

# Análisis de la frecuencia cardíaca y concentración de lactato en sangre en nadadores velocistas de crol, cuando realizan nado normal y nado resistido con paracaídas

DR. FERNANDO LLOP GARCÍA\*

DR. RAÚL ARELLANO COLOMINA\*\*

DRA. CRISTINA GONZÁLEZ MILLÁN\*

DR. FERNANDO NAVARRO VALDIVIELSO\*

LIC. ANA MARTÍN MORELL\*

\* Profesores de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla La Mancha.

\*\* Profesor de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada.

CORRESPONDENCIA:

Fernando Llop García. Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla La Mancha. Campus Tecnológico "Antigua Fábrica de Armas".

Avda. Carlos III s/n. 45071-Toledo.

Teléfono 925-268844. Fax: 925-268846

E-mail: fllop@dep-to.uclm.es

Área temática: Rendimiento deportivo.

**RESUMEN:** La aparición del paracaídas como nuevo material, que facilita el entrenamiento con nado resistido, hace necesario que los entrenadores conozcan las modificaciones que su utilización produce en las variables fisiológicas. El estudio se realizó con una muestra de 16 nadadores de nivel nacional e internacional comprendidos entre los 19 y 24 años y se les realizan cuatro pruebas que consisten en nadar a crol durante 10 y 45 segundos a máxima intensidad, utilizando el nado normal (NN) y el nado resistido con paracaídas (NRCP). En estas pruebas se analizaron las variables de frecuencia cardíaca (Fc) y concentración de lactato en sangre (Lac).

Se aplicó un diseño intragrupo y el estudio de los datos se llevó a cabo mediante un análisis de varianza para medidas repetidas. En los resultados obtenidos en la (Fc) puede observarse como la (Fc), es significativamente ( $p < 0.001$ ) superior en las pruebas de 45 segundos con respecto a las de 10 segundos, La (Fc) muestra valores similares con respecto al tipo de nado, no encontrándose diferencias significativas entre las pruebas de (NN) y (NRCP). La (Lac) es inferior en el (NN) que en el (NRCP), aunque estos datos muestran significaciones diferentes en función del tiempo de la prueba. Entre las pruebas de 10 segundos la diferencia es significativamente superior ( $p < 0.05$ ) en 0.838 mmol/l ( $p = 0.030$ ) en la prueba de (NRCP), mientras que entre las pruebas de 45 segundos, la diferencia es mayor en las pruebas de (NN) en 0.839 mmol/l. ( $p = 0.111$ ). Comparando la (Lac) en función del tiempo de nado, se puede observar que esta es significativamente ( $p < 0.001$ ) superior en las pruebas de 45 segundos con respecto a las de 10 segundos.

Analizando los resultados, se puede afirmar que el nado resistido con paracaídas produce algunos cambios en las variables fisiológicas, que deben ser analizados por los entrenadores para comprobar si este tipo de entrenamiento es adecuado para sus nadadores.

**PALABRAS CLAVES:** Natación, nado resistido, paracaídas, crol, frecuencia cardíaca y concentración de lactato en sangre.

**SUMMARY.** The use of the parachute as a material that facilitates the coaching of hampered swimming requires its coaches to acknowledge the modification that its use can provoke in the physiologic variables. This study was carried out with a sample of 16 swimmers at national and international level, between the ages of 19 and 24. 4 trials were done, which consisted of swimming crawl in maximum effort during 10 and 45 seconds, in normal swimming (NS) and in hampered swimming with parachute (HSWP). Variables of cardiac frequency (Cf) and blood lactate concentration (Lac) were analyzed.

An intragroup design was applied, and the data analysis was carried out through a variation analysis for repeated measures. The results obtained from the Cf show that Cf is significantly superior ( $p < 0.001$ ) in 45 second trial than in 10 second trials. Cf shows similar values regarding the kind of swimming, since there are no significant differences between NS and HSWP trials. Lac is lower in NS than in HSWP, however this data varies according to the duration of the trial. While in the 10 second trials the difference is significantly superior ( $p < 0.05$ ) in 0.838 mmol/l ( $p = 0.030$ ) in the HSWP trial, in the 45 second trials the difference is bigger in NS trials in 0.839 mmol/l ( $p = 0.111$ ). Comparing the Lac according to the swimming time, we observe that Lac is significantly superior ( $p < 0.001$ ) in the 45 second trials than in the 10 second trials.

