

***Velocidad de Reacción en Natación***  
***Descripción y Comparación de Tiempos de Reacción de***  
***Integrantes de la Selección Nacional Juvenil con***  
***Velocistas de Nivel Internacional***  
*Secretaría de Deporte - JGM, Buenos Aires, Mayo de 2.005*



Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.  
Area Investigación y Estadística. Dirección Nacional de Políticas y Planeamiento Deportivo.  
Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Deportivo. Secretaría de Deporte de la Jefatura de  
Gabinete de Ministros, Buenos Aires, República Argentina.

**Velocidad de Reacción en Natación**  
**Descripción y Comparación de**  
**Tiempos de Contacto sobre Plataforma de Partida en**  
**Integrantes de la Selección Nacional Juvenil y**  
**Velocistas de Nivel Internacional**

Araya, Raúl (1, 2); Palazzi, Dino (1, 3, 4); Antivero, Enrique (1, 3).

1 – Autor. 2 – Director Nacional de Políticas y Planeamiento Deportivo. 3 – Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Área Investigación y Estadística. Dirección Nacional de Políticas y Planeamiento Deportivo. Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Deportivo. Secretaría de Deporte de la Jefatura de Gabinete de Ministros, Buenos Aires, República Argentina. 4 – Laboratorio de Biomecánica. Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo, Buenos Aires, República Argentina.

**RESUMEN**

Con el objeto de describir y comparar Tiempos de Contacto sobre Plataforma de Largada (TC) en integrantes de la Selección Nacional Juvenil (SN) y Velocistas de nivel Internacional (VI), se aplicaron procedimientos para la valoración cinemática de la partida en Natación. La muestra integrada por 13 (trece) y 17 (diecisiete) nadadores de sexo femenino (FEM) y masculino (MAS) respectivamente, realizó partidas desde la plataforma de largada, a la cual fue adosada una alfombra para la determinación del TC. Como forma de comparar las diferencias entre grupos, fueron utilizados los TC en competencia de los mejores velocistas femeninos (FVI) y masculinos (MVI) de nivel internacional (50 y 100mts. Libre), participantes en las Copas del Mundo de piscina corta en Moscú 2.002 e Indianápolis 2.004. El TC de FEM ( $X = 0,85\text{seg.}$ ;  $DS = 0,06\text{seg.}$ ;  $CV: 7,22\%$ ) que fue superior a MAS ( $X = 0,78\text{seg.}$ ;  $DS = 0,07\text{seg.}$ ;  $CV: 8,79\%$ ), arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con el TC de FVI. La diferencia entre MAS y MVI no fue estadísticamente significativa ( $p \geq 0,05$ ). Complementariamente se propone una tabla comparativa respecto a los TC de VI, y se informa de correlaciones con su nivel de significación entre los TC de SN y variables antropométricas de peso y estatura. Mas allá de la lógica problemática del tipo de partida utilizado por los nadadores, cuestión que podría significar diferencias en el TC, en el futuro a su vez, se promueve a la valoración de la fase subacuática, como elementos decisivos de consideración en la partida en Natación.

Palabras Clave: natacion \* partida \* velocidad \* tiempo de reaccion \* deportista argentino \* biomecanica \* indianapolis \* moscu.

Correspondencia a:

Antivero Enrique, MSc.  
Resp. Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.  
Secretaría de Deporte de la Nación – JGM, CAID – Área de Investigación y Estadística  
Crisólogo Larralde 1.050, Buenos Aires CP: 1429, Rep. Argentina  
Tel: (011) 4704 1944. E-mail: [eanivero@deportes.gov.ar](mailto:eanivero@deportes.gov.ar)

## **INTRODUCCION**

Según Acero (1.999), en el Alto Rendimiento la mayor parte de los resultados y su incremento, dependen fundamentalmente de la rapidez, la velocidad de respuesta, de movimiento, o de la facultad del deportista de gestionar las aceleraciones segmentarias o globales, aumentando la velocidad si fuese necesario.

A partir de una interesante revisión, del autor propone varias definiciones dentro de las cuales podemos hacer referencia a:

- Capacidad psicofísica que sólo se “manifiesta por completo en aquellas acciones motrices donde el rendimiento máximo no quede limitado por el cansancio” (Harre/Hauptmann, 1987 en Acero, 1.999).
- Capacidad de conseguir, en base a procesos cognoscitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas. (Grosser, 1.991 en Acero, 1.999).

