

Article

# Efectos de Diez Semanas de Entrenamiento con Periodización en Bloques y Periodización Inversa sobre el Rendimiento en Natación y la Composición Corporal de Nadadoras Moderadamente Entrenadas

J.J. Arroyo-Toledo, V.J. Clemente y J.M. González-Ravé

*Laboratory of Sport Training, Faculty of Sport Sciences. University of Castilla-La Mancha. Toledo, Spain*

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el cambio en los tiempos de competición de una prueba de natación de 100m crol de frente (t100c) y en los parámetros de composición corporal, después de una evaluación de 10 semanas realizada con veinte nadadoras moderadamente entrenadas, que fueron divididas en dos grupos de entrenamiento:- Periodización en Bloque (BP) y Periodización inversa (RP). Los dos grupos trabajaron idénticamente en términos de volumen e intensidad pero con diferentes protocolos de entrenamiento. El grupo BP comenzó sus programas de entrenamiento realizando entrenamiento aeróbico en las semanas 1 a 4 y luego en las semanas 5 a 8 el entrenamiento cambió a entrenamiento intervalado de alta intensidad. El grupo RP comenzó con un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad en las semanas 1 a 4 y en las semanas 5 a 8 cambió a entrenamiento aeróbico. Ambos grupos realizaron programas idénticos de reducción de entrenamiento (puesta a punto) durante las semanas 9 y 10. Las evaluaciones se realizaron antes de comenzar el programa (T1), en la 4ª semana después de comenzar el entrenamiento de natación (T2), en la 8ª semana (T3) y en la 10ª semana (T4). Los resultados muestran que el grupo RP presentó una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) en el t100c, después de 10 semanas de entrenamiento y el grupo BP presentó una disminución ( $p < 0,05$ ) significativa en los valores de composición corporal. De acuerdo con los resultados, concluimos que RP produce resultados exitosos en el rendimiento de la competencia y BP es la opción preferida para mejorar los valores de composición corporal en nadadoras moderadamente entrenadas.

## INTRODUCCION

---

La periodización del entrenamiento es un proceso que incluye variaciones en el volumen, intensidad y frecuencia de entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo de los atletas (Matveyev, 1977; Rhea et al. 2003; Prestes et al. 2009). Una meta de los programas de periodización es optimizar el entrenamiento tanto en los períodos de entrenamiento cortos como en los períodos de entrenamiento largos (ej., semanas, meses, años). La mayoría de los entrenadores y atletas, en los distintos niveles desde principiantes a deportistas de élite, emplean frecuentemente los programas de periodización con el fin de aumentar al máximo el rendimiento, a través de relaciones adecuadas entre estrés/recuperación

Un programa tradicional de periodización normalmente comienza realizando entrenamiento aeróbico en un período de preparación y luego altera gradualmente la preparación reduciendo el volumen y aumentando la intensidad hacia un período de competición. Este programa a menudo finaliza con un período de puesta a punto de reducción del volumen antes de la competencia principal tal como lo explica Mujika, (2010). En el entrenamiento de algunos deportes, se han sugerido modelos diferentes de periodización en los cuales las cargas de entrenamiento se concentran en períodos de tiempo cortos, con el fin de aumentar el número de picos de máximo rendimientos por año siguiendo la misma progresión; primero un período de entrenamiento aeróbico, seguido por un período de intensidad. Los ejemplos de este entrenamiento incluyen el Sistema de Entrenamiento en Bloque de Verkhosansky, (1999) y Periodización en Bloque (BP) de Issurin, (2010). Debido a que los tres períodos han sido designados Acumulación-Transformación-Realización; este programa de periodización se denomina ATR.

La periodización inversa (RP) introdujo un paradigma completamente opuesto a la tendencia de la carga de entrenamiento programada por los programas de periodización tradicionales. Ambos programas (BP y RP) a menudo concluyen con un período de puesta a punto con reducción en el volumen antes de la competencia principal (Bosquet et al. 2007; Mujika, 2010). RP se estudió en entrenamiento de la fuerza, y comienza con alta intensidad/bajo volumen y luego gradualmente se aumenta el volumen y se reduce la intensidad. En concreto, el RP se estudió en el entrenamiento con pesos (Rhea et al. 2003; Prestes et al. 2009), pero hasta la fecha ha sido poco estudiado en el contexto del entrenamiento de natación (Arroyo-Toledo y González-Ravé, 2011; Arroyo-Toledo, 2011).

Estos procesos de periodización están acompañados por cambios en la composición corporal, por ejemplo en un reciente estudio que incluyó a 47 mujeres desentrenadas de 14-19 años de edad, el grupo que realizó entrenamiento de natación con dos sesiones por semana de 45 minutos de intensidad moderadamente baja durante 14 semanas; al final del estudio las participantes redujeron significativamente la masa grasa corporal en más de 8% mientras que aumentaron significativamente la capacidad de resistencia aeróbica (Sideraviciūte et al. 2006). En algunos casos, las medidas antropométricas pueden estar relacionadas con el rendimiento (Siders et al. 1993), pero en un estudio previo se concluyó que la masa magra corporal influiría en el rendimiento de natación, mientras que la adiposidad corporal sería relativamente insignificante (Stager et al. 1984).