These results analyzed, we can affirm that the hampered swimming with parachute provokes some modifications in the physiologic variables. This requires the coaches to analyze them and consider whether this coaching method is adequate for his/her swimmers.

**KEY WORDS:** Swimming, hampered swimming, parachute, crawl, cardiac frequency and blood lactate concentration.

## INTRODUCCION

El afán de superación, la alta exigencia y complejidad de la competición hace que los entrenadores busquen nuevos métodos para conseguir que sus nadadores alcancen el máximo nivel. El entrenamiento mediante nado resistido, ha sido uno de los más utilizados para conseguir este objetivo. La aparición del paracaídas como nuevo material, ha facilitado el nado y ha permitido que se regule de forma más sencilla la resistencia que debe arrastrar el nadador, algunos entrenadores han comenzado a utilizarlo en sus entrenamientos. Ciertos autores han cuestionado el entrenamiento de nado resistido, indicando que no produce mejoras sobre la velocidad de nado<sup>(1,2,3)</sup> ni sobre la concentración de lactato en sangre,<sup>(4)</sup> también se ha observado como este tipo de trabajo puede alterar la técnica de los nadadores.<sup>(5,6)</sup> Sin embargo, otros autores consideran el nado resistido un método interesante, debido a las mejoras fisiológicas que produce en el nadador.<sup>(7,8,9)</sup> El objetivo de este estudio es aportar datos que indiquen, si el entrenamiento resistido con paracaídas produce variaciones importantes sobre las variables fisiológicas de frecuencia cardíaca y de concentración de lactato en sangre, que hagan interesante este tipo de trabajo desde una perspectiva fisiológica con respecto al nado normal, y de esta forma justificar la utilización de este modo de entrenamiento.

Para llevar a cabo este trabajo, se analizaron las variables de frecuencia cardíaca y concentración de lactato en sangre en cuatro pruebas que consisten en nadar a crol durante 10 y 45 segundos a máxima intensidad, utilizando el nado normal y el nado resistido con paracaídas.

## METODO

### Muestra

La muestra seleccionada para el estudio estaba compuesta por 16 nadadores de edades comprendidas entre los 19 y los 24 años ( $20.69 \pm 1.74$  años), una talla de  $1.84 \pm 0.07$  cm, un peso de  $74.90 \pm 7.05$  Kg y una envergadura de  $1.91 \pm 0.08$  cm. Los nadadores eran especialistas en pruebas de 50 metros libres ( $24.73 \pm 1.20$  s.) y 100 metros libres ( $54.16 \pm 2.43$  s.).

### Instrumentos y Material

La concentración de lactato en sangre fue medida por el analizador de lactato modelo YSI Incorporated 1500 Sport de Yellow Springs Instrument Co., según el método electroenzimático con membrana. Para el análisis de frecuencia cardíaca se utilizó un monitor de ritmo cardíaco Polar Vantage NV-TM, un transmisor Polar T-31, un Interface Polar Ad-

vantage - TM y un Software Polar Precisión Performance. En el borde de la piscina, en la corchera y en el fondo de la piscina, se situaron conos y picas, como referencias, para facilitar la toma de datos. En el nado resistido se utilizó un paracaídas modelo 01904 de la casa INNOSPORT con una abertura de 15 cm.

### Diseño

El diseño empleado para el tratamiento de los datos, fue un diseño intragrupo de medidas repetidas. Al grupo de nadadores se les aplicó una equiponderación parcial.<sup>(10)</sup> El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza para medidas repetidas y unas pruebas de contraste entre los diferentes niveles.

### Procedimiento

La salida en todas las pruebas se realizaba desde el agua. El nadador libremente iniciaba el nado a intensidad baja durante 5 metros, hasta que su cabeza atravesaba la referencia de la salida real. En ese instante, el nadador comenzaba a nadar a máxima intensidad hasta que transcurría el tiempo determinado para cada una de las pruebas.

