

Monograph

Efecto de Tres Condiciones de Retroalimentación sobre la Velocidad Aeróbica de Nado

Pedro Pérez Soriano, Salvador Llana Belloch, Gabriel Brizuela Costa y Alberto Encarnación Martínez

Department of Sport and Physical Education. University of Valencia, Spain.

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron dos: (a) desarrollar un cronómetro subacuático con capacidad para proveer información mientras el atleta está nadando y también ser una herramienta de control para el entrenador, y (b) analizar sus efectos de retroalimentación sobre el control del ritmo de nado en comparación con el control del ritmo de nado en condiciones en las cuales la retroalimentación era provista por el entrenador o no se proveía retroalimentación, en piscinas de 25 m y 50 m. Participaron 30 nadadores hombres de nivel nacional. Cada nadador nadó 3 x 200 m a velocidad aeróbica (AS) y 3 x 200 m justo por debajo de la velocidad al umbral de anaeróbico (AnS), cada repetición con una condición diferente de retroalimentación: cronómetro, entrenador y sin retroalimentación. Los resultados (a) validan el sistema de cronómetro desarrollado y (b) demuestra que el control del ritmo de los nadadores está afectado por el tipo de retroalimentación provisto, la velocidad de nado elegida y el tamaño de la piscina.

Palabras Clave: cronómetro sumergible, autorregulación, rendimiento, tiempo de vuelta

INTRODUCCION

En las décadas recientes el respaldo científico al entrenamiento se ha vuelto un elemento cada vez más indispensable (Anderson et al., 2002; Gauthier, 1985; Guadagnoli, 2002; Pérez y Llana, 2005; Viitasalo, 2001). Los instrumentos que pueden ofrecer retroalimentación deportiva - un elemento clave en el proceso de aprendizaje (o mejora) tanto en términos técnicos como tácticos (Schmidt and Young, 1991) - son un buen ejemplo de este tipo de desarrollo. Por consiguiente, la forma, la cantidad y la frecuencia con la cual la información es obtenida pueden afectar el rendimiento. El término retroalimentación se refiere a la información relacionada con el rendimiento que el entrenado recibe durante y después de desarrollar la tarea, y hay dos tipos generales de retroalimentación: a) retroalimentación intrínseca: caracterizada porque la persona que realiza deporte recibe la información "en tiempo real" a través de diferentes mecanismos sensoriales (exteroceptiva y propioceptiva) lo que le permite al sujeto autorregular el movimiento y/o adaptar la ejecución de la tarea motora a la imagen modelo, b) retroalimentación extrínseca: nombre dado a la retroalimentación artificial que suplementa a la retroalimentación intrínseca, o que incrementa la información de retroalimentación (Swinnen, 1990). La retroalimentación extrínseca hace referencia a la información que proviene de fuentes externas como ser el entrenador, una compañía, un video o cámara fotográfica, etc. Se la puede considerar un suplemento para la retroalimentación intrínseca a partir de que la misma puede ser incompleta o errónea, ya que la fuente externa hace su análisis desde una perspectiva diferente a la del deportista. La retroalimentación extrínseca se clasifica de acuerdo a lo siguiente: (a) el

momento en la cual está siendo aplicada; simultánea (mientras la acción deportiva se está realizando), o terminal (después de realizado) (Lai and Shea, 1999), (b) de acuerdo al canal de transmisión: verbal o no verbal (Hebert and Landin, 1994), y c) dependiendo del conocimiento de los resultados y/o del rendimiento (Schmidt and Lee, 1999).

En una disciplina deportiva como la natación, la retroalimentación que el nadador recibe juega un rol clave en la consolidación del perfeccionamiento del rendimiento técnico, tanto en el proceso de aprendizaje (Salmoni et al., 1984) como en la mejora de la técnica de nado (Bilodeau, 1966). La retroalimentación intrínseca para el nadador está siempre presente, a partir de que proviene de la información que el sistema nervioso recibe a partir de diferentes receptores del cuerpo humano (Latash, 1998). Sin embargo la retroalimentación extrínseca del nadador depende de “algo” o de “alguien”, que le da a el/ella información sobre su rendimiento técnico, debido a que las “sensaciones” del nadador con respecto al rendimiento no siempre coinciden con evaluaciones externas. Así como la retroalimentación extrínseca informa a los nadadores acerca de sus resultados (i.e., tiempo de nado), esta tiene también otras funciones implícitas, como las señaladas por Newell (1976), tales como: la función de guía de aprendizaje, la función asociativa y finalmente como la función de motivación o de incentivo. Estas funciones no se excluyen mutuamente y pueden ser presentadas simultáneamente, incrementando así la probabilidad de que la siguiente acción de rendimiento sea realizada en la dirección correcta.

