación de esta zona consistió en relacionar cada porcentaje de frecuencia cardiaca con cada porcentaje de frecuencia de paleo, en ambas escalas utilizando el mismo porcentaje (70%, 80% y 90% $FC_{máx}$ vs, 70%,80% y 90%F/pal). Ver tabla 1.

Para el seguimiento de la frecuencia cardiaca por sesión de entrenamiento, a cada sujeto se le entregó un monitor marca Garmin 300 XT (Taiwán), banda ubicada al pecho para monitorear el ritmo cardiaco. El monitor fue emplazado dentro de la canoa, de tal forma que cada sujeto pudiera observar el comportamiento de su frecuencia cardiaca. Previo a cada sesión, cada monitor fue manipulado ubicando el valor de la zona o intensidad a realizar, según la carga prevista para la sesión. La frecuencia de paleo se valoró directamente por los supervisores de las sesiones (entrenadores de la liga), a través de cronómetros cuenta paladas (Mk Home base 3 - USA). A cada minuto, con ayuda de un megáfono, el entrenador informaba al participante sobre la frecuencia de paleo, animándole a aumentar, disminuir o mantener el régimen, según el caso. Antes de iniciar cada sesión, a los participantes se les informó acerca de la intensidad de la carga de entrenamiento en relación a la frecuencia cardiaca por minuto y paladas por minuto requeridas y en el cronómetro cuenta paladas se grabó la información registrada. Al finalizar la sesión, los monitores se retiraron



de cada sujeto para el análisis y valoración de la información sobre la intensidad de frecuencia cardiaca, para relacionarla con los valores de frecuencia de paladas y determinar, de esta manera, el desarrollo de la carga efectuada por cada sujeto, frente a la prescripción de la misma.

La medida que se utilizó para determinar el volumen de entrenamiento por sesión, fueron los metros, que, previamente, se relacionaron con información de tipo teórico sobre el tiempo requerido en este tipo de planes y las distancias que los canoistas podían cubrir durante este tiempo. (Zintl, 1991; Weineck, 2005)

Tabla 1. Distribución de las zonas de intensidad, en % de $VO_2\text{max}$, % $F_{cm\acute{a}x}$, índice de pul/min, pal/min y distancias.

Zona	% $VO_2\text{max}$	% $F_{cm\acute{a}x}$	# pul/min	# pal/min	Distancia/mts
1	60	70	155-165	40-44	8000
2	70	80	165-175	45-49	6000
3	80	90	175-185	50-53	4000/3000

Nota: Porcentajes del $VO_2\text{max}$, $F_{cm\acute{a}x}$ #pul= número de pulsaciones minuto y #pal= número de paladas minuto.

Consumo máximo de Oxígeno ($VO_2\text{m\acute{a}x}$)

El $VO_2\text{m\acute{a}x}$ es una medida que determina el aporte, transporte y utilización del Oxígeno en el organismo, esforzado al máximo. Esta variable se midió con una prueba de ergoespirometría, en un ciclo



ergómetro adaptado para miembros superiores marca Jaeger ER800 (Erich Jaeger/Alemania), de rango de resistencia desde 20 a 400 vatios y dispositivo de freno electromecánico, en el cual los sujetos mantuvieron una posición de pie, manos en los agarres, simulando el gesto técnico de remada en canoa. Se utilizó una máscara medidora de gases marca Jaeger para medir la composición y volúmenes de aire espirado, con un equipo Jaeger Oxicom Pro (Erich Jaeger / Alemania). El análisis de Oxígeno se basó en el principio paramagnético diferencial entre el O_2/CO_2 . El análisis de Dióxido de Carbono se basó en el principio de absorción infrarroja. La velocidad de muestreo fue similar a la del Oxígeno, con velocidades de muestreo de 100 m*s.