Una vez preparado el nadador, un minuto antes del comienzo de la prueba, se puso en marcha el receptor de frecuencia cardíaca Polar que registraría la frecuencia cardíaca del nadador cada 5 segundos. El receptor se colocó en la cabeza del nadador en la zona del hueso temporal y se situó al lado contrario por el que el nadador realizaba las respiraciones para favorecer la comunicación entre transmisor y receptor. La sujeción del receptor se realizó mediante un gorro de silicona.

Una vez transcurrido el tiempo de nado de 10 ó 45 segundos según la prueba, se hacía sonar fuertemente un silbato para que el nadador inmediatamente dejase de nadar y se acercase al borde de la piscina. Una vez allí, se le introducía una señal en el receptor de frecuencia cardíaca para registrar el final de la prueba de nado. Los pulsómetros seguían almacenando los datos de la frecuencia cardíaca, hasta la finalización de las tomas de concentración de lactato en sangre. De todos los datos registrados se anotó la frecuencia cardíaca más alta de cada nadador en cada una de las pruebas.

Una vez finalizado el calentamiento se realizó una toma de sangre en el dedo para registrar su concentración de lactato antes del comienzo de la prueba. Al finalizar la prueba el nadador salía fuera del agua y se sentaba en una silla. Dentro del primer minuto se le secó el dedo con unas toallas desechables y con una lanceta autoclip le realizó una punción en la primera falange. Con un capilar de 25 microlitros se reco-

gió la muestra de sangre que posteriormente permitió hallar la concentración de lactato en sangre. Esto se repitió a los 3, 5, 7 y 9 minutos hasta hallar el "pico" de máxima concentración de lactato en sangre. De todos los datos registrados se anotó la concentración de lactato en sangre más alta de cada nadador en cada una de las pruebas.

## RESULTADOS

Los resultados muestran a través de un análisis de varianza para medidas repetidas las diferencias entre los factores tiempo de nado (10 y 45 segundos) y tipo de nado (nado normal y nado resistido con paracaídas) en las variables de frecuencia cardíaca y concentración de lactato en sangre (Tabla II y IV). A continuación se muestran los resultados en cada una de las variables con la estadística descriptiva (Tabla I) y el análisis de varianza para medidas repetidas con los contrastes más interesantes entre las distintas pruebas (Tablas III y V).

## Frecuencia cardíaca

El análisis de varianza de medidas repetidas intra-sujeto (Tabla II), puede observarse como en el factor tiempo de nado aparecen diferencias significativas ( $p < 0.001$ ), mientras que en el factor tipo de nado, no se aprecian diferencias significativas ( $p = 0.315$ ). Entre los dos factores se muestran las diferencias significativas ( $p = 0.049$ ). En la prueba inter-sujeto se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) en la frecuencia cardíaca entre el tiempo de nado y el tipo de nado.

Cuando se estudian los contrastes entre los diferentes niveles de la frecuencia cardíaca (Tabla III) se puede apreciar que la interacción es significativa ( $p < 0.001$ ) entre las pruebas de 10 segundos y 45 segundos, tanto en el nado normal como en el nado resistido con paracaídas, mientras que entre las pruebas de nado normal y nado resistido con paracaídas, no existen diferencias significativas cuando se realizan en los mismos tiempos de nado. La frecuencia cardíaca, es significativamente superior en las pruebas de 45 segundos con res-

**Tabla I**

Estadística descriptiva de las variables de frecuencia de ciclo, longitud de ciclo y velocidad media, en el nado normal y el nado resistido con paracaídas en 10 y 45 segundos.

Variables	Estadísticos				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Frecuencia cardíaca SIN paracaídas en 10 seg. (bat/min)	16	134,00	162,00	149,88	8,4291
Frecuencia cardíaca CON paracaídas en 10 seg. (bat/min)	16	143,00	171,00	153,88	8,4922
Frecuencia cardíaca SIN paracaídas en 45 seg. (bat/min)	16	157,00	180,00	167,63	6,9270
Frecuencia cardíaca CON paracaídas en 45 seg. (bat/min)	16	147,00	184,00	166,88	9,6532
Concentración de lactato SIN paracaídas en 10 seg. (mmol/l)	16	3,32	8,01	4,7694	1,1015
Concentración de lactato CON paracaídas en 10 seg. (mmol/l)	16	3,60	8,83	5,6075	1,3117
Concentración de lactato SIN paracaídas en 45 seg. (mmol/l)	16	7,08	16,38	10,573	2,0191
Concentración de lactato CON paracaídas en 45 seg. (mmol/l)	16	6,74	15,85	9,7344	2,2333

**Tabla II**

Pruebas de contrastes intra-sujetos en la variable frecuencia cardíaca entre los factores tiempo de nado (10 y 45 segundos) y tipo de nado (nado normal y nado resistido con paracaídas).

