

Núm. Orden: 0127

Título: “Evolución individual en las fases de impulso y deslizamiento en el viraje de crol tras un proceso de entrenamiento técnico”

Autores: Sánchez Molina, J.A., Mon Fernández, J., Eiroa Bermúdez, J.J., Maañón López, R. y Braña Menéndez, S.

Procedencia: Instituto Nacional de Educación Física de Galicia (Universidade da Coruña)

Correo: jasanmol@udc.es

1. Introducción y objetivos

Dadas las escasas investigaciones sobre el viraje (Hay, 1988) presentamos nuestra experiencia tras intervenir en el perfeccionamiento de esta acción que se ha demostrado relevante en estudios realizados sobre el análisis de la competición en nadadores de alto nivel, pues de hecho se ha determinado que el tiempo de viraje resultó la variable que más altamente correlacionó con el rendimiento de prueba resultando significativa en el 92% de los casos (Mason y Cosson, 2000); de igual modo Sánchez (2000) concluyó que la importancia del viraje se incrementa a medida que aumenta la distancia de prueba llegando a superar el 50% en piscina corta y el 20% en piscina larga. También son escasos los estudios longitudinales sobre el perfeccionamiento de acciones técnicas y su repercusión en el rendimiento del deportista.

Según Grosser y Neumaier (1986), la eliminación de una técnica incorrecta debe ser un objetivo importante en el trabajo del entrenador; dado que un defecto que interfiera en el progreso puede tener varias causas, el análisis de las mismas puede hacer comprender los métodos a utilizar para su corrección. Smyshlyev (1998) estableció la existencia de periodos favorables para la corrección de problemas técnicos en un estudio que determina la variación del aprendizaje de la técnica a lo largo del proceso de entrenamiento del nadador en los cuatro estilos, concluyendo que se produce una disminución del número de errores entre los 9 y 10 años y desde los 12 a los 17 años en el sexo masculino. Otro estudio con jóvenes nadadores es el de Jukov (1998); quien consideró a los niños de 9 y 10 años, independientemente del sexo, como los sujetos que mejores condiciones tienen para aprender la técnica de los cuatro estilos de natación. Sin embargo, ninguno de los estudios referidos hace mención a la enseñanza del viraje y la historia de la investigación de los virajes de natación queda aún más limitada al ceñirnos al viraje propio del nado crol, sobre el cual incidiremos.

El presente estudio pretende conocer la influencia de la intervención técnica sobre los parámetros cinemáticos que permitan valorar el rendimiento del viraje en las fases de impulso y deslizamiento en nadadores de categoría infantil.

2. Material

- Sistema de filmación: el registro del nadador se efectuó mediante dos cámaras de vídeo: una de 8 mm (SONY modelo CCD-FX700E) con la que se empleó una obturación de 1/1000, la otra, digital (CANON modelo MV310), empleándose una obturación 1/500; con ambas se realizó enfoque manual con respecto a la localización del desplazamiento del nadador. Se empleó un trípode para cámara fotográfica montado sobre plataforma rodante, permitiendo que el objetivo de la cámara se hallara aproximadamente a 1.60 m con respecto al suelo, así como un sistema de seguimiento lateral de filmación constituido por una base móvil con rodamientos, para cámara de vídeo, sobre un monorraíl de 25 m de longitud integrado por 13 módulos ensamblados. También se empleó una tubería plástica como referencia para sincronizar los registros aéreo y acuático de las cámaras.
- Sistema de referencia: se emplearon dos referencias de 25 m de longitud sujetadas mediante tensores al sistema de anclaje de corcheras por un cable de acero de 0.003 m de grosor; cada referencia estaba constituida de 25 planchas de PVC rígido de color blanco de 0.175 m de ancho, 1 m de largo y 0.001 m de grosor, unidas entre sí y marcadas mediante tinta indeleble cada 0.05 m con números rotulados de 0.02 m de altura cada 0.10 m y de 0.04 m de altura cada metro. Anillas de acero inoxidable, enganchadas a las planchas de PVC, a 0.02 m de su borde superior, y separadas entre sí 0.5 m, permiten el paso del cable de acero que mantiene el sistema perpendicular con respecto a la superficie del agua.
- Extracción de los datos de la filmación: la visualización de los tests para registrar los tiempos y distancias parciales se llevó a cabo en un monitor color, marca NEC, modelo MultiSync FE750 de 17”, empleándose una tarjeta gráfica ALL-IN-WONDER 128 para la determinación de los tiempos. Tanto en la introducción de los datos como en su posterior tratamiento se utilizó un computador con procesador AMD Athlon 1 Ghz 128 Mb Ram. La mayoría de los cálculos se efectuaron con la aplicación Excel 2000 de Microsoft.