La prueba consistió en un test incremental en rampa, en el cual se indagó por el VO_2 máx a partir de la mayor capacidad de trabajo físico aeróbico realizado, incrementando los valores de carga de trabajo. Para ello se aumentó cada minuto la resistencia electromecánica del cicloergómetro en 10 vatios, hasta llegar al máximo esfuerzo posible e incapacidad para mantener el movimiento. Cada sujeto portó la máscara medidora de gases durante el test, para determinar el consumo de Oxígeno en valores relativos al peso y al tiempo a partir de la diferencia O_2 y CO_2 . El procedimiento realizado para cada medición fue el siguiente:

A cada sujeto se le ubicó un pulsómetro marca polar (China), banda y monitor. Al inicio de la prueba se determinó la FC de reposo durante 15 minutos de inactividad, acostado; luego, el sujeto realizó 10 minutos libres de estiramiento y movilidad articular y 4 minutos más de movimientos específicos en el cicloergómetro con carga ligera (40 Watt). Después de este periodo comenzó el incremento de carga cada



minuto, a una constante de 10 vatios x minuto. La prueba finalizó cuando el sujeto no pudo mantener el esfuerzo. Se consignó el valor anterior en vatios movilizados, la frecuencia cardiaca de esta carga y el valor de consumo de Oxígeno, en una hoja de cálculo Excel 2007 (USA).

Velocidad de desplazamiento (mts/seg)

Se evaluó con un test de 1000 metros, realizado de forma individual sobre una pista creada para tal fin. Antes de la prueba, cada sujeto realizó 20 minutos de activación, 10 min. libres de estiramiento y movilidad articular en tierra y 10 min. de calentamiento específico en el agua. A cada sujeto se le ubicó un monitor marca Garmín, modelo Forerunner 310 XT, seriales N°1014A 5, 7 , 8, 9 (Fabricado en Taiwán); banda al pecho y monitor en la canoa.

Al inicio de la prueba cada sujeto se ubicó de forma individual al extremo de un carril de canotaje de 9 metros de ancho por 1000 de largo, con boyaje de marca cada 25 metros y profundidad de lastrado de 2,50 mts, previamente construido para dicha prueba. El participante comenzó la prueba de 1000 mts a dos señales reglamentarias de canotaje, Ready y Go (manual ICF), realizando la salida enérgica y manteniendo el esfuerzo al máximo posible. La prueba finalizó al cumplir con la distancia prevista, cruzando la meta en plano sagital, última boya del carril.

La toma de tiempo y la frecuencia de paleo se realizó con un cronómetro cuenta paladas NKhome (Nielsen – Kellerman), modelo Interval 2000 (USA), serial 544787. De esta evaluación, se consignaron los siguientes datos: el tiempo realizado, la velocidad promedio de



desplazamiento y cinco índices de frecuencia de paleo, en hoja de cálculo Excel 2007 (USA).

2.3 Recolección y manejo de los datos

Consumo máximo de Oxígeno

La recolección de los datos para la variable VO_2 máx, en la prueba de esfuerzo ergoespirometría test incremental en rampa, estuvo supervisada por el personal médico adscrito al laboratorio de medicina deportiva. El grupo estuvo compuesto por tres personas, un experto en medición con más de 20 años de experiencia y dos médicos especialistas en medicina deportiva de Indeportes Antioquia. A cada sujeto valorado se le consignaron los siguientes datos: FCreposo (FCrep), Fcmáx y porcentajes de frecuencia cardiaca (FC%) en relación a la carga movilizada por minuto (Vatios/minuto), Capacidad de trabajo máximo en vatios. Cada registro fue anotado y organizado en una hoja de cálculo Excel 2007 (USA), para su posterior análisis.

Velocidad de desplazamiento

La recolección de los datos para la variable velocidad de desplazamiento en la prueba de 1000 metros, estuvo supervisada por tres técnicos de la liga de canotaje de Antioquia, con experiencia en la toma de tiempos y control de regatas de canotaje de mínimo cinco años y curso de referee canoe speed - International Canoe Federation. A cada sujeto valorado se le consignaron los datos: tiempo total, cinco tomas de frecuencia de paleo, inicio, 250, 500, 750 y 1000 metros y velocidad de desplazamiento. Cada



registro fue anotado y organizado en una hoja de cálculo Excel 2007 (USA), para su posterior análisis.

2.4 Procedimiento estadístico

Los datos obtenidos en la evaluación de las variables fueron relacionados y organizados para su análisis en un paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0. En la organización y análisis preliminar de los datos se utilizaron medidas de tendencia central media (\bar{X}), desviación estándar (SD), mínimo y máximo. Para determinar la distribución normal de los datos en cada grupo, se aplicó la prueba Shapiro-Wilk (S-W), por tratarse de una investigación con muestra inferior a 50 sujetos. Para determinar la normalidad de los grupos se aplicó la prueba t para muestras independientes, con la cual se determinó la normalidad de los grupos antes del inicio del plan, para las variables dependientes. Por último se aplicó una prueba t student para muestras relacionadas entre el pretest y posttest. A partir de los datos obtenidos se establecieron los cambios que produjo el plan de entrenamiento sobre las variables dependientes, VO_2 máx y Velocidad de desplazamiento. Sobre estos mismos datos se construyeron intervalos de confianza para establecer la variabilidad de los datos y los índices de mejora de las variables dependientes, una vez concluida la intervención.



