

**Núm. Orden:** 0129

**Título: “Alteraciones de la concentración de lactato en sangre cuando se entrena nado resistido con paracaídas”.**

**Autores:** Fernando Llop García\*, Raúl Arellano Colomina\*\*, Fernando Navarro Valdivielso\*, Ana Martín Morell\*, Enrique Hernando Barrios\*, Cristina González Millán\*.

**Procedencia:** \* Profesores de la F.C.D. de la Universidad de Castilla La Mancha y \*\* Profesor de la F.C.A.F.D. de la Universidad de Granada.

**Correo:** Fernando.Llop@uclm.es

**RESUMEN.**

El entrenamiento utilizando el nado resistido con paracaídas (NRCP) puede alterar la concentración de lactato en sangre (LAC) como ocurre con otros métodos de nado resistido. El objetivo del estudio es cuantificar los cambios en esta variable durante el nado de crol a máxima intensidad y analizar la adaptación del nadador cuando se utiliza este método para entrenar la velocidad.

Con 16 nadadores de nivel nacional (19-24 años) se efectuaron cuatro pruebas de 10 y 45 segundos a máxima intensidad, utilizando el nado normal (NN) y NRCP. Posteriormente con 18 nadadores de nivel regional (16-23 años) se realizaron dos pruebas de 50 metros una utilizando NN y otra mediante NRCP. Durante ocho semanas se realizaron entrenamientos de velocidad, donde el grupo control realizaba NN y el grupo experimental NRCP. En ambos estudios se registraron los picos máximos de LAC. En el primero se efectuó un análisis de varianza para medidas repetidas y en el segundo las pruebas t.

En la prueba de 10 segundos LAC fue significativamente inferior ( $p < 0.05$ ) en el NN. No se aprecian cambios significativos entre los dos tipos de nado en las pruebas de 45 segundos. En el factor tiempo de nado LAC es significativamente superior ( $p < 0.001$ ) en las pruebas de 45 segundos. El segundo estudio no muestra diferencias significativas en LAC entre los dos grupos después de las ocho semanas. Aunque si se observan reducciones significativas de la concentración de lactato en sangre tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

**Palabras claves:** Entrenamiento, natación, lactato y paracaídas.

**INTRODUCCIÓN.**

Algunos entrenadores consideran que el entrenamiento utilizando diferentes formas de nado resistido, puede beneficiar el acondicionamiento de sus nadadores. Existen estudios que han demostrado que el entrenamiento de nado resistido puede producir modificaciones en los niveles de concentración de lactato en sangre (Weng et al., 1988; Sharp y Costill, 1989; Maglisco, 1993). Tradicionalmente el entrenamiento de nado resistido se ha realizado utilizando gomas, bañadores especiales, cinturones con lastre, palas de diferentes tamaños, nado con zapatos o ropa. En la actualidad estos materiales están siendo sustituidos por las piscinas hidrodinámicas, las máquinas con complejos sistemas de poleas y nuevos materiales como el paracaídas. El nado de crol resistido con paracaídas (NRCP) permite ajustar la carga que arrastra el nadador, proporcionando un nado más dinámico. El objetivo de este estudio es analizar NRCP cuando se utiliza durante los entrenamientos específicos

de velocidad y observar como pueden afectar a la concentración de lactato en sangre (LAC) de los nadadores con respecto al nado de crol normal (NN).

## **METODO.**

### **Sujetos.**

La muestra seleccionada para el estudio 1 estaba compuesta por 16 nadadores de nivel nacional e internacional con edades comprendidas entre los 19 y los 24 años. 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).

En el estudio 2 la muestra está compuesta por 18 nadadores de nivel regional, con edades entre los 16 y 23 años. Los nadadores eran especialistas en 50 metros libres ( $28.87 \pm 2.62$  segundos).

### **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 realizar el nado resistido se utilizó un paracaídas modelo 01904 de la casa INNOSPORT, con una abertura de 15 cm en el primer estudio y de 22,5 cm en el segundo.

### **Diseño.**

El diseño empleado en el estudio 1, fue un diseño intragrupo de medidas repetidas. A los nadadores se les aplicó una equiponderación parcial (Pereda, 1987). El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza para medidas repetidas. En el estudio 2 se utilizó un diseño de bloques, donde se realizaron tres bloques en función del tiempo obtenido en la prueba pre-tratamiento 50 metros libres. El análisis estadístico del estudio 2 se realizó mediante las pruebas t de muestras relacionadas y pruebas t para muestras independientes.