Debido a las condiciones ambientales que rodean al nadador (agua, humedad, espacio abierto, etc.), existe un uso limitado o reducido de sistemas electrónicos o instrumentos para proveer retroalimentación. Por esta razón, la retroalimentación extrínseca que el nadador recibe es mayormente verbal o por gestos, generalmente dados por el entrenador desde la plataforma de la piscina. Sin embargo, el progreso tecnológico permite que los instrumentos tengan un mayor desarrollo para ayudar en el control durante el entrenamiento, por ejemplo a través de sistemas que controlan la velocidad del nadador por medio de luces marcadoras de ritmo (González et al., 2002), medios de comunicación de imagen dual (Vezos et al., 2007), o velocímetros (Seifert and Chollet, 2005). De cualquier manera, aparte de los problemas ambientales que rodean al nadador, los avances hasta la fecha suponen dos problemas para ayudar al control del entrenamiento y/o información del nadador: (a) la necesidad de equipar al nadador con algún sistema, como ser un tubo y/o gafas de buceo (Aqua FM PRO system®), y (b) la falta de herramientas para almacenar la información de una sesión de nado, la cual resultaría útil para planificar el entrenamiento (Pérez et al., 2005), a pesar de la existencia de herramientas útiles tal como las gafas de buceo con cronómetro incorporado (Clothier, 2005), los cuales, no le requieren al nadador estar equipado con materiales adicionales que podrían interferir con el nado, pero que no son útiles para el entrenador ya que no permiten la comunicación o almacenamiento de la información.

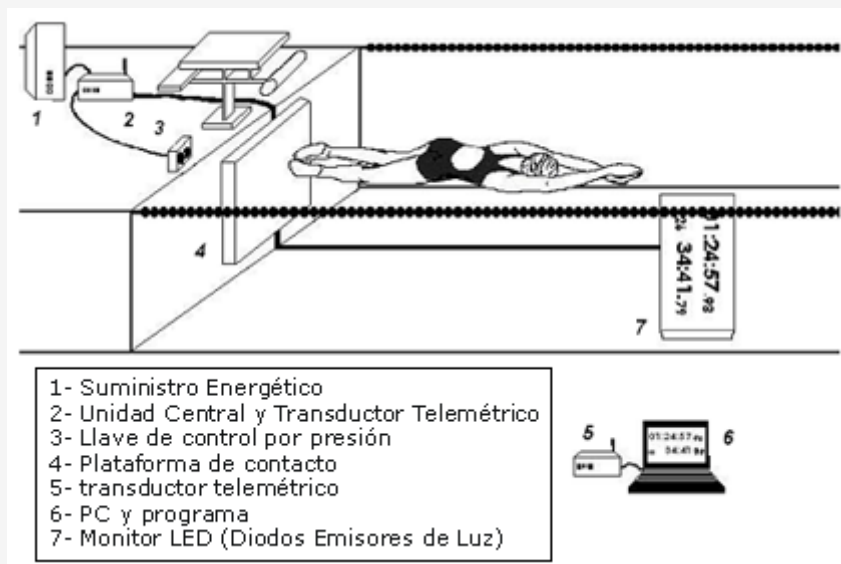


Figura 1. Diagrama de los componentes del cronómetro subacuático®.

Así pues, los objetivos de este estudio fueron: (a) desarrollar un sistema de cronometraje capaz de proveer información sin la necesidad de equipar al nadador, que pueda almacenar la información registrada y que permita la comunicación entre el entrenador y el nadador sin interferir en el rendimiento, y (b) analizar la influencia de tres condiciones de retroalimentación, la provista por el entrenador, la provista por el cronómetro, o sin retroalimentación sobre la velocidad

de natación aeróbica durante una sesión de entrenamiento.

MÉTODOS

Aparatos y Tareas

Para analizar el efecto de la retroalimentación asociada al tiempo de vuelta sobre el control de la velocidad de nado, se desarrolló un cronómetro subacuático (Pérez and Llana, 2006) compuesto por dos elementos claramente distintivos (ver Figura 1): (a) una pieza del equipo que debería permitir al nadador ver sus tiempos sin necesidad de implementar cualquier tipo de accesorio que pudiera dificultar su rendimiento, y (b) un programa de computación con capacidad de manejar información tal como las características del nadador, la distancia cubierta, los tiempos de vuelta, o sesiones previas de entrenamiento.