Según la interpretación que realizamos a partir de la propuesta de Acero, la Velocidad requerida en una partida de Natación puede ser:

- Elemental e Integral: requiere de la Velocidad de Reacción y Aceleración.
- Segmentaria y Global: implica 2 (dos) y mas elementos o segmentos corporales en su ejecución.
- Acíclica: requiere un solo movimiento.
- Simple: se manifiesta en condiciones conocidas y estables, emitiendo respuestas conocidas (situaciones cerradas).

De acuerdo al ejemplo de partida de 100mts. llanos ofrecido por el autor, y realizando una analogía con la de Natación, tenemos:

- Salida de Bloques: Velocidad de Reacción, Segmentaria, Acíclica y Simple.
- 1er. Impulso en el Bloque: Aceleración Segmentaria y Global, Acíclica, Simple.

La partida en Natación puede manifestarse a través de la Velocidad de Reacción y la Aceleración Segmentarias y Globales, dependiendo estas últimas y según Jhosnski, 1.988 (en Acero, 1.999), de la capacidad del deportista para coordinar de forma racional sus movimientos en función de las condiciones externas en las que se realiza la tarea motriz.

La Velocidad de Reacción es la capacidad de reaccionar en el menor tiempo posible a un estímulo. La expresión calculable de la velocidad de reacción es el tiempo de reacción ( = espacio de tiempo desde la emisión de un estímulo y la contracción muscular; se compone del tiempo de reacción y el tiempo motor). Se

excita un receptor, transmite el impulso al SNC, se forma la señal eferente (TR) y llega al músculo el estímulo que excita una actividad química primero, y mecánica y conductal (no refleja) después (TM). Tiempo de Reacción y Tiempo Motor se manifiestan como Velocidad de Reacción ( $VR = TR + TM$ ). Por otro lado la Aceleración es la capacidad de realizar movimientos alcanzando en el menor tiempo la velocidad máxima. Si se requiere una mayor fuerza (superior al 30%) en los movimientos y la máxima velocidad, estamos en el ámbito de la Fuerza Rápida o Explosiva (Acero, 1.999).

Según Maglischo (1.986) una vez colocado el nadador en la posición de preparación para la partida, ha de concretar toda su atención en la señal de mando. Ello permite que se este en situación de reaccionar tan rápidamente como sea posible cuando se oiga el disparo o señal convencional. Henry y Rogers (1.960 en Maglischo, 1.986) han demostrado que lo que produce los tiempos mas rápidos de reacción ante la señal, es la concentración sobre esta mas bien que los movimientos de la salida en si. Las medidas efectuadas sobre muchos nadadores han dado como resultado que la diferencia es del orden de 0,03 a 0,06 segundos.

Bajo este encuadre teórico general, que progresivamente hemos aproximado hacia la Natación, y sobre la base de registros de Tiempos de Contacto sobre la Plataforma de Partida (TC) en integrantes de la Selección Nacional Juvenil (SN); buscamos introducirnos en uno de los posibles componentes de la Partida como lo es la Velocidad de Reacción, que nos permita indagar en condiciones de especificidad deportiva, sobre las características neuromusculares de los nadadores evaluados y cómo estas se manifiestan respecto a los mejores Velocistas de Nivel Internacional (VI).

## METODOS

### Sujetos

La muestra incluyó a 13 (trece) nadadoras y 17 (diecisiete) nadadores pertenecientes a la Selección Nacional Juvenil.

Las características antropométricas generales puede observarse en la Tabla 1. Se ofrecen como parámetros informativos, los valores de nadadores Argentinos de Alto Rendimiento A (Lentini et al., 2.004) y B (Antivero et al., 2.005).

Tabla 1 – Características Antropométricas

MUESTRAS		FEM (n = 13)	A (n = 7)	B (n = 5)	MAS (n = 17)	A (n = 12)	B (n = 4)
PESO	X	57,9	61,0	56,8	66,3	79,0	80,0
	DS	6,7	7,2	5,1	6,5	11,5	10,2
	CV	11,6	11,8	9,0	9,8	14,6	12,8
ESTATURA	X	167,3	168,9	164,2	174,6	181,8	185,6
	DS	6,0	7,8	3,0	5,4	8,0	9,4
	CV	3,6	4,6	1,8	3,1	4,4	5,0

Valores Promedio, Desvíos Estándar y Coeficientes de Variación

### Valoración Cinemática

La valoración cinemática se efectuó a través del procedimiento técnico de la partida desde la plataforma correspondiente. El instrumento de medición utilizado fue una alfombra para la valoración de tiempos de vuelo y contacto especialmente acondicionada para su utilización en piscina (Axon Jump, Argentina).