Frecuencia cardíaca (bat/min)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo de nado	3782,250	1	3782,250	124,62	,00
Error (tiempo de nado)	455,250	15	30,350		
Tipo de nado	42,250	1	42,250	1,081	,315
Error (tipo de nado)	586,250	15	39,083		
Tiempo de nado • Tipo de nado	90,250	1	90,250	4,585	,049
Error (Tiempo de nado • Tipo de nado)	292,250	15	19,683		

**Tabla III** Contrastes entre los diferentes niveles de la variable frecuencia cardiaca.

Frecuencia cardiaca (bat/min)		Diferencia entre medias	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>
10" SIN paracaídas	10" CON paracaídas	-4,000	1,973	,364
10" CON paracaídas	45" CON paracaídas	-13,00*	1,796	,000
45" SIN paracaídas	45" CON paracaídas	,750	1,859	1,000
10" SIN paracaídas	45" SIN paracaídas	-17,750*	1,740	,000

\* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

a. Comparaciones múltiples: Bonferroni.

**Tabla IV** Pruebas de contrastes intra-sujetos en la variable concentración de lactato en sangre entre los factores tiempo de nado (10 y 45 segundos) y tipo de nado (nado normal y nado resistido con paracaídas).

Concentración de lactato en sangre (mmol/l)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo de nado	394,469	1	394,469	197,051	,000
Error (tiempo de nado)	30,028	15	2,002		
Tipo de nado	,000	1	,000	,000	,999
Error (tipo de nado)	13,320	15	,888		
Tiempo de nado • Tipo de nado	11,248	1	11,248	25,608	,000
Error (Tiempo de nado • Tipo de nado)	6,588	15	,439		

**Tabla V** Contrastes entre los diferentes niveles de la variable concentración de lactato en sangre.

Concentración de lactato en sangre (mmol/l)		Diferencia entre medias	Error típ.	Sig. <sup>a</sup>
10" SIN paracaídas	10" CON paracaídas	-,838*	,255	,030
10" CON paracaídas	45" CON paracaídas	-4,127	,390	,000
45" SIN paracaídas	45" CON paracaídas	,839	,318	,111
10" SIN paracaídas	45" SIN paracaídas	-5,804*	,391	,000

\* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

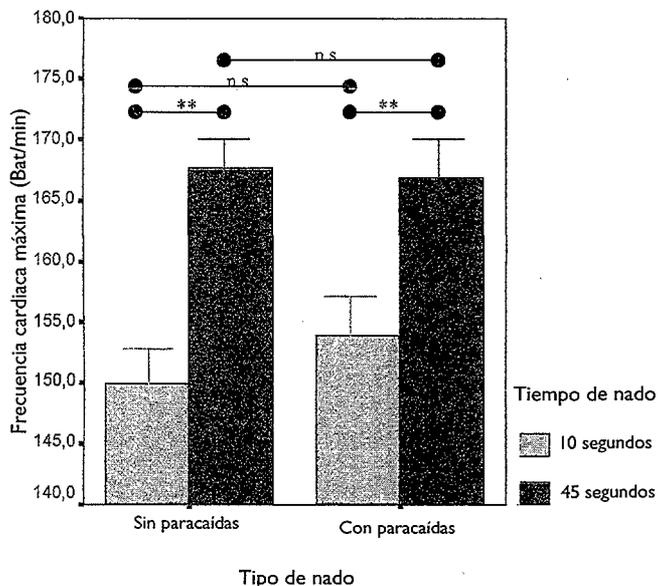
a. Comparaciones múltiples: Bonferroni.

pecto a las de 10 segundos, hallándose diferencias en las medias de 17.75 bat/min ( $p < 0.001$ ) entre las pruebas de nado normal y de 13 bat/min ( $p < 0.001$ ) entre las pruebas de nado resistido con paracaídas. La frecuencia cardiaca muestra valores similares con respecto al tipo de nado, no encontrándose diferencias significativas entre las pruebas de 10 segundos nado normal y 10 segundos nado resistido con paracaídas ( $p = 0.364$ ) y entre las pruebas de 45 segundos nado normal y 45 segundos nado resistido con paracaídas ( $p = 1.000$ ).