3. Método

Durante 11 días se realizó la filmación de un test de 50 m crol; a partir del séptimo día se planteó un entrenamiento técnico secuencial y específico de las diferentes fases del viraje de crol en ocho sesiones con una duración aproximada de 20 minutos cada una; sólo en dos ocasiones, tras la intervención técnica no se efectuó el test. Este estudio se llevó a cabo con un nadador de 16 años del Club Natación Coruña en la piscina del Instituto Nacional de Educación Física de Galicia que tiene las siguientes características: vaso de ocho calles, 25 m de longitud y 16.5 m de anchura.

La ubicación de las videocámaras para la filmación completa de la acción subacuática y aérea del viraje fue la siguiente:

- Cámara 1: permitió el registro aéreo desplazándose al par que el nadador, intentándose mantener su cabeza, aproximadamente, en la mitad del visor.

- Cámara 2: registró mediante filmación en barrido las acciones subacuáticas de aproximación y separación desde 7.5 m hasta la pared de viraje.

Antes de filmar se colocaron las dos referencias de 25 m, situándolas delante de las corcheras que delimitan la calle 3 con respecto a la cámara.

El objetivo de la cámara 1 se situó a 1.85 m de altura con respecto a la superficie del agua, manteniendo los lados superior e inferior del visor paralelos con respecto a la referencia espacial; su plano de desplazamiento, determinado por la ubicación del monorraíl, se hallaba a 7.5 m del nadador.

El test fue realizado en la calle 3, tras el calentamiento en las primeras seis sesiones mientras que en las últimas cinco se llevó a cabo tras la intervención técnica.

Cada repetición comenzó a la voz de “*preparados ..., ya!*”, momento en el que la cámara 1 iniciaba el seguimiento del nadador que partía desde el agua.

La sincronización de ambas filmaciones se realizó de la siguiente forma: tras localizar en el vídeo el fotograma en el que la tubería de plástico rompe la línea de la superficie, tanto en la grabación aérea como en la subacuática, se edita estableciendo la siguiente imagen como el fotograma “0”; creándose dos archivos digitales, uno de cada filmación

Para registrar y calcular los parámetros cinemáticos a estudiar se empleó la aplicación Excel 2000 de Microsoft, con la que se convierten los fotogramas en centésimas de segundo.

Para el registro de los tiempos (en s) y distancias (en m) se toma como referencia el instante en que el perfil anterior de la cabeza del nadador, visionada en la pantalla del monitor, contacta con el borde de una transparencia (a modo de línea recta trasladable) que une la misma distancia en el sistema de referencia colocado en las corcheras; permitiendo calcular velocidades medias (en ms^{-1}) a partir de los registros.

Los parámetros utilizados en este estudio fueron los siguientes:

- tiempo de impulso (t:imp): desde que se inicia la extensión de las articulaciones encargadas de ejecutar el impulso hasta que se pierde el contacto con la pared;
- tiempo y velocidad desde 0 hasta 4 m (t:0-4, v:0-4): desde el contacto de los pies con la pared hasta la llegada a 4 m;
- tiempo y velocidad desde el despegue hasta 4 m (t:desp-4, v:desp-4): desde que se pierde el contacto con la pared hasta la llegada a 4 m;
- tiempo, distancia y velocidad de deslizamiento (t:desl, d:desl, v:desl): desde el final del impulso hasta el inicio del primer batido subacuático;
- velocidades de 0 a 5 m y de 0 a 7.5 m (v:0-5, v:0-7.5): desde el contacto de los pies con la pared hasta las distancias indicadas;
- velocidades de 5 a 10 y de 7.5 a 7.5 m (v:5-10 m, v:7.5-7.5 m): halladas a partir del tiempo empleado en cubrir la distancia de 15 m, según las referencias de aproximación y de separación consideradas;
- velocidad de 15 a 15 (v:15-15): hallada a partir del tiempo empleado en cubrir la distancia de 30 m, considerando 15 m antes y 15 m después de la pared;
- distancia de salida de la cabeza (d:salcab): distancia donde la cabeza rompe la superficie del agua tras las fases de deslizamiento y batido subacuático;
- distancia de separación (d:sep): desde el contacto de los pies con la pared hasta la finalización del primer ciclo de nado;

Paralelamente al registro de datos se realizó el análisis técnico, anotando las características de la ejecución del viraje de crol en una planilla de errores elaborada con anterioridad, este control nos permitió analizar la evolución de la ejecución del viraje a largo de los días de grabación y comprobar la influencia que tuvo la intervención encaminada hacia mejora de cada una de las fases de la acción global.