### **Procedimiento.**

El primer estudio se realizó en una piscina de 50 metros y consistía en nadar cuatro pruebas, donde los nadadores realizaron nados de crol a máxima intensidad durante 10 y 45 segundos utilizando NN y NRCP. 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

Las pruebas del estudio 2 se realizaron en una piscina cubierta de 25 metros de longitud. El estudio consistía en realizar dos pruebas pre-tratamiento y dos post-tratamiento de 50 metros libres a máxima intensidad con salida desde el agua, una realizando NN y otra utilizando NRCP.

Una vez finalizado el calentamiento antes del comienzo de la prueba se registró LAC. Al finalizar la prueba dentro del primer minuto y en los minutos los 3, 5, 7 y 9 minutos se repetía la extracción de sangre hasta hallar el pico máximo LAC.

En el segundo estudio después de la prueba pre-tratamiento, durante ocho semanas se realizaron los entrenamientos mostrados en la tabla 1, donde los nadadores de los dos grupos realizaban idénticas tareas exceptuando el trabajo específico de velocidad en el agua, donde el grupo control realizaba las series utilizando NN y el grupo experimental NRCP. El trabajo de velocidad se realizaba a máxima intensidad y el volumen estaba

determinado por el tiempo de ejecución de cada una de las series que era el mismo para los dos grupos. Después de las ocho semanas de entrenamiento se realizaron de nuevo las pruebas y una vez obtenido los datos de las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento, se introdujeron en una base de datos que fue analizada estadísticamente con el programa SPSS 10.0 y de la que se extrajeron los resultados de este estudio.

Tabla 1. Estructura de la programación de los entrenamientos realizados durante las ocho semanas, donde el acondicionamiento de la velocidad específica (V) en el grupo control se realizó con nado normal y en el grupo experimental mediante el nado resistido con paracaídas.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	VOLUMEN
1	V / AEL	AEL	TE / V	AEM	V / AEL	TE / AEM	T=22.000 m. V=1.500 m.
2	V / AEL	AEL	TE / V	AEM	V / AEL	TE / AEM	T=22.000 m. V=1.700 m.
3	V / AEM	TE / AEL	V	TE / AEL	V / AEM	AEI	T=25.000 m V=1.800 m.
4	V / AEM	TE / AEL	V	AEL	V / LA	AEI	T=25.000 m V=1.800 m.
5	V	AEM	V / LA	TE / AEL	V	LA / AEI	T=22.000 m. V=1.800 m.
6	V	TE / AEM	V / LA	AEL / AEM	V	LA / AEI	T=20.000 m. V=1.600 m.
7	V	AEM / AEL	V / LA	T / RITMO	V	LA	T=18.000 m. V=1.400 m.
8	LA / RITMO	TE / AEL	V / RITMO	AEL	V / RITMO	Descanso Activo.	T=12.000 m. V= 750 m.

Nota: V = velocidad; AEL= aer ico ligero; TE= ténica; AEM= aer ico me dio; AEI= aer ico intenso; LA= anaer ico lágico; Ritmo= entrenamiento de ritmo de la prueba; Volumen T= volumen total de metros realizados en la semana; Volumen V= Volumen de metros de velocidad específica efectuados durante la semana.

**RESULTADOS.**

En el análisis intra-sujeto (Tabla 2) se puede apreciar como LAC en el tiempo de nado muestra diferencias significativas (p<0.001), mientras que en el tipo de nado, no se observan diferencias importantes (p=0.999). Entre el factor tiempo de nado y el factor tipo de nado si existen 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.

Tabla 2. 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		

Las diferencias entre los niveles estudiados son significativas, excepto en la LAC entre las pruebas de 45 segundos NN y de 45 segundos NRCP ( $p=0.111$ ). Como se puede apreciar en la tabla 3 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. ( $p= 0.111$ ), aunque los valores obtenidos en la prueba de 10 segundos son similares, no se aprecian diferencias estadísticas significativas. Comparando la LAC 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 NN y de 4.13 mmol/l ( $p<0.001$ ) entre las pruebas de NRCP.

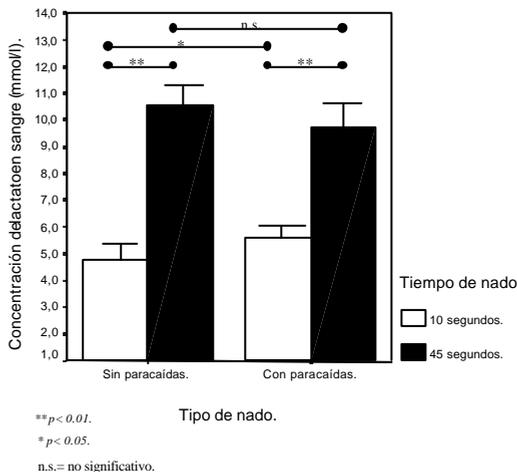
Tabla 3. Contrastes entre los diferentes niveles de la variable concentración de lactato en sangre.