#### La concentración de lactato en sangre

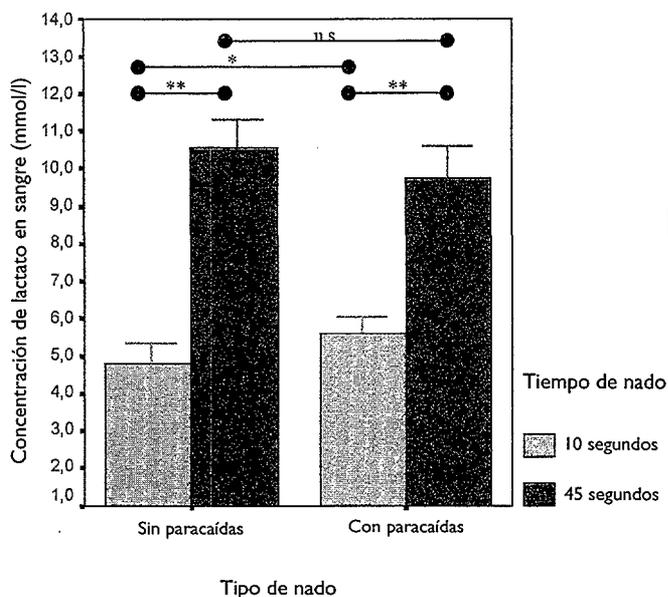
En el análisis intra-sujeto la concentración de lactato en sangre (Tabla IV) muestra diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) en el factor tiempo de nado. En el factor tipo de nado, no se observan diferencias importantes ( $p = 0.999$ ). Entre el factor tiempo de nado y el factor tipo de nado se apreciaron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ). En la prueba inter-sujeto se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) entre el tiempo de nado y el tipo de nado.

**Figura I** Diferencias en la variable frecuencia cardíaca máxima en las pruebas de nado libre de 10 y 45 segundos, realizadas mediante nado normal y el nado resistido con paracaídas.



\*\* p<0,01  
n.s. = no significativo

**Figura II** Diferencias en la variable concentración de lactato en sangre en las pruebas de nado libre de 10 y 45 segundos, realizadas mediante nado normal y el nado resistido con paracaídas.



\*\* p<0,01 \* p<0,05  
n.s. = no significativo

Como se puede apreciar en la tabla V, la concentración de lactato en sangre es inferior en el nado normal que en el nado resistido con paracaídas, aunque estos datos muestran significaciones diferentes en función del tiempo de la prueba. Entre las pruebas de 10 segundos la diferencia es significativamente superior ( $p<0.05$ ) en 0.838 mmol/l ( $p=0.030$ ) en la prueba de nado resistido con paracaídas, mientras que entre las pruebas de 45 segundos, la diferencia es mayor en las pruebas de nado normal en 0.839 mmol/l ( $p=0.111$ ). Comparando la concentración de lactato en sangre en función del tiempo de nado, se puede observar que esta es superior en las pruebas de 45 segundos con respecto a las de 10 segundos, obteniéndose diferencias significativas de 5.8 mmol/l ( $p<0.001$ ) entre las pruebas de nado normal y de 4.13 mmol/l ( $p<0.001$ ) entre las pruebas de nado resistido con paracaídas.