El trabajo técnico considerado de mayor interés para la consecución de nuestros objetivos para este estudio fue desarrollado a través de las siguientes tareas en días sucesivos:

Trabajo en seco:

- 5 x 20” (20”) mantener posición de mínima resistencia (PMR) fijando la atención en la posición de cabeza, brazos y manos durante la ejecución: (a) información pormenorizada de la alineación de tronco, cabeza y brazos; (b) información y comprobación de la posición de agarre de manos durante PMR;
- Sobre una colchoneta en la playa de la piscina, mantener la PMR con dos variantes: (a) 4 x 10” (10”) en situación ventral, con el apoyo de tórax y abdomen, intentar mantener la cabeza, brazos y extremidades inferiores sin contacto con la colchoneta; (b) 4 x 10” (10”) en situación dorsal, con el apoyo de la cadera, intentar mantener la cabeza, brazos y extremidades inferiores sin contacto con la colchoneta.
- 4 x 10” Partiendo desde cuclillas mantener PMR hasta llegar a la completa extensión de todo el cuerpo en posición de pie mediante una lenta evolución.
- 6 saltos en PMR. Partiendo desde cuclillas mantener PMR hasta llegar a la completa extensión de todo el cuerpo en posición de pie mediante una evolución explosiva.
- Explicación con ayuda de una pizarra a través de representaciones gráficas de la resistencia frontal generada tras el deslizamiento así como de la PMR y de la trayectoria subacuática que describe el cuerpo en su desplazamiento hacia delante tras el impulso.
- 15 repeticiones. Partiendo desde cuclillas mantener PMR hasta llegar a la completa extensión de todo el cuerpo en posición de pie mediante una lenta evolución, completando un giro de 90° en el eje longitudinal sin modificar el apoyo de los pies.

- 6 saltos en PMR. Partiendo desde cuclillas mantener PMR hasta llegar a la completa extensión de todo el cuerpo en posición de pie mediante una evolución explosiva.
- Explicación de la situación inicial dorsal previa al con ayuda de una pizarra a través de representaciones gráficas.

Trabajo en el agua:

- 8 repeticiones con información individual de la posición adoptada y de la distancia alcanzada: realizar impulso y deslizamiento a una profundidad de 0.75 m, aproximadamente.
- 6 repeticiones. Deslizamiento con giro en el eje longitudinal de 90° tras impulso desde situación lateral.
- 6 repeticiones. Deslizamiento con giro en el eje longitudinal de 180° tras impulso desde situación dorsal.

4. Resultados y Discusión

A pesar de que el estudio se dirige al conocimiento de lo que acontece durante el viraje, se ha considerado necesario evaluar la distancia de 30 m, de tal modo, que el rendimiento del nadador en el viraje pueda compararse con el de la distancia global de prueba, ya que así, obviamente, un menor rendimiento en dicha distancia no sólo será atribuible al viraje, debiéndose tener en cuenta las fases de nado puro, es decir, aquellas distancias no afectadas por acciones previas o posteriores de la acción de viraje. A modo de control también se registró el tiempo en 50 m partiendo desde abajo, siendo la media de los once tiempos obtenidos por nuestro nadador 30.28 ± 0.34 s.

Calculando la velocidad de nado a partir de la distancia no afectada por la acción de viraje, en todos los casos resultó inferior a la obtenida cuando el nadador realizó tal acción (1.57 ± 0.05 s). Las velocidades de desplazamiento del nadador tomando como referencia diferentes distancias se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores descriptivos de parámetros estudiados

Parámetro	Media	DT	Máximo	Mínimo
v: 15-15 (ms^{-1})	1.63	0.02	1.69	1.60
v: 5-10 (ms^{-1})	1.68	0.03	1.77	1.64
v: 7.5-7.5 (ms^{-1})	1.69	0.03	1.77	1.65
v: 0-5 (ms^{-1})	2.33	0.05	2.40	2.23
v: 0-7.5 (ms^{-1})	1.97	0.05	2.11	1.89
v: desl (ms^{-1})	5.01	1.28	8.19	3.18
t: imp (s)	0.30	0.06	0.36	0.18
t: desp-4	1.22	0.05	1.32	1.12
d: salcab	5.23	0.69	7.05	4.25