El hardware del cronómetro se divide en dos partes: en primer lugar y fuera de la piscina, la unidad central (2) y diversos accesorios que son controlados mediante un micro controlador que almacena la información por sesiones en una memoria. El botón de inicio/detener del sistema se controla mediante un teclado (3) conectado a la unidad central. Esto permite que el tiempo de vuelta sea transferido a una pantalla subacuática a través de la transmisión serial asincrónica de los datos obtenidos. Asimismo, este dato también es enviado a una PC (6) mediante radiofrecuencia, gracias al uso de dos transductores telemétricos. Finalmente, en la piscina, una pantalla LED (*diodos emisores de luz*) subacuática (6) junto a una plataforma de contacto (4) adaptable a cualquiera de los bordes de la piscina, manejan los datos recibidos desde la unidad central de tal forma que en cada giro, la presión ejercida por el nadador sobre la plataforma de contacto hace que se le muestre en la pantalla el tiempo de vuelta, el tiempo total y el número de vueltas realizadas.

Dado que el software (escrito en lenguaje C) y su sistema operativo eran compatibles con el entorno de Windows® (y creado en Visual Basic), los micro-controladores pudieron llevar a cabo tareas secuenciales previamente diseñadas, como el control del tiempo, la exposición de los dígitos en la pantalla, etc. Con respecto a la energía necesaria para el uso del cronómetro, una fuente de energía (1) de 12 y 10Ah, proveyó la energía necesaria para el dispositivo del cronómetro. Una segunda fuente de energía, proveniente de la misma PC (7), proveyó la corriente necesaria a través del puerto USB, para alimentar el receptor de radio frecuencia (5).

Durante el desarrollo del sistema del cronómetro, se comparó la precisión y la confiabilidad con un sistema de cronómetro oficial de la FINA (Omega Swin-O-Matic OSM 6). Se halló una correlación perfecta entre ambos ($r = 1$, $p < 0.01$).

Sujetos y Procedimientos

Una vez desarrollado el cronómetro y en función de analizar la retroalimentación externa provista por el aparato sobre el control del ritmo de natación, 30 nadadores masculinos de nivel nacional (edad = 18.48 ± 1.08 años, altura = 1.80 ± 0.04 m, masa corporal = 73.38 ± 2.34 kg) participaron de forma voluntaria. Todos los nadadores fueron informados de manera verbal y escrita sobre la naturaleza del estudio, incluyendo todos los riesgos potenciales. Previo a la participación de los sujetos, se obtuvo el consentimiento informado por escrito, y el estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Valencia. Los nadadores llevaron a cabo las pruebas en dos piscinas de diferentes dimensiones: 25 m (corta) y de 50 m (larga), utilizando en todas las pruebas estilo libre (*"crol frontal"*).

| Velocidad de nado | Retroalimentación del entrenador | | Retroalimentación del cronómetro | | Sin retroalimentación | |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| | Longitud de la piscina | | Longitud de la piscina | | Longitud de la piscina | |
| | 25 m | 50 m | 25 m | 50 m | 25 m | 50 m |
| AS | 38.55 (0.15)† | 75.48 (0.45)* | 38.57 (0.15)† | 74.25 (0.45)* | 38.76 (0.14) † | 77.50 (0.45)* |
| AnS | 37.68 (0.14) | 70.65 (0.45)*,# | 38.06 (0.14) | 70.35 (0.45)*,# | 37.42 (0.14) | 72.23 (0.45)*,# |

Tabla 1. Valores medios del tiempo de nado (\pm EE, $n = 30$) entre las diferentes condiciones de retroalimentación (entrenador/cronómetro y sin retroalimentación), dos largos de piscina (25/50 m), y dos velocidades de nado (velocidad aeróbica de nado (AS) y velocidad de nado en el umbral anaeróbico (AnS)). * Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$) entre las condiciones de retroalimentación provista por el entrenador/cronómetro y la condición sin retroalimentación para el largo de piscina (50 m). † Diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.01$) entre las condiciones de retroalimentación provista por el

entrenador/cronómetro y la condición sin retroalimentación para la velocidad de nado (As). # Diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.01$) entre las condiciones de retroalimentación provista por el entrenador/cronómetro y la condición sin retroalimentación para la velocidad de nado al umbral anaeróbico (Ans).

El entrenador escogió dos velocidades aeróbicas de nado para cada nadador de manera individual: (a) velocidad de nado aeróbico (AS), definido como el primer incremento en la concentración de lactato en sangre sobre el nivel de reposo, y (b) justo por debajo del umbral anaeróbico (Ans), definido como el estado máximo estable de lactato. Estas velocidades individuales fueron determinadas mediante pruebas de lactato basadas en nadar 200 m estilo crol a máxima velocidad (4 × 200 m) realizadas en la semana previa (Anderson et al., 2008; Jernej et al., 2008; Pyne et al., 2001).