Sin embargo, no se ha realizado ningún estudio previo que compare los efectos de estas dos diferentes tendencias de entrenamiento, periodización en bloque y periodización inversa en nadadoras moderadamente entrenadas.

## METODOS

---

El objetivo principal de esta investigación fue comparar cómo la organización de BP y RP, afecta las mejoras en el rendimiento de natación en nadadoras moderadamente entrenadas. El objetivo secundario fue examinar si los cambios en el volumen e intensidad afectan los valores de composición corporal.

En ambos grupos se controló el volumen y la intensidad a lo largo del programa de entrenamiento para evitar atribuir cualquier resultado a diferencias en la periodización. De manera similar, todas las participantes recibieron información nutricional y se les solicitó que evitaran consumir suplementos nutricionales durante el transcurso del estudio. Se realizó un control de la actividad física realizada fuera del programa de entrenamiento.

### Participantes

Las participantes fueron seleccionadas de acuerdo con el siguiente criterio: edad entre 14 y 18 años; un mínimo de 4 años y un máximo de 6 años de experiencia previa en entrenamiento de natación y no realizar práctica más de tres sesiones por semana antes del comienzo del estudio; las participantes no informaron ninguna característica que pudiera impedir su participación en entrenamiento de natación de alta intensidad. Esto proporcionó un total de veinte nadadoras con un nivel de entrenamiento en competencias moderado ( $16,1 \pm 1,0$  años,  $166,4 \pm 3,5$  cm,  $57,3 \pm 5,7$  kg) divididas en dos grupos;

periodización tradicional (BP) y periodización inversa (RP) con el objetivo principal de prepararse durante un período de 10 semanas para lograr su mejor rendimiento en 100m crol y se las evaluó cuatro veces durante el estudio. Los análisis estadísticos demostraron una distribución Gaussiana, y no se observó ninguna diferencia significativa al inicio (línea de base) en el rendimiento de natación ni en la composición corporal (Tabla 1). Cada participante y sus padres recibieron información de todos los posibles riesgos antes de la investigación, y firmaron un documento de consentimiento informado de que fue aceptado por el Comité de Ética de la Universidad de Castilla Mancha. Todos los procedimientos cumplieron con las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte.

<b>Variables</b>	<b>BP</b>	<b>RP</b>
Edad(y)	16,3 ±1,1	15,6 ±1,0
Talla (cm)	166 ±2,0	164 ±3,6
Masa Corporal (kg)	59,7 ±7,1	53,4 ±2,9
Índice de masa corporal	25,1 ±1,8	24,5 ±1,1
Rendimiento en natación (s)	64,7 ± 1,3	70,5 ±2,1

**Tabla 1.** Características de las participantes obtenidas al inicio del estudio

BP= Grupo de periodización en bloque (n=10); RP = grupo de periodización inversa (n=10). Cada columna muestra los datos de la evaluación inicial (línea de base) de cada grupo. Los valores se expresan en forma de Media ± Error estándar de la media (p <0,05).

## Protocolos de evaluación

Todas las participantes realizaron una familiarización con las diferentes pruebas y las herramientas de valoración, 2 días antes de la primera prueba y al principio del estudio. Se realizaron los siguientes tests.

### Evaluación de la Composición Corporal

Para evaluar la composición corporal y otros parámetros corporales utilizamos un analizador de bioimpedancia multifrecuencia con segmentación (InBody 720, Biospace Co. S.A, Seoul, Corea del Sur). El analizador de la composición corporal "InBody 720" es un pletismógrafo de impedancia de múltiples frecuencias que realiza las lecturas en el cuerpo utilizando un método con un electrodo táctil de 8 puntos y mide la resistencia en 5 frecuencias específicas (1, 50, 250, 500 kHz y 1 MHz) y la reactancia en 3 frecuencias específicas (5, 50, y 250 kHz) en cada uno de 5 segmentos (brazo derecho, brazo izquierdo, tronco, pierna derecha y pierna izquierda). Se solicitó a las participantes que no realizaran ningún tipo de actividad física durante 24 horas antes de realizar las pruebas. También se les solicitó que no consumieran alimentos durante 4 horas antes del análisis para mantener un buen estado de hidratación y luego, 30 minutos antes de comenzar las pruebas, se les solicitó que no bebieran nada, no orinaran y tampoco defecaran. Las participantes se colocaron de pie descalzas en una posición erguida sobre los electrodos situados en la plataforma del instrumento; los brazos y las piernas fueron colocados manteniendo una amplia separación entre ellos. Se usaron cuatro electrodos para pies (2 electrodos ovalados y 2 electrodos con forma de talón), y se solicitó a las participantes que sujetaran los 2 electrodos para las palmas y dedos pulgares (2 electrodos para pulgares y 2 para las palmas por atleta). Esto fue realizado con las participantes descalzas y sin exceso de ropa. La piel y los electrodos fueron limpiados y secados antes de las determinaciones.