3. Resultados

3.1 VO₂máx

El promedio del VO₂máx de G₂ (Control) fue superior que en G₁ (Experimental) en el pretest, al igual que los valores mínimo y máximo. Por el contrario, el postest evidencia cambios sobre esta variable respecto al pretest. Los valores promedio postest de G₁ mejoraron no solo en relación a los mostrados en el pretest, sino también a los valores de G₂ en el postest. G₂ desmejoró el promedio del VO₂máx con relación al pretest. Por otro lado, el porcentaje de mejoría de G₁ fue del orden de 8,98%; en contraposición, el porcentaje de pérdida de G₂ fue de -3,78% (ver Tabla 2).

El grupo experimental (G₁) presentó cambios estadísticamente significativos ($p < 0.05$) en el VO₂máx sobre estos sujetos, en relación al grupo control (G₂). El índice de esta mejoría para G₁, una vez realizada la última evaluación y por ende concluido el tratamiento después de las 8 semanas, se ubicó en 3.57 ml/kg*min (mililitros, kilogramo, minuto), variando en 7.15 ml/kg*min entre el valor mínimo y máximo. El grupo control, por otro lado, no presentó resultados estadísticamente significativos en el mismo lapso de tiempo, como tampoco mostro índice de mejoría y sus valores mínimo y máximo determinan una variabilidad negativa de - 13.33 ml/ kg*min al finalizar el experimento (ver Tabla 3).



Tabla 2. Cambios pretest vs. Postest VO₂máx grupo experimental (G₁) y control (G₂).

Grupo	Evaluación	VO ₂ máx ml/ kg* min				
		N	Mínimo	Máximo	X	Ds.
G ₁	Pretest	4	35,80	43,50	39,72	3,21
	Postest	4	42,20	44,50	43,30	1,27
G ₂	Pretest	3	41,30	49,90	44,20	4,94
	Postest	3	35,90	51	42,53	7,72

Nota: Estadísticos de tendencia central; N = muestra, 4 G₁ y 3 G₂; valores mínimo y máximo por sujetos evaluados en pre y postest, media=X y desviación Estándar =Ds; para la variable consumo máximo de Oxígeno

Tabla 3. Nivel de significancia del VO₂máx Pretest vs. Postest, grupo experimental (G₁) y Control (G₂).

Grupo	VO ₂ máx ml/kg* min				
	X pre	X post	Δ	IC	P
G ₁	39,72	43,3	3,58	0,09 – 7,24	0,04
G ₂	44,2	42,53	-1,66	10,17 - (- 6,84)	0,48

Nota: Estadística inferencial VO₂max; se construyeron los siguientes datos a partir de una prueba t para muestra relacionadas. Xpre=media pretest, Xpost =media postest, Δ= índice de mejoría. IC = intervalo de confianza, P= significancia t para muestras relacionadas



3.2 Velocidad de desplazamiento

Hubo mejoría de la velocidad de desplazamiento tanto en G_1 como en G_2 en el postest con respecto al pretest. En el pretest el promedio en la velocidad de desplazamiento en G_1 fue mayor que G_2 , al igual que los valores mínimo y máximo. La variabilidad de los datos (Ds) con respecto a la media fue muy similar, siendo G_2 el que presenta mayor alejamiento del promedio. Una vez realizada la intervención, se puede establecer que en el postest también se mejoró el promedio de la velocidad de desplazamiento en ambos grupos, en relación con la prueba inicial; además, el porcentaje de cambio de esta variable en G_1 fue de 3.64% mucho más significativo en relación a su pretest y superior a G_2 en el postest, que tuvo un aumento de 1.47%, mejor que el pretest pero inferior a G_1 , como se indicó. También hubo mejoría de los valores mínimos y máximos en los dos grupos; en G_1 ambos fueron superiores a G_2 , incluso el mínimo es mayor que el máximo. La variabilidad de los datos con respecto a la media aumentó levemente, siendo G_2 el de mayor dispersión.