Cada nadador cubrió 200 m a las dos velocidades de natación especificadas y con tres diferentes condiciones de retroalimentación: (a) Sin retroalimentación: el nadador fue informado sobre la velocidad a la que debía nadar antes de comenzar la prueba, y posteriormente no se le brindó ninguna información durante la prueba, (b) Con retroalimentación tradicional (entrenador): el nadador fue informado sobre la velocidad de nado antes de comenzar la prueba, y luego de cada una de las dos vueltas recibió retroalimentación visual (lenguaje corporal: gesticulación con una de las manos) y sonora (silbato o voz) provista por el entrenador quien se encontraba en el borde de la piscina, y (c) Con retroalimentación provista por el cronómetro subacuático: el nadador fue informado sobre la velocidad de nado antes de comenzar a nadar y, después de cada una de las dos vueltas, observó su tiempo de vuelta en el cronómetro que se encontraba en el fondo de la piscina. Esto se llevó a cabo en dos ocasiones: en una piscina de 25 m y en una de 50 m. Al final, cada nadador realizó 1200 m tanto en la piscina de 25 m como en la de 50 m: una prueba a la velocidad AS y otra a la velocidad AnS y en cada una de las tres condiciones de retroalimentación. Entre cada una de las pruebas de 200 m, los nadadores descansaron por un período de 10 min para así evitar la posible fatiga en la siguiente prueba.

Análisis Estadísticos

Para valorar la influencia de las distintas variables sobre el tiempo de nado, se utilizó el análisis de varianza ANOVA (Tipo III) que incluyó los siguientes factores: longitud de la piscina (niveles: corto y largo), velocidad de nado (niveles: velocidad aeróbica "AS" y velocidad al umbral anaeróbico "AnS"), y retroalimentación (niveles: cronómetro, entrenadores y ninguno). Se incluyó el factor "sujeto" para analizar su interacción con los otros factores. Se fijó un nivel de significancia α de 0.05 y se utilizó la prueba post hoc LSD de Rango Múltiple para distinguir las diferencias entre los niveles de los factores.

RESULTADOS

Los resultados demostraron que el control de ritmo de los nadadores es afectado por el tipo de retroalimentación provista, la velocidad de nado elegida y el tamaño de la piscina, tal como se muestra en la Tabla 1.

El tiempo de nado dependiente del factor de retroalimentación (cronómetro vs. entrenador vs. ninguna retroalimentación) mostró diferencias estadísticamente ($p < 0.01$) (Figura 2). Sin embargo, la prueba de rango múltiple (LSD) detectó exclusivamente diferencias entre las condiciones de retroalimentación entrenador/cronómetro y la condición sin retroalimentación, mientras que la interacción entre "nadador" y condición de retroalimentación, no fue significativa ($p > 0.05$).

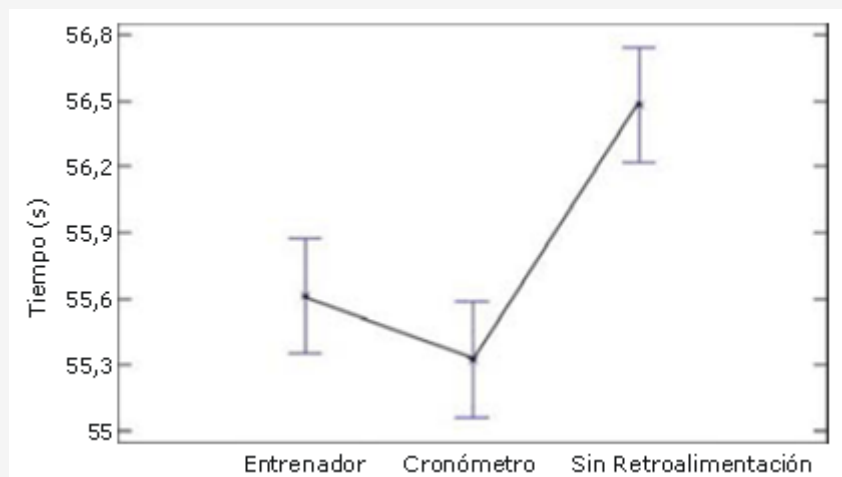


Figura 2. Tiempo de nado en función del factor de retroalimentación (entrenador/cronómetro/sin retroalimentación) ($p < 0.01$).