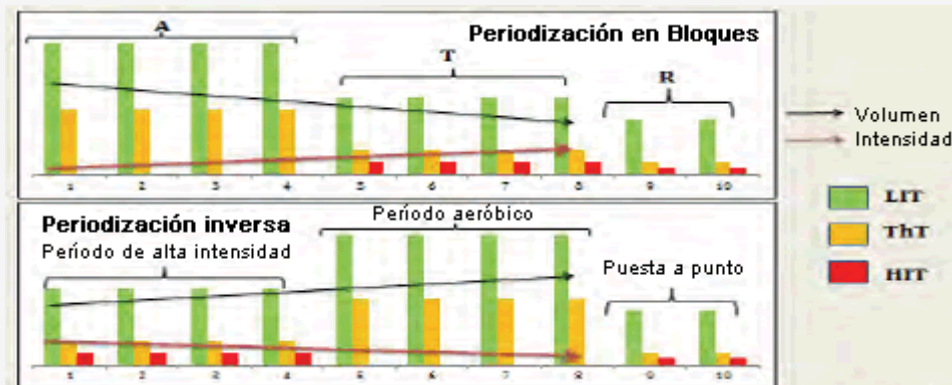
También se tuvo en cuenta la fase del ciclo menstrual de las participantes y todas las pruebas se realizaron durante la fase estrogénica. La talla/el peso corporal se midió con una balanza comercial. Se registraron los determinados parámetros como masa magra (FFM), masa grasa (FM) y porcentaje de grasa corporal (BF%). Los datos fueron exportados electrónicamente a Excel utilizando el software Lookin Body 3.0. El sistema fue calibrado antes de cada sesión de evaluación. Después de realizar la evaluación de composición corporal de todas las participantes, se realizó el siguiente test para obtener los datos de rendimiento de natación.

### Test de rendimiento

El test consistió en nadar 100m de estilo crol con esfuerzo máximo. En cada test, se solicitó a las nadadoras que realizaran una entrada en calor de 600m y descansaran entre 5 y 7 minutos antes de comenzar el test. Los tiempos de natación fueron registrados por tres observadores independientes con tres cronómetros diferentes (Geonaute Trt'L 900, China). La prueba también fue grabada en video con una cámara digital JVC GR-D740 Japón siguiendo el protocolo del Instituto Australiano de Deportes (Arellano et al. 1994). La frecuencia de brazada se registró en cada nadadora durante la carrera con un registrador de brazadas Pool-Mate PMO3, China. Se obtuvieron los siguientes datos: tiempo en 100m crol (t100c), cantidad total de brazadas necesarias para cubrir la distancia de 100m (TS) y longitud de la brazada (SL).

## Protocolos de entrenamiento y evaluación

Las participantes comenzaron el estudio luego de cuatro semanas sin entrenamiento. Ambos grupos utilizaron los mismos volúmenes e intensidades de entrenamiento pero con diferentes modelos de periodización. El grupo BP empezó su programa de entrenamiento con un período aeróbico (Acumulación) que incluía entrenamiento de intensidad baja (LIT) y entrenamiento umbral (ThT) durante las semanas 1 a 4 completando 12 km por semana y luego cambió al período de intensidad (Transformación); entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT) y (ThT) en las semanas 5 a 8 hasta completar 7 km por semana en este segundo meso-ciclo. El grupo RP comenzó su programa con HIT y ThT (Período de alta intensidad) durante las semanas 1 a 4 y luego cambió el programa de entrenamiento a LIT y ThT (Período Aeróbico) durante las semanas 5 a 8. Ambos grupos realizaron programas idénticos de reducción de entrenamiento, HIT y LIT de 5k por semana durante las semanas 9 y 10, llamados realización en caso de BP y puesta a punto en RP (Figura 1).



**Figura 1.** Tendencia de las distribuciones de carga. Representada por el volumen semanal total en cada período; A = Acumulación; T= transformación; R= Realización; LIT=entrenamiento de baja intensidad; ThT= entrenamiento en el umbral aeróbico; HIT = entrenamiento intervalado de alta intensidad.

Las participantes entrenaron cinco días por semana, tres sesiones de entrenamiento como objetivo principal del período y dos sesiones de entrenamiento regenerador complementario; los entrenamientos diarios fueron de 60 minutos o menos por sesión. Las evaluaciones se realizaron antes del inicio del programa (línea de base) (T1), a las 4 semanas después del inicio del entrenamiento de natación (T2), a las 8 semanas (T3) y a las 10 semanas (T4). Se necesitaron tres zonas de entrenamiento para controlar y cuantificar el volumen y la intensidad del entrenamiento (Laursen, 2010; Seiler, 2010), Zona 1=LIT <2mM/L. Zona 2 = ThT 3~4mM/L y Zona 3=HIT>4mM/L (Tabla 2).