## DISCUSION

### La frecuencia cardíaca

Como puede apreciarse en los resultados de la variable de frecuencia cardíaca, existen diferencias importantes entre el nado en 10 segundos y el nado en 45 segundos. La fre-

cuencia cardíaca es superior en la prueba de 45 segundos que en las pruebas de 10 segundos, tanto cuando se realiza el nado normal como cuando se efectúa el nado resistido con paracaídas. La frecuencia cardíaca se eleva rápidamente<sup>(11,12,13)</sup> desde el comienzo de la prueba con una intensidad máxima, esta mayor elevación en las pruebas de 45 segundos es debida a la mayor duración del ejercicio.<sup>(14,15,16)</sup> La mayor parte de los expertos en entrenamiento no consideran la utilización de la frecuencia cardíaca en esfuerzos cortos como los 10 segundos.

Por otro lado, no se producen cambios relevantes en la variables frecuencia cardíaca máxima en ninguno de los dos tiempos de nado, tanto en las pruebas de nado normal como en las de nado resistido con paracaídas. Esto es debido a que el trabajo que se realiza a la máxima intensidad y con la misma duración, implica que las frecuencias cardíacas de una y otra prueba se igualan, ya que no existe posibilidad de incrementar la energía a utilizar para la contracción muscular, confirmando lo expresado por diferentes autores que indican que la frecuencia cardíaca varía según la duración del ejercicio.<sup>(14,15,16)</sup>

Kirwan y cols.<sup>(4)</sup> examinaron la respuesta de la frecuencia cardíaca entre el nado normal y el nado resistido, no encon-

trando cambios importantes entre los dos tipos de nado. Según algunos autores,<sup>(14,15)</sup> la frecuencia cardiaca varía según la intensidad y duración del ejercicio. Debido a que en las pruebas de este estudio la duración es la misma y la intensidad es máxima, no se producen diferencias importantes durante la realización de las diferentes pruebas del factor tipo de nado.

Al observar las modificaciones de la frecuencia cardiaca máxima entre los factores de tiempo de nado y tipo de nado se puede comprobar como el factor tiempo de nado tiene una mayor incidencia e incremento sobre estas variables que el factor tipo de nado. Estas diferencias tienen su justificación en los comentarios realizados anteriormente, donde se indica que la variación de la frecuencia cardiaca está en función de la duración e intensidad del ejercicio, así como por su estabilización rápida después del comienzo del ejercicio, cuando este se realiza a intensidad máxima.<sup>(11)</sup>

#### La concentración de lactato en sangre

Al estudiar la concentración de lactato en sangre se encontraron diferencias significativas en el factor tiempo de nado, hallándose valores más elevados en las pruebas de 45 segundos que en las de 10 segundos, independientemente del tipo de nado empleado. La causa es la menor intervención de la glucólisis anaeróbica en los esfuerzos predominantemente anaeróbico-alácticos de las pruebas de 10 segundos, frente a las de mayor demanda de los esfuerzos anaeróbico-lácticos en la prueba de 45 segundos, que generan un aumento en la producción del lactato en los músculos y el consiguiente aumento de los niveles de la concentración de lactato en sangre. Esta idea ha sido avalada consistentemente por numerosos autores.<sup>(17,18,19,20)</sup>

Cuando se analiza el factor tipo de nado, se puede apreciar que la concentración de lactato en sangre en las pruebas de 10 segundos es mayor cuando se realiza el nado resistido con paracaídas que cuando se efectúa el nado normal. En las pruebas de 45 segundos las diferencias en la concentración de lactato en sangre entre el nado normal y el nado resistido con paracaídas no son relevantes. En relación con esto, Sharp y Costill<sup>(6)</sup> analizaron la concentración de lactato en sangre en el nado libre y tres tipos de nado resistido, hallando que en el nado libre la concentración de lactato en sangre era inferior con respecto a los tres tipos de nado resistido. Weng y cols.<sup>(7)</sup> y Maglisco<sup>(9)</sup> indicaron que el nado resistido produce concentraciones de lactato en sangre más elevadas que el nado normal, por lo que podría ser un método para mejorar la tolerancia al lactato del nadador. Esta afirmación es confirmada por algunos estudios de nado resistido que