En relación al efecto de retroalimentación para los diferentes largos de piscina (para ambas velocidades de nado), no se hallaron diferencias significativas ($p = 0.24$) para la prueba en piscina corta (25 m). No obstante, la interacción entre los factores retroalimentación-velocidad de nado mostró diferencias significativas ($p = 0.014$) (Figura 3a). En la piscina larga (50 m), el efecto de la retroalimentación sobre el tiempo de nado fue significativo ($p < 0.01$), a pesar de que en la prueba de rango múltiple (LSD) solamente detectó diferencias entre las condiciones sin retroalimentación y las otras condiciones. La interacción entre los factores retroalimentación y velocidad de nado no fue significativa ($p > 0.05$) (Figura 3b).

En relación con la velocidad de nado, se encontraron diferencias significativas para la velocidad aeróbica de nado ("AS") ($p < 0.01$) (Figura 4a) y para la velocidad de nado en el umbral anaeróbico ("AnS") ($p = 0.01$). En ambos casos, la prueba de rango múltiple (LSD) detectó diferencias entre las condiciones de retroalimentación entrenador/cronómetro y la condición sin retroalimentación. En ambas velocidades de nado, la interacción entre los factores retroalimentación-nadador no fue significativa (AS, $p = 0.99$ y AnS, $p = 0.99$).

DISCUSION

Los objetivos del presente estudio fueron dos: desarrollar un sistema capaz de colaborar con los nadadores y entrenadores durante la sesión de entrenamiento, y luego, analizar su efecto de retroalimentación sobre las velocidades de nado aeróbicas en comparación con la retroalimentación del entrenador y una condición sin retroalimentación. Se desarrolló un nuevo sistema de cronómetro conectado teleméricamente a una PC con un software específico y se validó con respecto a un sistema oficial de cronometraje de la FINA ($r = 1$, $p < 0.01$).

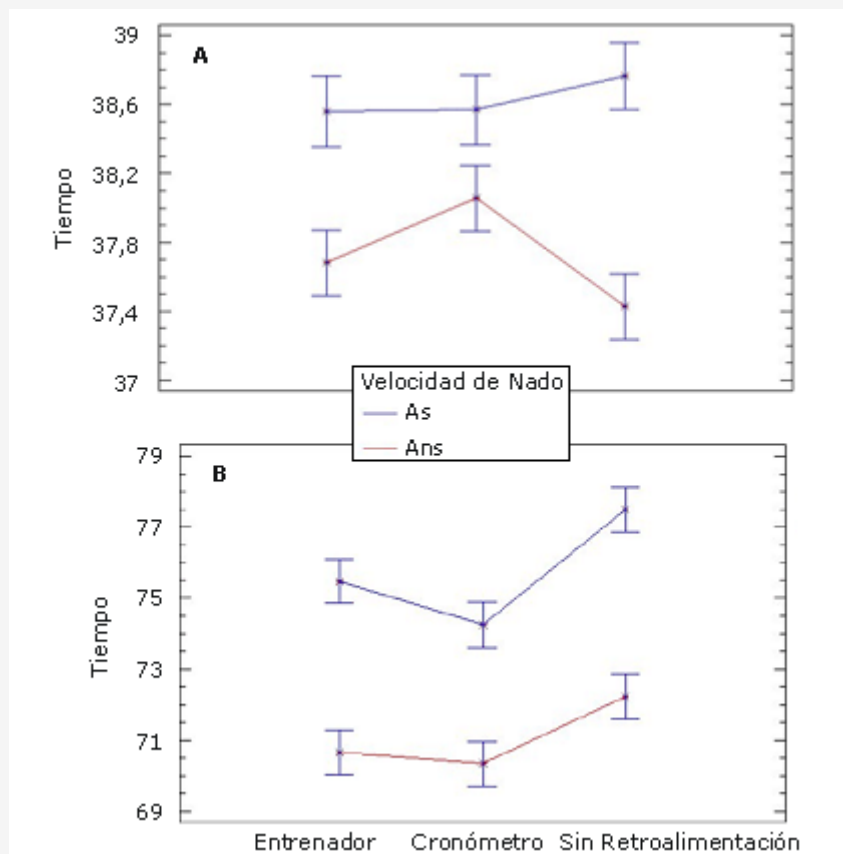


Figura 3. Interacciones entre los factores de retroalimentación y velocidad de nado en relación con el tiempo de nado en diferentes longitudes de piscina: corta (A) ($p = 0.24$) y larga (B) ($p < 0.01$).

Esta nueva herramienta específica permite al entrenador focalizar su tiempo y su atención en otros aspectos que afectan el rendimiento o sobre otros nadadores. De esta forma, el entrenador puede asegurarse que todos los tiempos realizados por los nadadores, van a quedar almacenados y podrán ser analizados en una etapa posterior.