En la figura 1 se aprecia que en el primer día se registran las mayores velocidades de viraje de todo el estudio lo cual nos indica que el trabajo técnico realizado no debió concluir tan prematuramente al no llegarse, excepto en un caso, a superar los valores iniciales; esto queda reforzado por la evolución de la curva de los parámetros v:0-7.5 y v:0-5 cuyas velocidades quedan representadas en el eje secundario (derecho), pues mientras el primero disminuye tras la intervención (línea vertical trazada en el día 7) mostrando una tendencia final a subir, la velocidad correspondiente a los 5 m de separación muestra una clara tendencia ascendente cuyo valor supera al registrado al inicio del estudio, lo cual no ocurre con el otro parámetro.

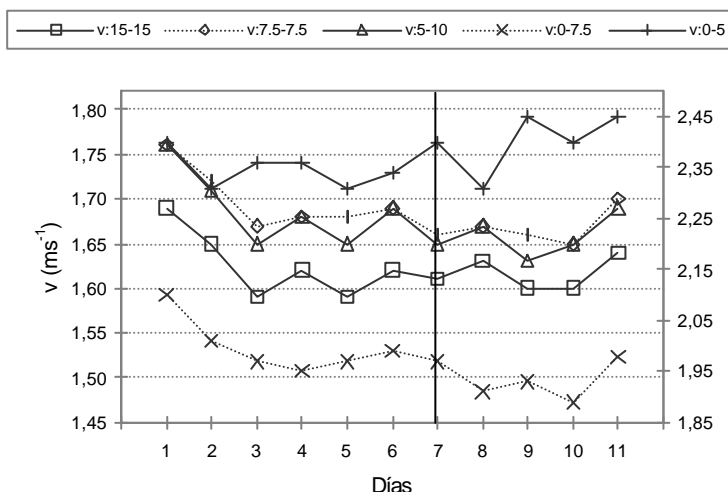


Figura 1. Evolución de las velocidades según las referencias que determinan la distancia de viraje

En la figura 1 también se observan numerosas coincidencias entre los registros de v:5-10 y de v:7.5-7.5 lo cual se ajusta a lo expuesto por Sánchez (2000) para pruebas realizadas en vaso de 25 m.

Dado que nuestro nadador concluyó el deslizamiento antes de los 4 m en todas las acciones de viraje registradas excepto en la del séptimo día, nos propusimos estudiar su evolución a partir de dicha distancia, pero apreciándose influencia del tiempo en que mantenía contacto con la pared establecimos el parámetro t:desp-4 que independiza el tiempo en llegar hasta 4 m del tiempo de impulso. Atendiendo a t:imp se pudo observar su incremento a partir de la intervención técnica

con respecto al valor inicial estabilizándose en valores máximos (0.36 s) desde el séptimo día; con ello, el tiempo en llegar a 4 m sin la influencia del impulso se redujo progresivamente a partir del cuarto día (ver figura 2), que justificamos de la siguiente forma:

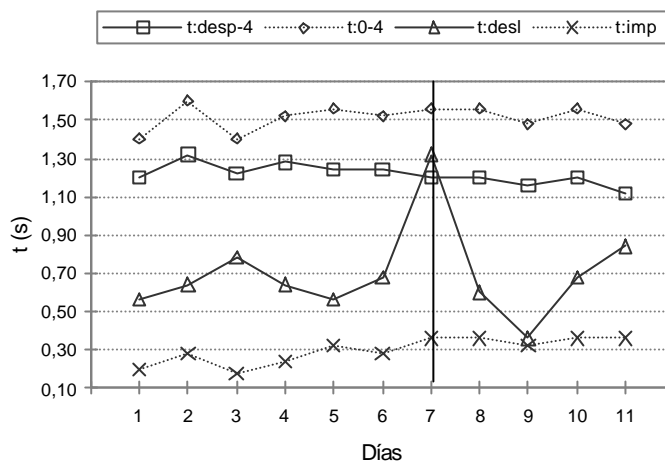


Figura 2. Evolución del tiempo de deslizamiento y del tiempo hasta 4 m con y sin la influencia del tiempo de impulso

Dada la posición en la que se inicia el impulso consideramos de forma independiente la posición de las extremidades inferiores y superiores, asociando a las últimas la del tronco.