Con relación al nivel de mejoría de esta variable se puede decir que el grupo G_1 presenta un valor $p= 0.01$, quiere decir esto que el plan de entrenamiento realizado a partir del método continuo intensivo produjo resultados estadísticamente muy significativos sobre la velocidad de desplazamiento con respecto a G_2 , que no presentó cambios ($P>0.05$). La tabla 5 permite ver el índice de mejoría de la variable. En ambos grupos mejoró la velocidad de desplazamiento una vez concluido el experimento, siendo está muy significativa en G_1 , y sin ninguna significancia para G_2 . El índice de mejoría (Δ), de variabilidad del IC para el caso de G_1 fue de 0.14 m/seg y 0.10 m/seg para G_2 .



Tabla 4. Cambios Pretest vs. Postest velocidad de desplazamiento.

Velocidad de desplazamiento (mts/seg)						
Grupo	Variable	N	Mínimo	Máximo	x	DS
G ₁	Pretest	4	3,44	3,73	3,57	0,15
	Postest	4	3,53	3,92	3,70	0,19
G ₂	Pretest	3	3,21	3,59	3,38	0,19
	Postest	3	3,25	3,7	3,43	0,24

Nota: estadísticos descriptivos para la velocidad de desplazamiento, G₁=grupo experimental, G₂ grupo control, N=muestra, X=promedio y Ds= desviación estándar

Tabla 5. Nivel de significancia de la velocidad de desplazamiento valores Pretest vs. Postest, grupo experimental (G₁) y Control (G₂).

Velocidad de desplazamiento m/ seg					
Grupo	X pre	X post	Δ	IC	P
G ₁	3,56	3,70	0,13	0,06 - 0,20	0.01
G ₂	3,38	3,43	0,10	0,08 - 0,18	0.26



Nota: Estadística inferencial velocidad de desplazamiento m/seg; se construyeron los siguientes datos a partir de una prueba t para muestra relacionadas; X pre=media pretest, X post =media posttest, Δ = índice de mejoría. IC = intervalo de confianza, P= significancia t para muestras relacionadas

4. Discusión

4.1 Consumo máximo de Oxígeno

Estudios consultados para esta investigación establecieron que, ciertamente, hay variaciones significativas sobre el VO_2 max durante el desarrollo de planes de entrenamiento, cambios que también ocurrieron en esta investigación y que sirven de punto de partida para la discusión que permitirá profundizar en los resultados. En primer lugar, un aspecto en el cual no hay un consenso absoluto sobre la dinámica de estos cambios, trata del tiempo ideal para provocar adaptaciones fisiológicas de tipo aeróbico, necesarias para mejorar el VO_2 max.

Por ejemplo, García & col.(2010) presentan datos significativos realizando dos tipos de periodización, una clásica de 22 semanas (11.0%) y otra concentrada de 11 semanas (8.1%) a un grupo de kayakistas de élite mundial. Los mismos investigadores realizaron otra intervención (2009), en situaciones parecidas en muestra de sujetos, en la cual determinaron los cambios ocurridos durante un periodo de 12 semanas ($p < 0.05$ - 9.4%); Wojzuk (1984), y reportaron cambios estadísticamente muy significativos ($p < 0.01$) en kayakistas juveniles Polacos en un período de entrenamiento que comprendió toda la



temporada (83–84). Datos que, aunque similares en cuanto a que existen mejorías, difieren en el tiempo de adaptación logrado.

Zintl (1991), plantea al respecto que es muy difícil ofrecer informaciones globalmente válidas en este contexto acerca de la mejoría del $VO_2\text{max}$, puesto que la variabilidad depende de la capacidad individual de adaptarse, del nivel de entrenamiento y de la envergadura de la carga de entrenamiento. Resalta además que los experimentos realizados sobre poblaciones específicas, proponen variaciones para ser determinadas en grupos específicos (atletas en formación, hipertensos, alto rendimiento). Sin embargo plantea que la resistencia de base II y III requiere una evolución de varios años, revelándose en fases de incremento y desaceleración pasajeras, debido a los procesos de adaptación biológica. Ejemplos procedentes de diferentes deportes de resistencia demuestran, según el autor, que para alcanzar niveles de rendimiento internacional se requiere de 7 a 12 años, registrándose fases de 2 a 4 años de incremento en volumen y de un año en la intensidad.