Tal como indican hasta ahora muchos autores (Chollet et al., 1988; Gonzalez et al., 2002; Pérez y Llana, 2006), la posibilidad de brindar una retroalimentación en deportes acuáticos, ha sido difícil por las dificultades de comunicación entre el nadador y el entrenador afectado por el medio acuático de la piscina. En este aspecto y cumpliendo con uno de los objetivos del estudio, el nuevo sistema de cronometraje permite que la retroalimentación sea dada al nadador sin interferir en el rendimiento de natación. También, como demostraron Litle y Mc Cullagh (1989), podría ser una herramienta motivacional para aumentar el estímulo de la energía individual haciendo la que la tarea parezca más interesante.

En cuanto al tipo de retroalimentación dada por el cronómetro, esta podría clasificarse como extrínseca (Schmidt y Lee, 1999), intermitente (Lai y Shea, 1999), no verbal (Hebert y Landin, 1994), y capaz de informar sobre el conocimiento del rendimiento y sobre los resultados (Newell y Carlton, 1987; Schmidt y Young, 1991; Schmidt y Lee, 1999). Grosser y Neumaier (1986) también remarcaron que, este tipo de retroalimentación opera con la memoria de corto término del atleta, esta retroalimentación inmediata es más efectiva que la retroalimentación retardada, la cual opera con la menos confiable y precisa memoria de mediano o largo término. Más aún, el desarrollo del software permite a los entrenadores transmitir cortas instrucciones (mensajes de texto) al nadador por medio de un ordenador portátil, pero esta implementación no ha sido utilizada en este estudio. El beneficio de la retroalimentación cinemática podría optimizarse si su contenido especificaría información que no pudiera ser generada de otra forma y a partir de otras fuentes tales como las intrínsecas (Schmidt y Young, 1991). En este sentido, se ha sugerido que la retroalimentación intermitente aumentada es efectiva, ya que guía al sujeto hacia la respuesta correcta, minimiza los errores, y mantiene el comportamiento sobre el objetivo (Schmidt y Wulf, 1997; Schmidt y Lee, 1999).

Una vez desarrollado el cronómetro subacuático y resueltas algunas de las necesidades explicadas en la introducción con respecto a las herramientas y los materiales para la natación, el objetivo del estudio fue analizar la retroalimentación extrínseca provista por esta nueva herramienta sobre el control del ritmo de nado durante el entrenamiento. Con respecto a esto, y estando seguro que las pruebas fueron llevadas a cabo en dos velocidades de nado estadísticamente diferentes

($p < 0.01$), los resultados mostraron que la retroalimentación del cronómetro y el entrenador tienen efectos similares sobre el control del ritmo de nado tanto en piscina corta (25 m) como larga (50 m) (Figura 2). El proveer una retroalimentación intermitente e inmediata influye de manera positiva en la habilidad del nadador para mantener elevada la velocidad de nado. También, la falta de interacción entre el nadador y los factores de retroalimentación sugiere que este efecto resulta similar para todos los nadadores analizados.

Con respecto al efecto que produce el largo de la piscina (Figura 3), solamente el tiempo de nado en la piscina larga (50 m) resultó ser significativamente diferente dependiendo de la condición de retroalimentación (entrenador/ cronómetro), con una mayor variación en condiciones sin retroalimentación. En la piscina corta, solamente la interacción entre el tiempo a la velocidad de nado en el umbral anaeróbico ("AnS") y la condición sin retroalimentación resultó ser significativamente diferente en relación con la otras condiciones de retroalimentación (entrenador/cronómetro), con menor variación en la retroalimentación con cronómetro respecto de la retroalimentación provista por el entrenador.

Finalmente, el tiempo de nado a las dos velocidades de nado seleccionadas (As/Ans) fue significativamente diferente dependiendo del tipo de retroalimentación (Figura 4). Sin embargo, las diferencias entre las condiciones de retroalimentación provista por el entrenador y por el cronómetro, a la velocidad del umbral anaeróbico, no fueron mayores que a la velocidad aeróbica, en donde se observó un menor tiempo de nado y una menor varianza en la condición de retroalimentación provista por el cronómetro.

En este sentido, diversos estudios han mostrado que el rendimiento y el aprendizaje de una habilidad, tal como el ciclismo (Broker et al., 1993), o como en este caso, la natación (Chollet, et al., 1988), mejora cuando se provee retroalimentación. Estos estudios indican que aumentar la retroalimentación en tiempo real puede producir un poderoso efecto sobre el rendimiento en ciertas tareas deportivas: el control del ritmo de nado debe ser agregado a estas tareas. En estudios futuros deberíamos saber: (a) si este sistema cronometraje puede ayudar a mejorar los dos tipos de retroalimentación utilizados en el contexto del aprendizaje motor: el conocimiento de los resultados y el conocimiento del rendimiento (Newell y Carlton, 1987; Schmidt y Young, 1991), debido a la posibilidad que tiene el software de transmitir instrucciones cortas (mensaje de texto) al nadador por medio de un ordenador portátil y (b) su posible efecto como una herramienta de motivación o incentivo tal como fuera indicado por Newell (1976).