aunque no muestran una diferencia importante, si indican una tendencia a una concentración de lactato más elevada en las pruebas de nado resistido que en las pruebas de nado normal.<sup>(21,22)</sup> La idea de que la concentración de lactato sea más elevada en el nado resistido que en el nado normal, también puede estar justificada por los trabajos de algunos autores que indican que la energía consumida a cualquier velocidad y la eficacia de nado están condicionadas por el tipo de resistencia que arrastra el nadador.<sup>(23,24,25,26)</sup> Por su parte Kirwan y cols.,<sup>(4)</sup> examinaron la respuesta de la concentración de lactato en sangre entre el nado normal y el nado resistido, no observándose ninguna variación significativa entre los dos tipos de nado. Los mayores registros de concentración de lactato en sangre cuando se utiliza el nado resistido pueden ser debidos a que el nadador mueve sus manos más despacio bajo el agua pero aplicando la misma fuerza, el tiempo de aplicación de fuerzas es mayor pero el esfuerzo muscular es el mismo, con lo que la proporción de esfuerzo muscular neto se incrementa en el nado resistido aunque la duración total del esfuerzo sea la misma. Estos datos indican la necesidad de conocer los tiempos de trabajo donde la concentración de lactato en sangre es superior con el empleo del nado resistido con paracaídas que con el nado normal, para de esta forma, poder emplear este método para mejorar la tolerancia al lactato de los nadadores.

Al analizar la influencia de cada factor en la modificación de la concentración de lactato en sangre, se puede observar que el factor tiempo modifica la concentración de lactato en sangre de forma más importante que el factor tipo de nado. Cabe la posibilidad de que la mayor duración de la prueba ocasione un mayor nivel de esfuerzo que el propio uso del paracaídas. Algunos autores han mostrado que existe una alta correlación entre los parámetros de concentración de lactato en sangre y el tipo de resistencia.<sup>(27,28)</sup> Cuando se utiliza el nado resistido con paracaídas debemos tener en cuenta la reducción que produce este tipo de métodos sobre la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo ya que según Navarro<sup>(29)</sup>, la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo influyen sobre la variación de la concentración de lactato en sangre.

#### CONCLUSIONES

La utilización del nado resistido con paracaídas no produce variaciones significativas de los parámetros fisiológicos de frecuencia cardiaca y concentración de lactato en sangre respecto a la utilización del nado normal, tanto en esfuerzos máximos de 10 segundos como en esfuerzos de 45 segundos, con la excepción de la concentración de lactato en los esfuerzos de 10 segundos en la que se muestran valores significati-

vamente mayores en el nado resistido con paracaídas que en el nado normal.

La utilización de esfuerzos máximos de 45 segundos produce variaciones significativas mayores de los parámetros fisiológicos de frecuencia cardiaca y concentración de lactato en sangre respecto a esfuerzos máximos de 10 segundos.

Analizando todas estas conclusiones, se puede afirmar que el nado resistido con paracaídas produce cambios impor-

tantes en las variables de concentración de lactato en sangre y frecuencia cardiaca, tanto en los tiempos de 10 segundos como en los de 45 segundos, con respecto al nado normal, cuando se nada crol a máxima intensidad. Por este motivo, se considera necesario que los entrenadores conozcan el efecto que este tipo de cargas produce en el entrenamiento de sus nadadores.