- Extremidades inferiores: atendiendo al grado de flexión de las articulaciones de la rodilla, cadera y tobillo y al apoyo metatarsiano, el impulso mecánico será variable en cuanto a la magnitud de la fuerza y al tiempo de aplicación. Puesto que el tiempo registrado desde el inicio del apoyo hasta su finalización oscila entre 0,18 y 0,36 s, se puede inducir que aumentando el tiempo de apoyo se incrementará la eficiencia en esta fase, consiguiendo un mayor impulso.
- Extremidades superiores – tronco: la posición de los segmentos superiores y del tronco condiciona la consecución de una óptima PMR en el instante en que se inicia el desplazamiento del cuerpo, pudiendo ésta considerarse indispensable en el momento en que se produce el despegue de los pies de la pared.

En los registros visuales del nadador se aprecia una constante en la posición de sus extremidades inferiores, mientras que la de sus extremidades superiores se optimiza conforme pasan los días de entrenamiento técnico (ver figura 3).

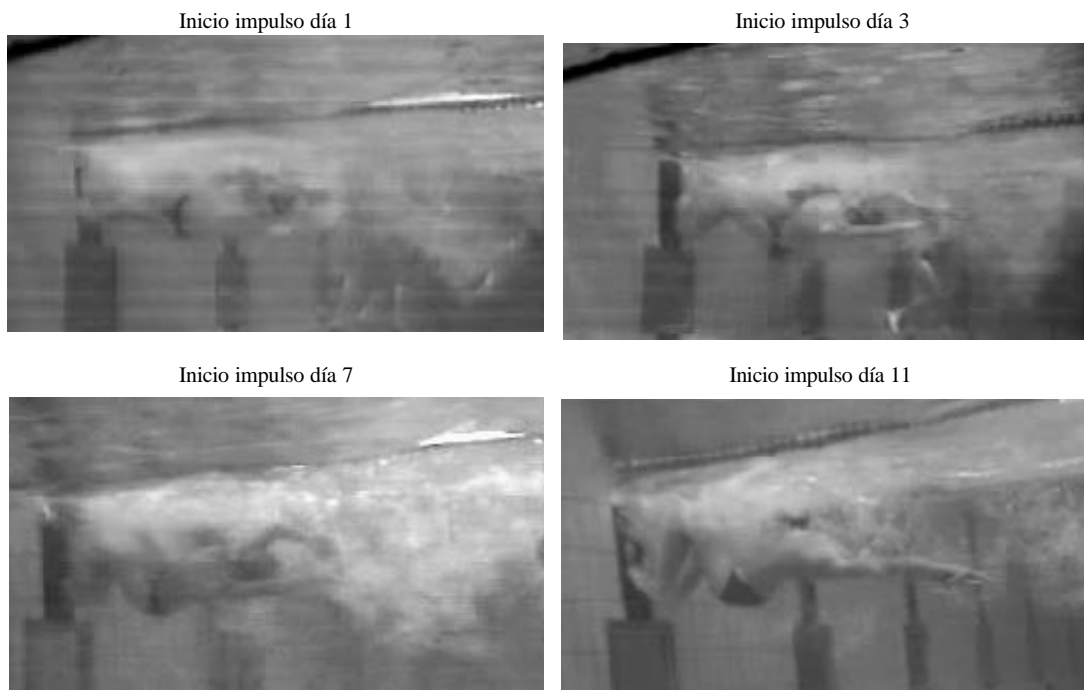


Figura 3. Fotogramas del inicio del impulso en días representativos

Al nadador se le instruyó para que efectuara un giro en el eje transversal puro, sin anticipar el giro en el eje longitudinal el cual debería iniciar al comenzar la extensión de sus extremidades inferiores. Como se puede apreciar, en el día 1 de la figura 3, el giro longitudinal se ha completado prácticamente antes de iniciar el impulso, mientras que en el mismo día

en el que se inicia el entrenamiento técnico específico de viraje (día 7) tal tendencia se ve reducida, y en el día 11 queda completamente abolida.