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.

Figura 1. 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.



Analizando los resultados del segundo estudio (Tabla 4) se muestran los valores medios y la desviación típica de la LAC obtenida en las pruebas pre-tratamiento (PRE-test) y post-tratamiento (POST-test) en los rendimientos máximos de 50 metros libres de los dos tipos de nado (CON y SIN paracaídas) para el grupo experimental y de control.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la concentración de lactato en sangre en las pruebas de 50 metros libres pre-tratamiento y post-tratamiento realizadas mediante nado normal y nado resistido con

	Tratamiento			
	Sin paracaídas		Con paracaídas	
	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.
Lactato en sangre PRE-test SIN paracaídas (mmo)	9,5667	1,3038	9,5889	,7114
Lactato en sangre PRE-test CON paracaídas (mm)	11,1111	1,2898	11,4111	,8388
Lactato en sangre POST-test SIN paracaídas (mm)	8,4111	1,0228	8,6333	,9274
Lactato en sangre POST-test CON paracaídas (m)	9,7333	,6083	9,6956	1,1890

Para el estudio de los datos se llevaron a cabo tres tipos de análisis. El primer estudio se realizó comparando las medidas pre-tratamiento mediante las pruebas t de muestras independientes (Tabla 5). Analizados los datos se comprobó que no existían diferencias significativas en la LAC en las pruebas pre-tratamiento de 50 metros libres realizadas con NN o con NRCP. Posteriormente analizando los resultados obtenidos en la prueba post-tratamiento de NN y de NRCP, a través de la prueba de t para muestras independientes, se observó que después de ocho semanas de entrenamiento no existían diferencias significativas en la LAC entre los dos grupos (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba t de muestras independientes en la concentración de lactato en sangre, entre el grupo control y el grupo experimental, en las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento de 50 metros libres realizadas mediante nado normal y nado resistido con paracaídas.

	Prueba T para la igualdad de medias			
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Lactato en sangre PRE-test SIN paracaídas (mmol/l)	-.045	16	.965	-.0222
Lactato en sangre PRE-test CON paracaídas (mmol/l)	-.585	16	.567	-.3000
Lactato en sangre POST-test SIN paracaídas (mmol/l)	-.483	16	.636	-.2222
Lactato en sangre POST-test CON paracaídas (mmol/l)	.085	16	.933	.0378

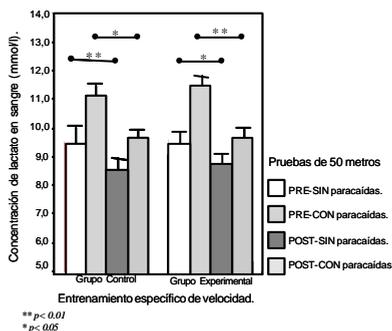
Una vez realizadas las comparaciones en las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento se analizaron las diferencias que se producen entre las distintas medidas de la LAC en las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento en el grupo control (entrenamiento sin paracaídas) y en el grupo experimental (entrenamiento con paracaídas), tras la realización de ocho semanas de entrenamiento específico de velocidad.

Comparando las medidas pre-tratamiento y post-tratamiento del grupo control (Tabla 6) se observaron cambios significativos en la LAC, produciéndose un descenso entre las medias de 1.16 mmol/l ( $p < 0.001$ ) en la prueba de NN y de 1.38 mmol/l ( $p = 0.009$ ) en la prueba de NRCP. En la diferencia de medidas pre-tratamiento y post-tratamiento del grupo experimental que aparecen en la tabla 6 se aprecia como la LAC mostró una reducción de 0.96 mmol/l ( $p = 0.003$ ) entre las pruebas de NN y de 1.72 mmol/l ( $p = 0.001$ ) en la prueba de NRCP.

Tabla 6. Prueba t de muestras relacionadas para las pruebas de 50 metros libres pre-tratamiento y post-tratamiento realizadas en nado normal y nado resistido con paracaídas por el grupo control y por el grupo experimental.