Grupo	Semanas 1-4	Semanas 5-8	Semanas 9-10
BP	3/s LIT (5x400m) 2/s ThT (5x200m)	3/s HIT (16x25m) 2/s ThT (6x200m)	3/s LIT(3x400m) 1/s ThT(3x200m) 1/s HIT(8x25m)
	Acumulación 12km/semana	Transformación 7km/semana	Finalización 5km/semana
RP	3/s HIT (16x25m) 2/s ThT (6x200m)	3/s LIT (5x400m) 2/s ThT (5x200m)	3/s LIT (3x400m) 1/s ThT (3x200m) 1/s HIT (8x25m)
	Período de intensidad 7km/semana	Período Aeróbico 12km/semana	Puesta a punto 5km/semana
Tests	T1 T2	T3	T4

**Tabla 2.** Distribución de los entrenamientos y tests. BP=Periodización en bloque; RP=Periodización inversa; /s=sesiones por semana; LIT= entrenamiento de baja intensidad; ThT=entrenamiento en el umbral; HIT=entrenamiento intervalado de alta intensidad; T1=evaluación realizada al inicio del estudio; T2=evaluación realizada después de 4 semanas de entrenamiento; T3 = evaluación realizada después de 8 semanas de entrenamiento; T4=evaluación realizada después de 10 semanas de entrenamiento.

## Análisis estadísticos

Los registros son presentados con valores promedio y desviación estándar  $\pm$  (SD). La normalidad de datos se corroboró mediante el test de Shapiro-Wilk. Todas las variables presentaron distribución normal y homocedasticidad, y los datos fueron analizados mediante un análisis de la varianza para medidas repetidas (ANOVA) con factor de corrección post hoc (Tukey's). El nivel de significancia se fijó en  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Los resultados después de 10 semanas de entrenamiento demuestran cómo el grupo RP presentó una disminución significativa en el t100c ( $p < 0,05$ ). En T2 el grupo RP presentó un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en la cantidad total de brazadas al tiempo que presentó una reducción significativa ( $p < 0,05$ ) en la longitud de la brazada. El resto de los parámetros de valoración de rendimiento en natación no cambiaron significativamente en cada grupo.

Por otra parte, los datos de composición corporal muestran cómo el grupo BP aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) la masa magra en T2 y T4, y redujo significativamente ( $p < 0,05$ ) los valores de masa grasa y porcentaje de grasa corporal desde T2 a T4. El grupo de RP no presentó cambios significativos en los valores de composición corporal.

Grupo		BP	RP	Composición Corporal		BP	RP
Rendimiento en Natación				Composición Corporal			
t100c (s)	T1	65,5 $\pm$ 2,2	70,5 $\pm$ 2,1	FFM(kg)	T1	26,4 $\pm$ 0,9	24,3 $\pm$ 0,5
	T2	65,2 $\pm$ 1,8	67,6 $\pm$ 1,4*		T2	27,4 $\pm$ 0,7*	24,5 $\pm$ 0,5
	T3	65,2 $\pm$ 2,0	69,9 $\pm$ 1,2		T3	26,6 $\pm$ 0,9	24,5 $\pm$ 0,5
	T4	64,7 $\pm$ 1,3	67,1 $\pm$ 1,3*		T4	27,0 $\pm$ 0,9*	24,7 $\pm$ 0,6
% de cambio	T1-T4	$\downarrow$ 1,2	$\downarrow$ 5,0	% de cambio	T1-T4	$\uparrow$ 2,2	$\uparrow$ 1,6
TS(ST100m)	T1	79,0 $\pm$ 2,8	94,2 $\pm$ 2,9	FM (kg)	T1	16,2 $\pm$ 2,2	10,6 $\pm$ 1,3
	T2	77,7 $\pm$ 3,9	98,7 $\pm$ 3,3*		T2	14,6 $\pm$ 1,3*	11,1 $\pm$ 1,2
	T3	77,5 $\pm$ 3,8	97,5 $\pm$ 5,2		T3	14,9 $\pm$ 1,5*	11,3 $\pm$ 1,1
	T4	77,0 $\pm$ 4,0	97,5 $\pm$ 3,0		T4	14,2 $\pm$ 1,8*	10,8 $\pm$ 1,2
% de cambio	T1-T4	$\downarrow$ 2,5	$\uparrow$ 3,5	% de cambio	T1-T4	$\downarrow$ 14,0	$\uparrow$ 1,8
SL (m/brazada)	T1	1,20 $\pm$ 0,04	1,02 $\pm$ 0,02	BF%	T1	28,4 $\pm$ 0,5	19,2 $\pm$ 1,9
	T2	1,27 $\pm$ 0,07	0,95 $\pm$ 0,02*		T2	22,7 $\pm$ 2,2*	19,8 $\pm$ 1,7
	T3	1,27 $\pm$ 0,07	0,97 $\pm$ 0,04		T3	26,0 $\pm$ 1,4*	20,1 $\pm$ 1,6
	T4	1,27 $\pm$ 0,08	0,97 $\pm$ 0,02		T4	25,1 $\pm$ 2,4*	19,2 $\pm$ 1,7
% de cambio	T1-T4	$\uparrow$ 5,8	$\downarrow$ 5,1	% de cambio	T1-T4	$\downarrow$ 13,1	=