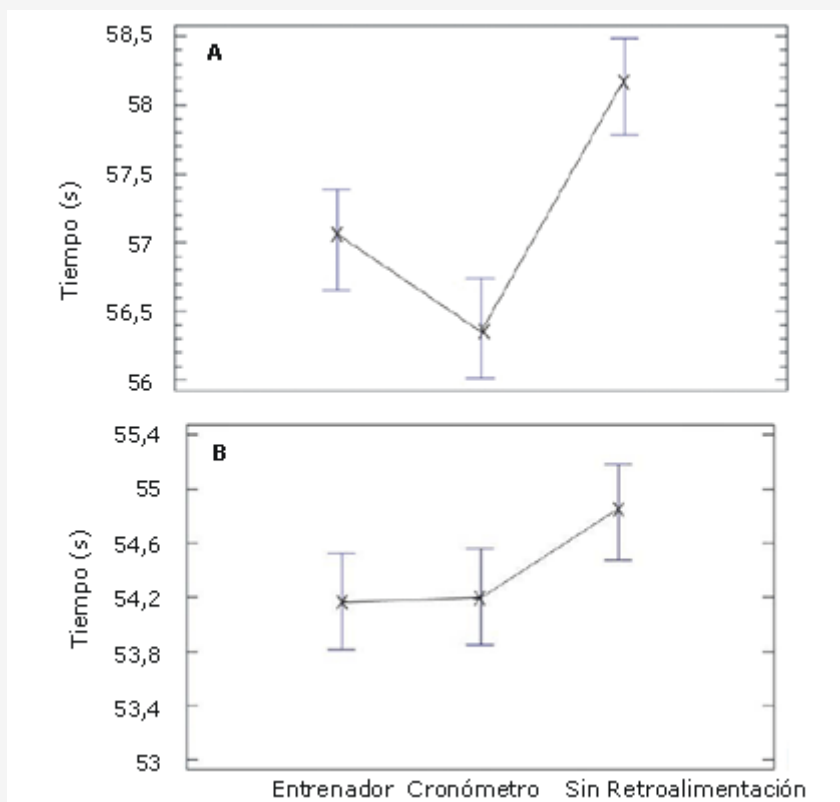


Figura 4. Tiempo de nado en función de los factores de retroalimentación a dos diferentes velocidades de nado: (A) As ($p < 0.01$) y (B) Ans ($p = 0.02$).

CONCLUSION

El presente estudio ha validado un nuevo sistema de cronometraje que provee retroalimentación intermitente en tiempo real a los nadadores sin interferir en la ejecución del nadador. Los resultados demuestran que el control del ritmo de los nadadores está afectado por el tipo de retroalimentación provista, la velocidad de nado elegida y el tamaño de la piscina. En estudios futuros el nuevo sistema de cronómetro puede ser una herramienta de mucha utilidad para evaluar otros aspectos relacionados con el efecto que tiene la retroalimentación sobre el rendimiento de nado, tales como el aprendizaje motor y el efecto psicológico, no sólo en estilo libre, sino también en estilo pecho y mariposa.

Puntos Claves

- Proveer retroalimentación simultánea a los nadadores mejora el control del ritmo de nado.
- Es más importante proveer retroalimentación para controlar el ritmo de nado cuando la piscina tiene un largo de 50 m.
- El desarrollo tecnológico tal como este sistema de cronometraje, podría restarle una tarea al entrenador, que de esta manera puede concentrar su tiempo y su atención sobre otros aspectos del rendimiento u otros nadadores.
- Los desarrollos tecnológicos son más aceptados por los entrenadores cuando los mismos no interfieren en la ejecución de los nadadores, esto es, cuando no resulta necesario implementarle al nadador cables o aparatos.