Por otro lado, la planificación del entrenamiento específico de resistencia a corto y mediano plazo resulta efectiva en tiempos de 3 a 5 semanas con 12 a 25 sesiones y de 6 a 10 semanas con 30 a 50 sesiones (Zintl, 1991:197). Wilmore & Costill (1994), afirman que los cambios más significativos ocurren entre la 4 a 6 semana, con entrenamientos de 6 a 8 veces por semana. Sobre el tipo específico de cambios a nivel funcional describen las siguientes:



a) En el músculo puede aumentar el tamaño de la fibra muscular entre el 7% a 22%, especialmente las ST (Contracción lenta - oxidativas) y FTa (Contracción rápida - oxidativas)

b) El incremento de capilares puede ser del 15%

c) La mioglobina muscular 75% a 80%

d) En las mitocondrias un aumento de su número y capacidad oxidativa, provocando de esta forma mayor aumento enzimático oxidativo, hecho directamente relacionado con la capacidad de degradar nutrientes para formar ATP

e) En enzimas oxidativas, en estudio realizado sobre nadadores durante un periodo de 27 semanas, se manifestaron aumentos progresivos de la succinato deshidrogenasa (SDH), aunque en las últimas 6 semanas el $VO_2\text{max}$ no mejoró, indicando que su desarrollo puede estar influido por las limitaciones de tipo circulatorio para el transporte de Oxígeno hacia él músculo. Otra enzima de gran aumento es la citrosintasa. Se han reportados aumentos día hasta del 25% en actividad de bajo impacto, en entrenamientos más intensos esta actividad se multiplica por un factor de 2,6.

Zintl (1991) plantea que las reacciones de tipo central, es decir, sobre el sistema cardio- respiratorio, se dan de forma significativa entre la 5 a 8 semanas, en la siguiente medida:

a) A nivel pulmonar, a partir del aumento de la superficie respiratoria, mejorando con ello la capacidad difusora alveolo - capilar para el



Oxígeno (mayor permeabilidad), ampliación de la red capilar pulmonar (mayor superficie de intercambio de gases por parte de la sangre), ensanchamiento de venas y arterias pulmonares (para afrontar a nivel del circuito pulmonar volumen minuto cardíaco), mejora de la economía respiratoria (equivalente respiratorio), mayor paso de Oxígeno hacia la sangre de una cantidad determinada de aire.

b) A nivel cardíaco, disminución de las pulsaciones en reposo y de trabajo con el mismo rendimiento, disminución de las necesidades de Oxígeno del músculo cardíaco, incremento del volumen de pulsaciones y volumen minuto cardíaco, desarrollo del corazón del deportistas (corazón para el rendimiento), hipertrofia del músculo cardíaco, aumento de su volumen, aumento de la circulación coronaria, formación de nuevos capilares y ampliación de los existentes.

c) En la sangre, incremento del volumen cardíaco (en unos 1 - 2 L), disminución del hematocrito (45% a 40%), disminución de la viscosidad por mayor aumento de líquido en el plasma frente a sustancias sólidas, incremento de la capacidad de amortiguamiento, aumento de la concentración de potasio y calcio.

d) En la circulación periférica, mejor capitalización a nivel del músculo esquelético (apertura de los capilares en reposo, incremento del segmento capilar), mejora de la distribución sanguínea intramuscular (índice de irrigación más enfocado al esfuerzo) (Zintl, 1991:56).

De todas formas, aunque existe consenso sobre las adaptaciones logradas, no parece haberlo frente al tiempo necesario de adaptación. Con base en las investigaciones y textos revisados (Zintl, 1991; López,



2006; García, 1995; Weineck, 2005), se puede establecer entre 5 a 13 semanas el rango de semanas en los cuales se dan resultados significativos sobre la variabilidad del VO_2 max. Sin embargo, tal como se ha señalado, estas modificaciones dependerán de cada sujeto.