**Tabla 3.** Resultados luego de las 10 semanas de entrenamiento. BP=periodización en bloque; RP=Periodización inversa; t100c= tiempo en 100m crol (s); TS=cantidad total de brazadas; SL=longitud de la brazada (m/brazada); FFM=masa magra (kg); FM=masa grasa (kg); BF%=porcentaje de grasa corporal (%); T1=evaluación realizada al inicio del estudio; T2=evaluación realizada después de 4 semanas de entrenamiento; T3=evaluación realizada después de 8 semanas de entrenamiento; T4=evaluación realizada después de 10 semanas de entrenamiento. Los valores se expresan en forma de media  $\pm$  error estándar de la media. \* =  $p < 0,05$  versus T1

## DISCUSION

El objetivo de esta investigación fue comparar cómo la organización en BP y RP, afecta las mejoras en el rendimiento de nado, en nadadoras moderadamente entrenadas después de 10 semanas de entrenamiento. Los resultados obtenidos demuestran cómo las diferentes distribuciones de volumen e intensidad de entrenamiento producen diferentes efectos en los rendimientos de nado (100m crol) y en la composición corporal. Según nuestros conocimientos éste es el primer estudio que compara BP y RP en el entrenamiento de natación. De manera similar a lo encontrado en estudios previos sobre entrenamiento de fuerza (Rhea et al. 2003; Prestes et al. 2009], el estudio presente confirma la diferente efectividad de estos dos modelos de periodización, RP y BP, para aumentar el rendimiento y mejorar los valores de composición corporal.

## **Rendimiento en 100m crol**

Durante el estudio, los grupos incluidos en esta investigación no recibieron información sobre los valores obtenidos en cada prueba, excepto sus tiempos personales en los 100m. Esto se realizó para evitar alteraciones involuntarias en la técnica de nado. Analizando los datos de rendimiento de los nadadores en t100c entre T1 y T4, podemos ver que el grupo RP logró reducir significativamente ( $p < 0,05$ ) un 5,0% el tiempo para completar esta distancia. El BP redujo el tiempo 1,2% con respecto a los valores obtenidos al inicio del estudio. Los resultados en el t100c y en las variables de la brazada demuestran que al final del estudio los resultados de ambos grupos estuvieron muy influenciados por el primer período de entrenamiento.

El grupo BP comenzó su programa con entrenamiento aeróbico. Las mejoras más importantes producidas por el entrenamiento aeróbico, en el cual se combina entrenamiento de baja intensidad con entrenamiento entre umbrales ventilatorios, se observa entre las cuatro a seis semanas después de aumentar el volumen de entrenamiento (Ryan et al. 1990); estas mejoras son evidentes en la economía del movimiento (longitud por brazada) y coinciden con el umbral aeróbico considerado entre 2~4mM/l y con el reclutamiento limitado de fibras musculares de contracción rápida (Maglischo, 2011), pero frecuentemente los programas de entrenamiento tradicionales basados en el volumen de entrenamiento aeróbico, que gastan de 6 a 11 meses por año no producen ninguna mejora significativa en la competencia (Kame. 1990; Ryan et al. 1990; Costill et al. 1991; Wakayoshi et al. 1993).

El RP comenzó el estudio con entrenamiento intervalado de alta intensidad, este tipo de carga de trabajo es el entrenamiento recomendado para mejorar las funciones metabólicas aeróbicas y anaeróbicas, así como la capacidad buffer del músculo y la tolerancia al lactato, tal como ha sido explicado por Maglischo (Maglischo, 2011). Estudios previos que concuerdan con lo obtenido en esta investigación demostraron que el entrenamiento intervalado de alta intensidad puede ser entrenado desde el comienzo del ciclo de una preparación y la asimilación se produce en menos tiempo que un período aeróbico de entrenamiento de alto volumen (Faude et al. 2008; Sperlich et al. 2010).

En el entrenamiento intervalado de alta intensidad, la primera fase de adaptación es una reorganización neural de recursos físicos que se traduce en aumentos en la velocidad de movimiento en la actividad de entrenamiento. Esta "reorganización" se interpreta en el cerebro y en las fibras musculares como un nuevo patrón de movimiento. Algunos estudios explican cómo estas mejoras provienen de adaptaciones del sistema nervioso durante entrenamiento de velocidad-fuerza similares al entrenamiento intervalado de alta intensidad. Estas mejoras que ocurren tanto en la transmisión desde el sistema nervioso central como en las respuestas de tipo reflejo a nivel de la médula espinal, con un aumento en la activación del músculo agonista y relajación del músculo antagonista (Abernethy, 2005; Maglischo, 2011), podrían explicar los aumentos en el número total de brazadas y pueden proporcionar una opción para entrenar y mantener la frecuencia de brazada óptima al final de las carreras, algo especialmente necesario en carreras de esprint de 200m o menos (Arellano et al. 1994; Termin y Pendergast, 2000).