La alfombra comanda un cronógrafo de alta resolución (1ms.) que se activa al dispararse la señal sonora. Una vez activado el cronógrafo, éste registrará el tiempo transcurrido desde la señal sonora hasta que el ejecutante deja de estar en contacto con la alfombra la cual fuera previamente adosada a la superficie de la plataforma de partida.

Cabe destacar que este es un instrumento cinemático, es decir, describe el movimiento sin inferir sus causas. Esto significa que obtendremos de él variables cinemáticas tales como tiempo, espacio y velocidad. Con un poco de conocimiento, podemos calcular aceleración con el cronómetro programable.

No hubo consideración del tipo de partida utilizado por lo nadadores, dejando liberada la posibilidad de aplicar la técnica mas efectiva en 3 (tres) intentos con

tiempo suficiente de recuperación (>3min.). Los resultados para cada nadador constituyen el promedio de los 3 (tres) intentos efectuados.

### ***Tratamiento Estadístico***

El tratamiento estadístico utilizado incluyó el cálculo de Medias, Desvíos Estándar y Coeficientes de Variación, y la determinación del Coeficiente Spearman para las variables involucradas. Para las diferencias estadísticas entre muestras, fue aplicado el Mann-Whitney U Test. Los niveles de significación fueron establecidos al  $p < 0,05$ .

### ***Consentimiento***

Los Responsables del Cuerpo Técnico de la Selección Nacional Juvenil, permitieron abiertamente la aplicación de los procedimientos mencionados, una vez informados acerca de los objetivos del presente estudio. En todo momento se ha asegurado el criterio de privacidad de la información, motivo por el cual sólo se hace referencia a resultados grupales sin identificación personal.

## RESULTADOS

La Tabla 2 hace referencia a los resultados del TC para cada una de las muestras.

El TC de la SN Femenina (FEM) ( $X = 0,85\text{seg.}$ ;  $DS = 0,06\text{seg.}$ ;  $CV: 7,22\%$ ) que fue superior a la Masculina (MAS) ( $X = 0,78\text{seg.}$ ;  $DS = 0,07\text{seg.}$ ;  $CV: 8,79\%$ ), arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con el TC de los VI Femeninas (FVI). La diferencia entre MAS y los VI Masculinos (MVI) no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

Tabla 2 – Tiempos de Contacto de la Selección Nacional Juvenil de Natación y Velocistas de Nivel Internacional (Moscú 2.002 e Indianápolis 2.004).

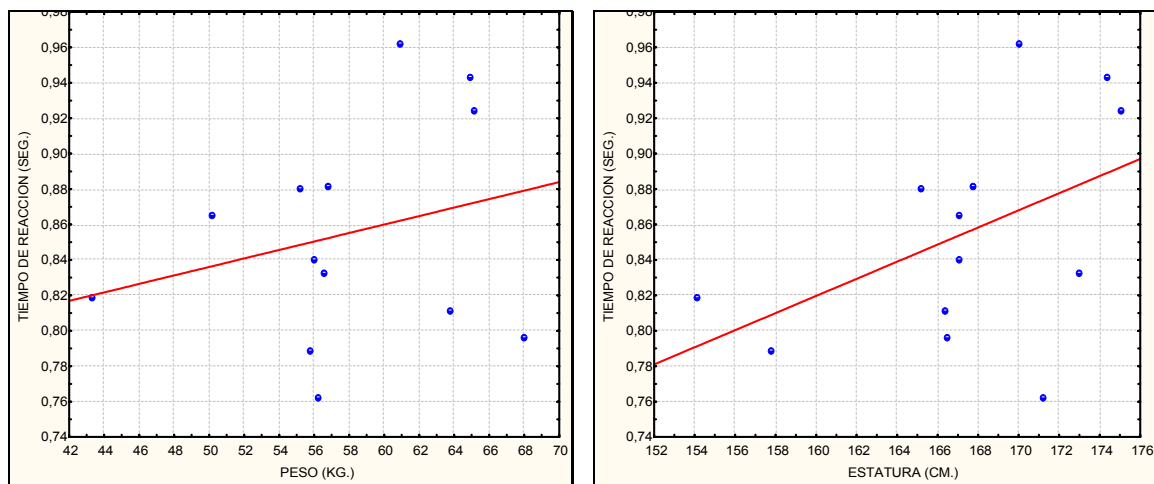
MUESTRAS		FEM (n = 13)	FNI (n = 31)	MAS (n = 17)	MNI (n = 32)
TR	X	0,85 *	0,78 *	0,78	0,75
	DS	0,06	0,05	0,07	0,05
	CV	7,22	6,74	8,79	7,26