Un aspecto en el cual parece haber acuerdo entre las investigaciones citadas consiste en que los cambios significativos en el VO_2 máx se produjeron cuando el nivel de intensidad de la carga aumentó en contraprestación a su volumen. García (2009 – 2010), reportó aumentos significativos a intensidades correspondientes al 90% del VO_2 máx ($p < 0.05$). Wojczuk (1984) reportó cambios estadísticamente muy significativos entre la preparación especial y competitiva ($p = 0.01$). Al respecto Wilmore & Costill (1994:187) plantean que, si bien la resistencia aerobia provoca cambios a nivel oxidativos, y sobre todo en las fibra musculares de contracción lenta (ST), el entrenamiento intensivo debe procurar que la velocidad metabólica de este tipo de fibra mejore, estimulando la transformación de fibras (FTb) a fibras (FTa). Este cambio refleja la mayor utilización de fibras rápidas durante ejercicios agotadores y si bien la capacidad aerobia está limitada por el transporte de Oxígeno a nivel cardiovascular, un aumento de los porcentajes de participación anaerobia supondría mejoras en el sostenimiento de la intensidad de carga en actividades de tipo aerobio.

Como aspecto que refuerza lo planteado, estos estudios establecieron que, con porcentajes menores de intensidad 70% a 80% del VO_2 máx, relativo, según López (2006) al 75% – 85% de la FC máx (Pág.477), hubo mejoría del VO_2 máx, pero a porcentajes que no reflejan cambios significativos. Un estudio que no encuentra resultados concordantes con estos cambios, fue realizado por Scott & col.(2009) y en él describieron



los cambios durante un plan de entrenamiento de 4 semanas al 70% del VO_2 máx en kayakistas juveniles de Canadá. Reportaron los siguientes resultados: hubo cambios muy significativos en el umbral anaeróbico ($p= 0.007$) pero no el VO_2 máx. Es importante resaltar que los estudios citados también presentaron aumentos estadísticamente significativos en condiciones de intensidad del umbral anaerobio, en las primeras semanas de entrenamiento. García (2009) reportó un aumento de 9.4% de VT ($p<0,05$); Wojczuk (1984) reportó mejoras significativas en el Uman (umbral anaerobio) ($p<0.05$); Kindermann (en Weineck, 2005), sitúa el Uman, en deportistas de resistencia, en torno al 80 % de la capacidad de rendimiento máxima y en torno a una frecuencia cardíaca media de 165 a 175 latidos/min.

Según Weineck (2005), este tipo de cambios informan acerca de los efectos del entrenamiento sobre el porcentaje aprovechable del VO_2 máx, para las cargas de resistencia. Este dato interesa para la práctica deportiva en la medida en que el entrenamiento puede mejorar la capacidad de VO_2 máx sólo hasta un 15-20 %, y sin embargo puede mejorar hasta un 45 % la capacidad para aprovechar un porcentaje elevado del VO_2 máx. En consecuencia, puede ocurrir perfectamente que deportistas con valores inferiores de consumo máximo de Oxígeno absoluto o relativo, desarrollen en la competición una velocidad mayor que otros sujetos con valores mayores, si los primeros poseen una capacidad de rendimiento en resistencia especialmente desarrollada y adecuada, que les permita aprovechar mejor las capacidades de rendimiento de que disponen.

Así pues, la capacidad de rendimiento en resistencia no depende sólo de la capacidad de consumo máximo de Oxígeno, determinada sobre todo



de forma endógena, sino también, y en gran medida, de la capacidad para aprovechar ésta en el grado máximo posible. Para la configuración del entrenamiento, el umbral anaeróbico y su valor correspondiente de frecuencia cardíaca, proporcionan indicios importantes sobre la intensidad de carga óptima y sobre el grado de desarrollo del estado de entrenamiento (Weineck, 2005). El presente trabajo arrojó resultados absolutos de $VO_2\text{max}$ al término de las 8 semanas de realización del plan (8.98%), sin embargo no valoró los resultados parciales ni el Uman.

Por otro lado, un propósito desde el inicio fue establecer los efectos del entrenamiento con el método continuo intensivo sobre la capacidad de trabajo. Tal como explica Weineck, este efecto no solo es observable sobre porcentajes altos de $VO_2\text{max}$, sino también en la carga movilizada a estos porcentajes cercanos al máximo. Por tal razón se ubicaron porcentajes de intensidad de carga de 75% y 85 % $FC_{\text{máx}}$ (70 % – 80% $VO_2\text{max}$), en el primer mesociclo (micros 1 a 4), y del 85 % al 95 % de la $FC_{\text{máx}}$ (80 % – 90% $VO_2\text{max}$) en el segundo mesociclo (micros 5 a 6), tratando de crear adaptaciones iniciales sobre la capacidad de trabajo, y luego aprovechar la adaptación y mejorarla con una intensidad de carga más alta.