		Diferencias relacionadas				
		Media	Desviación típ.	t	gl	Sig. (bilateral)
GRUPO CONTROL						
Lactato en sangre PRE-test SIN paracaídas (mmol/l)		1.1555	0.5593	6.199	8	0.000
Lactato en sangre POST-test SIN paracaídas (mmol/l)						
Lactato en sangre PRE-test CON paracaídas (mmol/l)		1.3778	1.2060	3.427	8	0.009
Lactato en sangre POST-test CON paracaídas (mmol/l)						
GRUPO EXPERIMENTAL						
Lactato en sangre PRE-test SIN paracaídas (mmol/l)		0.9556	0.6912	4.147	8	0.003
Lactato en sangre POST-test SIN paracaídas (mmol/l)						
Lactato en sangre PRE-test CON paracaídas (mmol/l)		1.7156	0.9501	5.417	8	0.001
Lactato en sangre POST-test CON paracaídas (mmol/l)						

en las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento de 50 metros libres, realizadas mediante nado normal y nado resistido con paracaídas.



## DISCUSIÓN.

Al analizar la LAC en el primer estudio 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 LAC. Esta idea ha sido avalada consistentemente por numerosos autores (Costill et al., 1973; Coyle, 1983; Farrell et al., 1979; Fitts, 1994; Bigard y Guézennec, 1993; McArdle et al., 2000).

Cuando se analiza el factor tipo de nado, se puede apreciar que la LAC en las pruebas de 10 segundos es mayor cuando se realiza el NRCP que cuando se efectúa el NN. En las pruebas de 45 segundos las diferencias en la LAC entre el NN y el NRCP no son relevantes. En relación con esto, Sharp y Costill (1989), analizaron la LAC en el nado libre y tres tipos de nado resistido, hallando que en el nado libre la LAC era inferior con respecto a los tres tipos de nado resistido. Maglischo (1993) y Weng et al., (1988) indicaron que el nado resistido produce LAC más elevadas que el NN, 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 NN (Llop, Navarro y González, 1998; Starling et al., 1995). La idea de que la LAC sea más elevada en el nado resistido que en el NN, 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 (Zamparo et al., 1996; Toussaint et al., 1990a; Capelli et al., 1995; Holmer, 1974; Chatard, 1990b). Por su parte Kirwan et al., (1988) examinaron la respuesta de la LAC entre el NN y el nado resistido, no observándose ninguna variación significativa entre los dos tipos de nado. Los mayores registros de LAC 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 LAC es superior con el empleo del NRCP que con el NN, 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 LAC, se puede observar que el factor tiempo modifica la LAC 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 LAC y el tipo de resistencia. (Yoshida et al., 1987; Ribeiro et al., 1990). Cuando se utiliza el NRCP 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 (1996b), la frecuencia de ciclo y la longitud de ciclo influyen sobre la variación de la LAC.

Los resultados del segundo estudio muestran como la LAC no experimenta variaciones significativas cuando se comparan las pruebas pre-tratamiento y post-tratamiento entre el

grupo control y el grupo experimental. Esto indica que el efecto de los dos tipos de entrenamiento realizados durante ocho semanas mediante NN en el grupo control y NRCP en el grupo experimental, no ocasiona efectos diferentes entre los dos grupos después de la aplicación del tratamiento.

Después de las ocho semanas de entrenamiento en el grupo control se consigue una reducción significativa del 12.08 % entre las pruebas de NN y del 12.40 % entre las pruebas de NRCP. En el grupo experimental también se encontraron diferencias significativas en la LAC, alcanzando un porcentaje del 9.96 % entre las pruebas de NN y del 15.03 % entre las pruebas de NRCP.

Como puede apreciarse la LAC experimenta una reducción significativa después de realizarse los entrenamientos específicos de velocidad durante las ocho semanas, en las dos pruebas y en los dos grupos. Estos datos confirman los estudios realizados por Weng et al., (1988) donde afirma que con el entrenamiento había una disminución semanal de la LAC y los de Holloszy y Coyle (1984) que afirman que la concentración de lactato en músculo y en la sangre es menor ante la misma intensidad después de un programa de entrenamiento. También se puede comprobar como la LAC es significativamente mayor en las pruebas donde se utiliza el NRCP con respecto a las pruebas de NN, tanto en las pruebas pre-tratamiento, como en las pruebas post-tratamiento de los dos grupos. Estos resultados confirman los datos obtenidos en esta variable en el estudio 1 de este trabajo y los expuestos por Sharp y Costill (1989) donde muestran que el nado libre tiene una LAC inferior a los tres tipos de nado resistido analizados (6'27, 7'75 y 9'26 Kg).