Respecto al parámetro d:desl se mantiene entre 3 y 3.25 m antes de la intervención técnica; el primer día en que se realiza un trabajo específico de viraje d:desl aumenta de forma exagerada hasta 4.2 m; en los dos días siguientes vuelve a la distancia conseguida al principio del estudio a pesar de haber sido reforzada la fase de deslizamiento con tareas; tal variación coincidió con el inicio del trabajo del batido subacuático y con una semana de entrenamiento con sobrecarga anaeróbica, por lo que la atención del nadador bien pudo dirigirse hacia la nueva fase de la separación trabajada o bien al duro entrenamiento que debía realizar a continuación. En el día 11 se alcanzó una distancia intermedia con respecto a valores máximos y mínimos anteriores (3.60 m), coincidiendo con un trabajo técnico variado y de acoplamiento de las distintas fases de la separación (ver figura 4).

En la figura 4 se muestra también la positiva y paralela evolución de los parámetros d:desl y d:salcab a partir del noveno día, coincidiendo con el trabajo técnico de la fase de impulso asociada al giro en el eje longitudinal, siendo continuada, tras el deslizamiento, con acciones propulsivas de las extremidades inferiores de forma corta y rápida; atendiendo a ello se aprecia tanto en el noveno como el décimo día que aún disminuyendo d:desl el parámetro d:salcab aumenta, por lo que obviamente la distancia de batido subacuático también fue incrementada, siendo en el último día cuando el nadador empleó mejor sus recursos técnicos y físicos en la fase de separación del viraje.

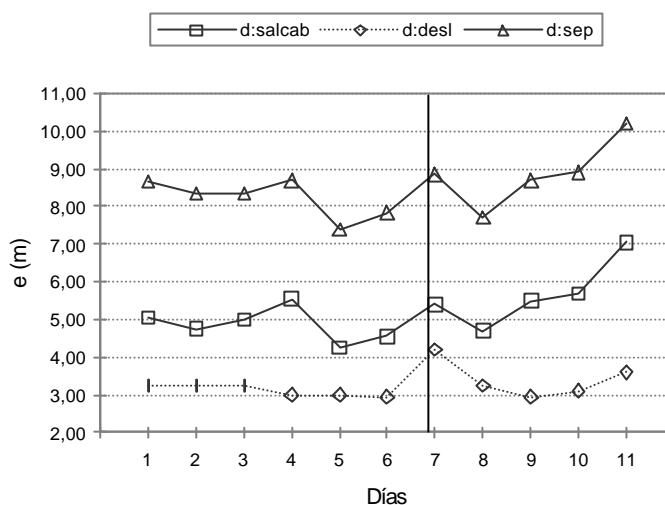


Figura 4. Evolución de las distancias de salida de la cabeza, deslizamiento y separación

5. Conclusiones:

La velocidad del nadador hasta 4 m se incrementa conforme se optimiza la posición hidrodinámica de sus extremidades superiores tanto en la fase de impulso como durante la fase de deslizamiento; del mismo modo es necesario prolongar el deslizamiento para reducir el tiempo de llegada a dicha distancia. En consecuencia la velocidad del nadador hasta 5 m se incrementa sustancialmente tras un trabajo de entrenamiento técnico específico de la fase de separación del viraje de crol.

6. Bibliografía

- Grosser, M. y Neumaier, A. *Técnicas de Entrenamiento*, Martínez Roca, Barcelona, 1986.
- Hay, J. G. The Status of Research on the Biomechanics of Swimming. In B. Ungerechts, K. Wilke y K. Reischle (Eds.), *Swimming Science V* (1ª ed., Vol. 18). Human Kinetics Books. Champaign, Illinois, 1988. pp. 3-14.
- Jukov, R. *The Age Peculiarities of Schoolchildren Swimming Technique Instruction*. Paper presented at the Abstract VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Jyväskylä, Finland, 1998.
- Mason, B. y Cosson, J. *What can we learn from Competition Analysis?* Faculty of Education, The University of Edinburg, 2000.
- Sánchez Molina, J. A. *Análisis de la Actividad Competitiva en Natación: Diferencias en Función de la Longitud del Vaso, el Nivel de Ejecución, el Sexo, el Estilo y la Distancia de Prueba*. Tesis Doctoral no publicada, Granada, 2000.
- Smyshlyev, D. *The Planing of Young Swimmers Technical Training and Analysis of Mistakes in Swimming Technique*. Paper presented at the Abstract VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Jyväskylä, Finland, 1998.

7. Palabras clave:

Natación, viraje crol, entrenamiento técnico, cinemática.

Agradecimientos:

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la colaboración del Club Natación Coruña.