4.2 Velocidad de desplazamiento

Los reportes de esta investigación muestran que hay resultados estadísticamente muy significativos ($P= 0.01$), en la evolución de la velocidad de desplazamiento (mts/seg) en la distancia de 1000 metros, en el desarrollo del plan de entrenamiento a partir del método continuo intensivo. Si bien no se encontraron reportes que permitan relacionar la mejoría en la velocidad de desplazamiento para la distancia de 1000



metros u otro tipo de distancias, durante la realización de un plan de entrenamiento en canotaje o deportes con características similares.

Para esta investigación, los resultados se pueden considerar como consecuencia de la mejoría del VO_2 máx y los cambios de tipo fisiológico ocurridos que influyen, no solo en la mejoría de la variable funcional, sino sobre otros aspectos de tipo condicional relacionados con la ejecución del movimiento, en factores como la eficiencia física y la capacidad coordinativa.

Desde el punto de vista condicional, la velocidad de desplazamiento en canotaje depende de la capacidad para mantener la eficiencia física sobre la ejecución del movimiento a altas tasas de utilización de energía, hecho relacionado con el desarrollo del VO_2 máx y la capacidad de aplicación de la fuerza. Al respecto López (2006) encontró que el VO_2 max depende, entre otros factores, del peso magro libre de grasa, pues a mayor masa, mejores posibilidades hay sobre la mejoría de esta medida aeróbica. Los valores, tanto del volumen sanguíneo, como del volumen sistólico en reposo y en la actividad, presentan elevada correlación con la masa magra, posibilitando mejorar la capacidad de trabajo (López, 2006:410). Quiere decir esto que la fuerza es un determinante en la capacidad para mantener un esfuerzo de tipo aeróbico a máxima intensidad, como se indicó en las conclusiones anteriores sobre esta medida. Una de sus manifestaciones especiales, la fuerza-resistencia, da cuenta de la condición para mantener una adecuada contracción muscular durante periodos de tiempo relativo, debido a que, a mayor número de fibras y coordinación muscular, mejor será la fuerza y por ende mayor la posibilidad de transferir todo el potencial funcional del organismo a acciones de tipo cinemático, como la velocidad de desplazamiento.



Sobre este aspecto, un reporte de investigación a destacar es el estudio de Yuzo & col. (2004:70), en el cual se detalla la contribución de tipo aerobio y anaerobio utilizando valoraciones de tipo bioenergético sobre distancias de 500 y 1000 metros en canotaje, en la distancia de 1000 metros. El estudio concluyó que el aporte del metabolismo aerobio esforzado a máxima intensidad en esta distancia es de $78,6 \pm 4,9 \%$ (75,3 - 81,9), hecho que determina la importancia del VO_2 máx en el tiempo que se utiliza para el cubrimiento del aporte energético en carreras sobre estas dimensiones y de la fuerza como factor necesario para mantener la presión sobre la pala.

Desde el punto de vista coordinativo, la velocidad de desplazamiento en canotaje se presenta como resultado de acciones motrices coordinadas y eficientes que estimulan el desarrollo de las capacidades condicionales, en un especie de relación dual, en la cual el desarrollo de ambas es correlativo (Hérmendez ,1993:106). Según Hirtz (en Ramón, 2011), las capacidades coordinativas tienen su base en programas motores; la velocidad, en el aprendizaje de destrezas motrices o técnicas deportivas. La velocidad de desplazamiento en canotaje está determinada por la eficiencia del ciclo de paleo y este por aspectos de tipo condicional, como el vinculado al VO_2 máx.



5. Conclusiones

La investigación estuvo orientada fundamentalmente a dos tipos de indagaciones concernientes al plan de entrenamiento y bastante sensibles en las posibilidades sobre la réplica que de este trabajo se pueda hacer en posteriores espacios deportivos propios de la práctica del canotaje.

La primera indagación tuvo que ver con la pertinencia del método continuo intensivo sobre el desarrollo del consumo máximo de Oxígeno a intensidades de carga comprendida entre el 70% y 90% de la FCmáx. Se quiso averiguar si esta carga, que guarda relación con el tipo de método continuo, permitía el desarrollo de las variables VO_2 máx ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) y la velocidad de desplazamiento (m/seg), en las condiciones de tiempo total de desarrollo del plan, que en este caso se propuso en 8 semanas, con periodos de acento específico de carga entre 48 a 72 horas.