## Bibliografía

- MURRAY, J. L. *Effects of precisely prescribed progressive resistance exercises with pulley weights on speed and endurance in swimming*. Thesis. Univ. of Oregon. Eugene. 1962.
- HUTINGER, P. W. *Comparison of isokinetic, isotonic and isometric developed strength to speed in swimming the crawl stroke*. Univ. of Oregon, Eugene. 1970.
- GOOD, V. *Effects of Isokinetic Exercise Program on Sprint Swimming Performance of College Women*. Thesis, California State University, Chico. 1973.
- KIRWAN, J. P., COSTILL, D. L., FLYNN, M. G., MITCHELL, J. B., FINK, W. J., NEUFER, P. D., HOUMARD, J. A. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medicine and science in sports and exercise* (Baltimore, Md.). 1988; 20(3), June: 255-259.
- MAGLISHO, E. *Nadar más rápido*. Hispano Europea. Barcelona. 1986.
- DINTIMAN, G. B. *What research tells the coach about sprinting*. AAHPER, Washington. 1974; 85 p.
- WENG, Q., CHEN, Y., NIU, Y., WU, Z. The application of blood lactate testing in swimming training. *Sports science* (Beijing). 1988; 8(2): 47-51.
- SHARP, R. L., COSTILL, D. L. Influence of body hair removal on physiological responses during breaststroke swimming. *Medicine and science in sports and exercise* (Indianapolis). 1989; 21(5): 576-580.
- MAGLISCHO, E. W. *Swimming even Faster* (1ª ed.). Mayfield Publishing Company. Mountain View. 1993.
- PEREDA, S. *Psicología Experimental I. Metodología*. Ed. Pirámide. Madrid. 1987.
- WILMORE, J. H., COSTILL, D. L. *Training for sports and activity: The Physiological bases of the conditioning basis*. 3er Edición. Human Kinetics. Champaign. 1988.
- GILMAN, M. B. Y WELLS, C. L. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. *International Journal of Sports Medicine*. 1993; 14 (6):339-344.
- GILMAN, M. B. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Medicine*. 1996; 21:73-79.
- ASTRAND, P. O., RODHAL, K. *Physiologie de l'exercice musculaire*. Paris: Masson, 1973.
- LAMB, R. D. *Fisiología del ejercicio*. Respuestas y adaptaciones. Pila Teleña. Madrid. 1985.
- DESNUS, B., HANDSCHUH, R., JOUSSELLIN, E., BENICHO, P. Recuperation immediate de la fréquence cardiaque des sportifs de haut niveau apres effort maximal. *Cinesiologie* (Paris) 1986; 25(108) juil/aout :295-304.
- COSTILL, D. L., THOMASON, H., ROBERTS, E. Fractional utilization of the anaerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1973; 5:248-252.
- BIGARD, A. X., GUÉZENNEC, C. Y. Fatigue périphérique, lactate musculaire, et pH intracellulaire. *Science y Sports*. 1993; 8: 193-204.
- FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiology Review*. 1994; 74:49-94.
- MCARDLE, W., KATCH, F., KATCH, V. *Essentials of Exercise Physiology*, 2ª Edición. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 2000.
- LLOP, F., NAVARRO, F. Y GONZÁLEZ MILLÁN, C. Variación de la frecuencia de ciclo y de la concentración de lactato entre el nado normal y el nado resistido con gomas en jóvenes nadadores de 14 y 15 años. *NSW Publicación oficial de la Asociación Española de Técnicos de Natación*. 1998; 10 (4): 29-42.
- STARLING, R. D., COSTILL, D. L., TRAPPE, T. A., JOZSI, A. C., TRAPPE, S. W., GOODPASTER, B. H. Effect of swimming suit design on the energy demands of swimming. *Medicine and science in sports and exercise* (Indianapolis). 1995; 27(7): 1086-1089.
- CHATARD, J. C., M., BOURGOIN, B., LACOUR, J. R. Passive drag a good evaluator of the swimming aptitude. *Eur J Appl Physiol*. 1990; 59: 399-404.
- TOUSSAINT, H. M., DE LOOZE, M., VAN ROSSEM, B., LEIJDEKKERS, M., DIGNUM, H.. The effect of growth on drag in young swimmers. *International journal of sport biomechanics* (Champaign, Ill.). 1990; 6(1), Feb:18-28.

25. CAPELLI, C., ZAMPARO, P., CIGALOTTO, A., FRANCESCATO, M. P., SOULE, R. G., TERMIN, B., PENDERGAST, D. R., DI PRAMPERO, P. E. Bioenergetics and biomechanics of front crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*. 1995; 78(2):674-679.
26. ZAMPARO, P., CAPELLI, C., TERMIN, B., PENDERGAST, D. R., DI PRAMPERO, P. E. Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology* (Berlin). 1996; 73(3/4):195-201.
27. YOSHIDA, T., CHIDA, M., ICHIOKA, M., SUDA, Y. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology* (Berlin, FRG). 1987; 56(1): 7-11.
28. RIBEIRO, J. P., CADAVID, E., BAENA, J., MONSALVETE, E., BARNA, A., DE ROSE, E. H. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British journal of sports medicine* (Loughborough). 1990; 24(3), Sept:196-200.
29. NAVARRO, F. *Relación de la concentración de lactato en sangre como parámetros cinemáticos en nadadores de alto rendimiento*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 1996.