Observando los datos se puede apreciar como el comportamiento de la LAC es similar en las pruebas del grupo control y del grupo experimental después de la aplicación de los diferentes tratamientos durante las ocho semanas. Según Maglisho, (1983), Gullstrand y Holmer (1983) los métodos de nado resistido pueden usarse para aumentar el nivel de lactato en sangre, y elevar la tolerancia al lactato de los nadadores. En este estudio el NRCP no muestra una tendencia clara a mejorar los niveles de tolerancia al lactato con respecto al NN, quizás debido a que los dos entrenamientos específicos aplicados a los dos grupos estaban encaminados a la mejora de la velocidad, por lo que, la mayor parte del volumen se realizaba con una mayor influencia del sistema anaeróbico aláctico, mientras que los trabajos encaminados a la mejora anaeróbica se efectuaron de forma idéntica por los dos grupos. Por todo esto, parece lógico que no se observen diferencias importantes en las distintas pruebas ya que los tratamientos aplicados no incidían tan directamente en la LAC.

## **CONCLUSIONES.**

En el primer estudio el NRCP produce valores significativamente mayores de LAC respecto a la utilización del NN en las pruebas de 10 segundos, no apreciándose diferencias significativas en las de 45 segundos. La utilización de esfuerzos máximos de 45 segundos produce variaciones significativas mayores en LAC respecto a esfuerzos máximos de 10 segundos.

En el segundo estudio se puede afirmar que después de ocho semanas de entrenamiento no existían diferencias significativas en LAC entre los dos grupos, que permitan considerar al entrenamiento específico de velocidad mediante NRCP, como un método idóneo para reducir LAC en los nadadores velocistas. Aunque si se observan reducciones de LAC en los dos grupos, después de las ocho semanas de entrenamiento, que permiten contemplar a los entrenadores la utilización del NRCP, como un elemento más de alternancia y variedad en los entrenamientos de velocidad desde la perspectiva de LAC.

**BIBLIOGRAFÍA.**

- Bigard, A. X. y Guézennec, C. Y. Fatigue périphérique, lactate musculaire, et pH intracellulaire. *Science y Sports*, (1993). 8, 193-204.
- Capelli, C., Zamparo, P., Cigalotto, A., Francescato, M. P., Soule, R. G., Termin, B., Pendergast, D. R., y di Prampero, P. E. Bioenergetics and biomechanics of front crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*, (1995). 78(2), 674-679.
- Costill, D. L., Thomason, H., y Roberts, E. Fractional utilization of the anaerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (1973). 5, 248-252.
- Coyle, E. F. Blood lactate threshold in some well trained ischemic heart disease patients. *Journal Applied Physiology*, (1983). 54, 18.
- Chatard, J. C., M., Bourgoin, B. y Lacour, J. R. Passive drag a good evaluator of the swimming aptitude. *Eur J Appl Physiol*, (1990). 59: 399-404.
- Farrell, P. A., Wilmore, J. H., CoyE, E. F., Billing, J. E. y Costill, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Medicine and science in sports*, (1979). 11(4), 338-344.
- Fitts, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiology Review*, (1994). 74: 49-94.
- Gullstrand, L. y Holmer, I. Physiological characteristics of champion swimmers during a five year follow up period. En: Hollander, A.P. (ed.) et al., *IVInternational Symposium of Biomechanics in Swimming. International Congress on Swimming Medicine*. Amsterdam, (1983). 258-262.
- Holmer, I. Physiology of swimming man. *Acta Physiol Scand*, (1974). 407:1-53.
- Holloszy, J. O. y Coyle, E. F. Adaptatios of skeletal muscle to endurance exercise and their consequences. *Journal Applied Physiology*, (1984). 56: 831-838.
- Kirwan, J. P., Costill, D. L., Flynn, M. G., Mitchell, J. B., Fink, W. J., Neuffer, P. D. y 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), 255-259.
- 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.
- Maglischo, E. W. *Swimming even Faster* (1ª ed.). Mayfield Publishing Company. Mountain View, (1993).
- McArdle, W., Katch, F. y Katch, V. *Essentials of Exercise Physiology*, 2ª Edición. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, (2000).
- 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).
- Pereda, S. *Psicología Experimental I. Metodología*. Ed. Pirámide. Madrid, (1987).
- Ribeiro, J. P., Cadavid, E., Baena, J., Monsalvete, E., Barna, A. y De Rose, E. H. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British journal of sports medicine* (Loughborough), (1990). 24(3), 196-200.
- Sharp, R. L. y 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.
- Starling, R. D., Co still, D. L., Trappe, T. A., Jozsi, A. C., Trappe, S. W. y 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.
- 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.
- Weng, Q., Chen, Y., Niu, Y. y Wu, Z. The application of blood lactate testing in swimming training. *Sports science* (Beijing), (1988). 8(2), 47-51.
- Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M. y 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.
- Zamparo, P., Capelli, C., Termin, B., Pendergast, D. R. y 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.