Las carreras de natación de élite de 200m o menos, se realizan en menos de dos minutos, no obstante los programas tradicionales destinan 12 o 18 horas por semana a nadar con volúmenes de entrenamiento excesivos, y más del 75% de este volumen transcurre bajo los umbrales láctico y aeróbico (Laursen, 2010.; Seiler, 2010). Algunos expertos creen que, esta baja intensidad de entrenamiento es la debilidad principal que provoca reducciones extremas en la frecuencia de brazada (Costill et al. 1991; Arellano et al. 1994; Termin y Pendergast, 2000). Estudios recientes han obtenido resultados similares a este estudio en los cuales el entrenamiento basado en grandes volúmenes de trabajo no son más beneficiosos que los programas de entrenamiento de alta intensidad (Faude et al. 2008; Sperlich et al. 2010).

Uno de los objetivos del entrenamiento aeróbico es mejorar el índice de eficiencia de nado. Otros objetivos son la reducción de las concentraciones de lactato y también la inducción del aclaramiento de lactato (Kame et al. 1990; Ryan et al. 1990; Costill et al. 1991; Wakayoshi et al. 1993); por lo tanto planteamos la hipótesis que una buena estrategia para entrenar esprinters con un nivel de entrenamiento de competición relativo, sería primero entrenar series de velocidad y producir lactato antes de realizar los entrenamientos entre umbrales ventilatorios (Arroyo-Toledo y González-Ravé, 2011; Arroyo-Toledo, 2011) con el fin de mejorar la capacidad buffer del músculo y la tolerancia al lactato, manteniendo simultáneamente el índice de eficacia de nado.

## **Cantidad total de brazadas y longitud de la brazada.**

El programa de inicio de BP durante este tiempo mejoró la longitud de la brazada, cuando el grupo realizó los períodos de entrenamiento de intensidad y de puesta a punto; se observó una variación en los valores de brazada pero no aumentó significativamente el número total de brazadas. El entrenamiento de baja intensidad con brazadas lentas ha demostrado ser muy útil para la economía de nado para distancias largas, pero algunos estudios apoyan la idea de que esto es una de las debilidades principales para las distancias de natación competitivas de 200m y menos (Costill et al. 1991; Arellano et al. 1994; Termin y Pendergast, 2000). Nosotros confirmamos en el estudio presente que este grupo mejoró los valores de

brazadas durante el período de entrenamiento intenso y durante el período de puesta a punto, pero las mejoras no fueron significativas.

El grupo de RP comenzó su programa aumentando el total de brazadas (4,7%) y disminuyendo la longitud de la brazada (7,3%) modificando significativamente ( $p < 0,05$ ) ambos valores durante este período, lo que significa que este grupo disminuyó su índice de eficiencia en T2; en el segundo período de entrenamiento, cuando el período aumentó el volumen y después del período de puesta a punto, este grupo presentó una mejora en el índice de eficiencia de nado y un aumento no significativo en la frecuencia brazada. El efecto mostró una diferencia importante pero no significativa entre los grupos en la longitud de la brazada.

Los estudios realizados en natación de alto rendimiento demuestran la necesidad de una elevada frecuencia de brazada para mantener una eficacia alta, especialmente al final de las carreras de esprint (Costill et al. 1991; Arellano et al. 1994; Termin y Pendergast, 2000). Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados de investigaciones anteriores basadas en el entrenamiento intervalado de alta intensidad, el aumento de 5,0% del grupo RP en t100c es mayor que el valor obtenido en los estudios citados, por ejemplo 3,4% obtenidos por Toussaint y Vervoorn (1990) para el mismo período de entrenamiento (10 semanas). Estos valores también fueron superiores al 2% observado en el primero de los cuatro años de un estudio realizado por Termin y Pendergast (2000), con nadadores de alto nivel. En todos los casos, las mejoras obtenidas en esta investigación son superiores (2~4%) a los aumentos sugeridos por Laursen, (2010). Pero todos estos informes fueron realizados utilizando entrenamiento tradicional lo que significa que se realizó entrenamiento intervalado de alta intensidad después de los períodos aeróbicos de entrenamiento; otro hallazgo importante de la presente investigación fue: las mejoras en el t100c (entre T1 y T2, 4,2% y entre T3 y T4, 4,1%) son muy similares en ambos períodos cuando el entrenamiento intervalado de alta intensidad fue realizado en el programa de periodización, y coincide con el 4% de las notas de Laursen (2010). Creemos que estas mejoras extraordinarias pueden deberse a la inclusión del entrenamiento intervalado de alta intensidad ya que las mejores adaptaciones se producen durante el primer período del programa cuando los sujetos no están fatigados. Esto fue diferente del grupo BP que realizaron el entrenamiento intervalado de alta intensidad luego de haber estado sometidos al estrés del período aeróbico.