REFERENCIAS

1. Anderson, R., Harrison, A.J. and Lyons, G (2002). Accelerometer based kinematic biofeedback to improve athletic performance. In: *The engineering of sport 4*. Eds: Ujihashi, V. and Haake, S.J. United Kingdom: Blackwell Science. 803-809
2. Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A. and Pyne, D (2008). Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. *Journal of Sports Science* 15:26(2),123-130
3. Bilodeau, I. M (1966). Information feedback. In: *Adquisition of skill 55*. Ed: Bilodeau, E. A. New York: Academic Press. 603-612
4. Broker, J.P., Gregor, R.J. and Schmidt, R. A (1993). Extrinsic feedback and the learning of kinetic patterns in cycling. *Journal of Applied Biomechanics* 99, 111-123
5. Chollet, D., Micallef, J.P. and Rabischong, P (1988). Biomechanical signals for external biofeedback to improve swimming techniques. In: *Swimming Science V*. Eds: Ungerechts, B.E., Wilke, K. and Reishle, K. Champaign: Human Kinetics Publishers. 389-396
6. Clothier, J (2005). Smart goggles easy on the eyes. *International CNN.com*. Retrieved June 27, 2005, from http://edition.cnn.com/2005/TECH/06/23/spark.goggle/index.html?section=cnn_techi
7. Gauthier, G.M (1985). Visually and acoustically augmented performance feedback as an aid in motor control learning: a study of selected components of the rowing action. *Journal of Sports Sciences* 33, 3-26
8. Gonzalez, V., Sanchis, E., Villalobos, M., Brizuela, G., Llana, S. and Tella, V (2002). A new electronic system for the control of swimming speed. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. Ed: Chatard, J.C. France: Publications de l'Université de Saint-Étienne. 67-69
9. Grosser, M. and Neumaier, A (1986). Técnicas de entrenamiento: teoría y práctica de los deportes. *Martínez Roca, Barcelona*
10. Guadagnoli, M., Holcomb, W. and Davis, M (2002). The efficacy of video feedback for learning the golf swing. *Journal of Sports Science*, 20, 615-22
11. Hebert, E.P. and Landin, D (1994). Effects of a learning model and augmented feedback on tennis skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 665, 250-257
12. Jernej, K., Anton, U., Boro, S. and Venceslav K (2008). Can blood gas and acid-base parameters at maximal 200 meters front crawl swimming be different between former competitive and recreational swimmers?. *Journal of Sports Science and Medicine* 77, 106-113
13. Lai, Q. and Shea, C.H (1999). The role of reduced frequency of knowledge of results during constant practice. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 770, 33-40
14. Latash, M (1998). Neurophysiological Basis of Movement. *Human Kinetics Publishers: Champaign*
15. Litle, W.S. and Mc Cullagh, P (1989). orientation and modelled strategies: The effects on form and accuracy. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 111, 41-53
16. Newell, K.M (1976). Knowledge of results and motor learning. In: *Exercise and Sports Sciences Reviews*. Eds: Keogh, J and Hutton, R.S. Santa Barbara, California: Journal Publishing Affiliates. 35-43
17. Newell, K.M. and Carlton, M.J (1987). Augmented information and the acquisition of isometric tasks. *Journal of Motor Behaviour* 119, 4-12
18. Pyne, D.B., Lee, H. and Swanwick, K.M (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 333(2), 291-297
19. Salmoni, A.W., Schmidt, R.A. and Walter, Ch.B (1984). Knowledge of results and motor learning: a review and Critical reappraisal.

20. Seifert, L. and Chollet, D (2005). A new index of flat breaststroke propulsion: A comparison of elite men and women. *Journal of Sports Sciences* 23, 309-320
21. Schmidt, R.A., and Young, D.E (1991). Methodology for motor learning: a paradigm for kinematic feedback. *Journal of motor behaviour* 223, 13-24
22. Schmidt, R.A. and Wulf, G (1997). Continuous concurrent feedback degrades skill learning: Implications for training and simulation. *Human Factors* 339, 509-525
23. Schmidt, R.A. and Lee, T.D (1999). Motor control and learning: a behavioural emphasis. *Champaign: Human Kinetics Publishers*
24. Swinnen, S.P (1990). Interpolated activities during the knowledge of results delay and post-Knowledge of results interval: effects on performance and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 116, 692-705
25. Vezos, N., Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Christoforidis, C. and Mavromatis, G (2007). Underwater stroke kinematics during breathing and breath-holding front crawl swimming. *Journal of Sports Science and Medicine* 6, 58-62
26. Viitasalo, J.T., Era, P., Konttinen, N., Mononen, H., Mononen, K. and Norvapalo, K (2001). Effects of 12-week shooting training and mode of feedback on shooting scores among novice shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 111, 362-368

Cita Original

Pedro Pérez Soriano, Salvador Llana Belloch, Gabriel Brizuela Costa and Alberto Encarnación Martínez. Effects of Three Feedback Conditions on Aerobic Swim Speeds. *Journal of Sports Science and Medicine* (2009) 8, 30 - 36.