En segunda instancia se cuestionó si el plan de entrenamiento generaba cambios estadísticamente significativos en el desarrollo del VO_2 máx y la velocidad de desplazamiento, con los contenidos de carga y duración del tratamiento mencionado. Una vez se llevó a cabo el experimento aplicando la metodología investigativa descrita; después de haber obtenido y analizado los resultados y contrastarlos con otros reportes de investigación e indagar en fuentes bibliográficas sobre el entrenamiento deportivo, se puede plantear como conclusión que:

El plan de entrenamiento estructurado sobre el método continuo intensivo, presentó cambios estadísticamente significativos en el



VO₂máx y muy significativos en la velocidad de desplazamiento en la población de sujetos canoistas valorados pertenecientes a la liga de canotaje de Antioquia

Referencias

- Alacid F (2010). Estrategia de paso y frecuencia de ciclo en piragüismo en los Juegos Olímpicos de Pekín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 38.
- Bompa T (1983). *Theory and methodology of training*. Dubuque: Kent – Kendal.
- COE Comité Olímpico Español (1993). *Piragüismo II*. Madrid: COE.
- Córdova A (1997). *La fatiga muscular el alto rendimiento deportivo*. Madrid: Síntesis.
- Forbes SC, Fuller DL, Krentz JR, Little JP, Chilibeck PD (2009). Anthropometric and Physiological Predictors of Flat-water 1000 m. *International Journal of Exercise Science*, 2(2):106-14.
- Froelicher H (1974). *A comparison of the reproducibility and physiologic response to three maximal tread mill exercises protocol*. Texas, USA: Clinical Sciences Division, USAF School of Aerospace Medicine, Brooks Air Force Base.
- García J, Sanchez L, Carrasco L, Diaz A, Izquierdo M (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *Eur J Appl Physiol*, 106(4):629-38



- García J, García M, Sánchez L, Izquierdo M (2010). Performance changes in world - class kayakers following two different training periodization models. *Eur J Appl Physiol*, 110(1):99-107 .
- García J (1995). *Planificación del entrenamiento*. Madrid: Gymnos.
- González J (2004). *Curso Universitario de especialista en alto rendimiento módulo 3*. Madrid: COE - Universidad de Castilla La Mancha.
- Gorostiaga E (2004). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza aplicada al alto rendimiento. Texto básico master alto rendimiento*. Madrid, España: COE Universidad de Madrid.
- Granda Y (2004). *Análisis biomecánico de la técnica de paleo de Ledi Frank Balceiro en competencias de canotaje*. Matanzas Cuba: Universidad Camilo Cienfuegos.
- Henritze JA, Weltman A, Schurrer RL, Barlow K (1985). Effects of training at and above the lactate threshold and maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 54(1):84-8.
- Hernández S (1991). *Piragüismo I*. Madrid: Real Federación Española de Piragüismo.
- Hernández T (1993). *Piragüismo I*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Hosley M, Matthews PR, Hameister BG (1995). Attitudes of college students toward study abroad: implications for disability service providers. *Journal on Postsecondary Education and Disability*, 13(2).
- López J (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ª ed.). Madrid: Panamericana.
- Navarro VF (2004). *Curso universitario de especialista en alto rendimiento*. Toledo: Comité Olímpico Español, Universidad de Castilla La Mancha.
- Ozolin N. (1970). *Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo*. Moscú: Progreso.



- Ramón G (2009). *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento*. Medellín, Colombia: Funámbulos.
- Timothy PS (1999). Effects of 4-wk training using Vmax/Tmax on O₂max and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(6):892-6.
- Weineck J (2005). *Entrenamiento total*. Madrid: Paidotribo.
- William S (1985). *Nutrición. Conceptos básicos y aplicaciones*. México DF: Mc Graw - Hill.
- Wilmore JH, Costill DL (1994). *Fisiología del esfuerzo y del deporte (5ª ed.)*. Madrid: Paidotribo.
- Wojczuk J (1984). Effects of training on specific work capacity in a group of junior kayakers. *Biology of Sport*, 1(3/4): 209-20.
- Yuzo F, Oliveira T, Rodrigo O, Serpeloni E, Kokubun E (2009). Estimativa do custo energético e contribuição das. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(2):60-76.
- Zintl F (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Madrid: Paidotribo.