Más aún, estos elevados aumentos pueden ser atribuidos a la falta de experiencia de las participantes, lo que coincidiría con los resultados de Ebben et al. (2004) quienes demostraron cómo un tipo de entrenamiento similar a la periodización inversa (carga del paso inverso) es una mejor opción para mejorar el rendimiento deportivo en atletas relativamente desentrenados.

### **Período de puesta a punto**

Los resultados entre T3 y T4 obtenidos en los dos grupos durante la puesta a punto fueron similares a los resultados informados por Rinehardt et al. (2000). Nuestros resultados obtenidos en el grupo BP también coinciden con lo observado por Hopper et al. (1998), es decir, los nadadores en ambos estudios mejoraron su distancia por brazada sin que se observaran diferencias significativas luego de la reducción de la carga de trabajo, cuando se los evaluó en 100m crol frontal. Los resultados obtenidos durante la puesta a punto son considerablemente más bajos que los valores de 2~3% obtenidos en diferentes deportes, triatlón, carrera y natación en comparación con los datos publicados en el meta-análisis de Bosquet et al. (2007). Sin embargo, la mayoría de estos resultados fueron obtenidos en carreras de resistencia (mayores a 10 minutos) e involucran volúmenes de entrenamiento altos para las competencias de larga distancia. En nuestro estudio los volúmenes de entrenamiento fueron adaptados para una carrera con esprint de aproximadamente 1 minuto, y el estudio fue realizado con nadadoras moderadamente entrenadas.

La mayoría de programas de entrenamiento de natación basados en un alto volumen de carga de trabajo esperan obtener mejoras después del período de puesta a punto. Nuestro estudio y los estudios anteriores, muestran que el volumen aeróbico de entrenamiento no siempre produce mayores rendimientos competitivos después de reducir el período de carga de trabajo (Hopper et al. 1998; Rinehardt et al. 2000; Bosquet et al. 2007).

### **Composición corporal**

Después de 10 semanas de entrenamiento de natación, el grupo de BP obtuvo resultados mejores en todos los parámetros de composición corporal. En este grupo la gran disminución en la masa grasa y adiposidad corporal podría deberse principalmente a los mayores valores en comparación con los valores obtenidos al inicio. A pesar de esta distribución de carga de trabajo en la cual el primer período se centró en entrenamiento aeróbico, seguido por el segundo que se enfocó en entrenamiento de alta intensidad, este protocolo sería más efectivo para reducir la masa grasa en nadadores jóvenes, que el modelo de la distribución propuesta en RP. Los valores obtenidos en la reducción de adiposidad en el grupo BP en este estudio son más altos (14,0 contra 8,4%) que los valores presentados por Sideraviciute et al. (2006). Esto podría atribuirse a la inclusión del entrenamiento intervalado de alta intensidad en este grupo (BP) y al hecho de entrenar cinco

sesiones por semana. Esto fue diferente a lo realizado en el estudio de Sideraviciute et al. (2006) en el cual entrenaron dos veces por semana, con un ritmo de entrenamiento aeróbico moderado.

En cuanto a los valores de masa magra, ambos métodos produjeron resultados finales similares, aunque BP produjo una ganancia de porcentaje mayor que RP (2,2% contra 1,6%), algo similar a lo observado en el estudio de Prestes et al. (2009) quienes demostraron que la periodización tradicional del entrenamiento es una mejor opción que la periodización inversa para mejorar los valores de composición corporal. Es necesario señalar que ninguno de los dos grupos estudiados alcanzó resultados más altos (7,8%) en las variables asociadas a la masa magra en comparación con lo obtenido en el estudio de Prestes. Esto probablemente se debió a las diferencias entre estas dos actividades deportivas. En natación, los valores altos de masa magra combinados con una gran reducción de masa grasa afectan negativamente el efecto de flotación en el agua y por consiguiente, el rendimiento en nado. En comparación, los nadadores con valores altos de masa grasa tienen un rendimiento aceptable en las competencias, (Stager et al. 1984; Siders et al. 1993). Por lo tanto nosotros sugerimos realizar entrenamiento para mejorar el tono muscular en lugar de entrenar para reducir los valores de masa grasa. Según estos resultados, el modelo de BP es más eficiente que RP para modificar los parámetros de composición corporal, aumentar la masa magra y disminuir la masa grasa corporal, hasta un nivel lo más alto posible.

### Limitaciones del estudio

Una debilidad de nuestro estudio fue el limitado nivel de experiencia de las participantes y la corta duración del estudio. Sin embargo, creemos que este estudio aporta una base importante para comprender los efectos de estos dos protocolos de entrenamiento, y abre una línea de partida para que en futuros estudios se incluya una mayor cantidad de nadadores con un nivel de competición más alto.

## CONCLUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, nosotros recomendamos la periodización inversa para nadadores que se encuentren en niveles de competición moderadamente entrenados si los programas de entrenamiento son cortos, de alrededor de diez semanas. Para los investigadores, es aconsejable realizar estudios en diferentes niveles y distancias de competición para confirmar la efectividad de estos dos programas de periodización en la natación.

## REFERENCIAS

1. Abernethy, B. (2005). The biophysical foundations of human movement. *Champaign, IL: Human Kinetics*.
2. Arellano, R., P. Brown, J. Cappaert, and R. Nelson. (1994). Analysis of 50m, 100m and 200m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. / *Appl. Biomechs. 10: 189-199*
3. Arroyo-Toledo, J.J. and González-Ravé J.M. (2011). Eficacia de los modelos de periodización tradicional y periodización inversa en la natación de velocidad. *NSW. 34*
4. Arroyo-Toledo, J.J. (2011). Comparación de dos modelos de periodización.
5. Bosquet, L., J. Montpetit, D. Arvisais, and I. (2007). Mujika. *Effects of tapering on performance: a meta-analysis. Mea. Sci. Sports Exerc. 39:1358-1365.*
6. Costill, D. L., R. Thomas, R.A. Robergs, D. Pascoe, C. Lambert, S. Barr, and W.J. Fink. (1991). Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Mea. Sci. Sports Exerc. 23:371-377.*
7. Ebben, W., A. Kindler, K. Chirdon, N. Jenkins, A. Polichnowski, and A.V. Ng. (2004). The effect of high-load vs. high-repetition training on endurance performance. / *Strength Cond. Res. 18:513-7*
8. Faude, O., T. Meyer, J. Scharhaq, F. Weins, A.. Urhausen, and W. Kindermann. (2008). Volume vs. intensity in the training of competitive swimmers. *Int. J. Sports Med. 11:906-12. 17*
9. Hooper, S. L., L.T. Mackinnon, and E.M. Ginn. (1998). Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. *Eur. J.Appl. Physiol. 78: 258-263*
10. Issurin, V. (2010). New Horizons for the Methodology and physiology of Training Periodization: Review. *Sports Med. 40*
11. Kame, V. D., D. R. Pendergast, and B. Termin. (1990). Physiologic responses to high intensity training in competitive university swimmers. / *Swimm. Res. 6*
12. Laursen, P. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand. J. Med. Sci. Sports. 20 Suppl 2:1-10*
13. Maglischo E. W. (2011). Training Fast Twitch Muscle Fibers: Why and how part I. / *Swimm. Res. 18:1-16*
14. Matveyev, L. (1977). Fundamentals of Sport Training. *Moscow, Russia: Fizkultura I Sport.*
15. Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J. Med. Sci. Sports. 2:24-31*



16. Prestes, J., C. De Lima, A.B. Frollini, F.F. Donatto, and M. Conte. (2009). Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *J. Strength Cond. Res.* 23
17. Rhea, M. R., S. Ball, W.T. Phillips, and L.N. Burkett. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. / *Strength Cond. Res.* 17
18. Rinehardt, K., R. Axtell, C. Fontana, R. Breault, J. Genthe, and R. Garay. (2000). Effect of taper training in collegiate swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32
19. Ryan, R., E. Cotle, and R. Quick. (1990). Blood lactate profile throughout a training season in elite female swimmers. / *Swim Res.* 6:5-9
20. Seiler, S. (2010). What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *IntJ. Sports Physiol. Perform.* 5:276-291
21. Sideraviciūte, S., A. Gailiuniene, K. Visagurskiene, and D. Vizbaraitė. (2006). The effect of long-term swimming program on body composition, aerobic capacity and blood lipids in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Med.*
22. Siders, WA., HC. Lukaski, and WW. Bolonchuk. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *The J of Sports Med & Physical Fitness.* 33,166-171
23. Stager, JM., L. Cordain, and TJ. Becker. (1984). Relationship of body composition to swimming performance in female swimmers. *J of Swimm Res.* 1:1, 21-28
24. Sperlich, B., M. Haegeler, I. Heilemann, C. Zinner, M. De Marees, S. Achtzen, and J. Mester. (2010). High-intensity interval training improves FChpeak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9-11-year-old swimmers. *Eur.J.Appl. Physiol.* 110
25. Termin, B. and D.R. Pendergast. (2000). Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. / *Swim. Res.* 14:9-17
26. Toussaint, H. M. and K. Vervoorn. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *Int.J. Sports Mea.* 11:228-23
27. Verkhosansky, Y. (1999). The end of "periodization" of training in top-class sport. *NSA.* 14
28. Wakayoshi, K., T. Yoshida, Y. Ikuta, Y. Mutoh, and M. Miyashita. (1993). Adaptations to six months of aerobic swim training. *Changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. Int. J. Sports Med.* 14

### **Cita Original**

Arroyo-Toledo, J.J., Clemente, V.J. y González-Ravé, J.M.: The effects of ten weeks block and reverse periodization training on swimming performance and body composition of moderately trained female swimmers. *J. Swimming Research*, Vol. 21:1 2013.