Valores Promedio, Desvíos Estándar y Coeficientes de Variación

\* Diferencia Significativa  $p < 0,05$

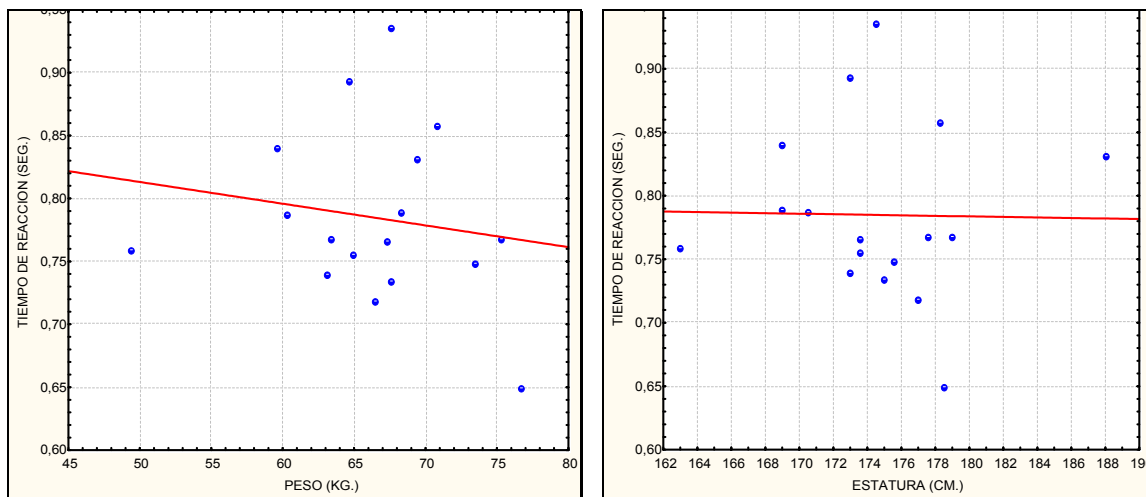
Como forma de avanzar en las posibles vinculaciones del TC con otras variables disponibles, se incorporan las Antropométricas de Peso y la Estatura. A la luz de los resultados parece haber una limitada relación entre las variables involucradas (Fig. 1 y 2).

Fig. 1 - Tiempos de Contacto durante la partida, Peso ( $r_s = 0,2308$ ,  $p < 0,05$ ) y Estatura ( $r_s = 0,4815$ ,  $p < 0,05$ ), en integrantes de la Selección Nacional Juvenil (SN) Femenino.



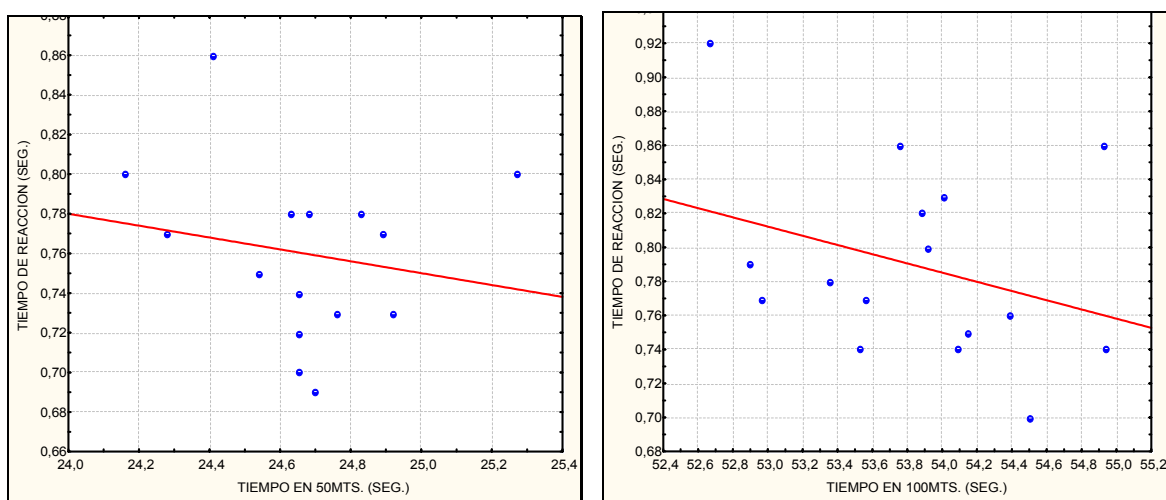
*Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en  
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*

Fig. 2 - Tiempos de Contacto durante la partida, Peso ( $r_s = -0,1078$ ,  $p < 0,05$ ) y Estatura ( $r_s = -0,1498$ ,  $p < 0,05$ ), en integrantes de la Selección Nacional Juvenil (SN) Masculino.



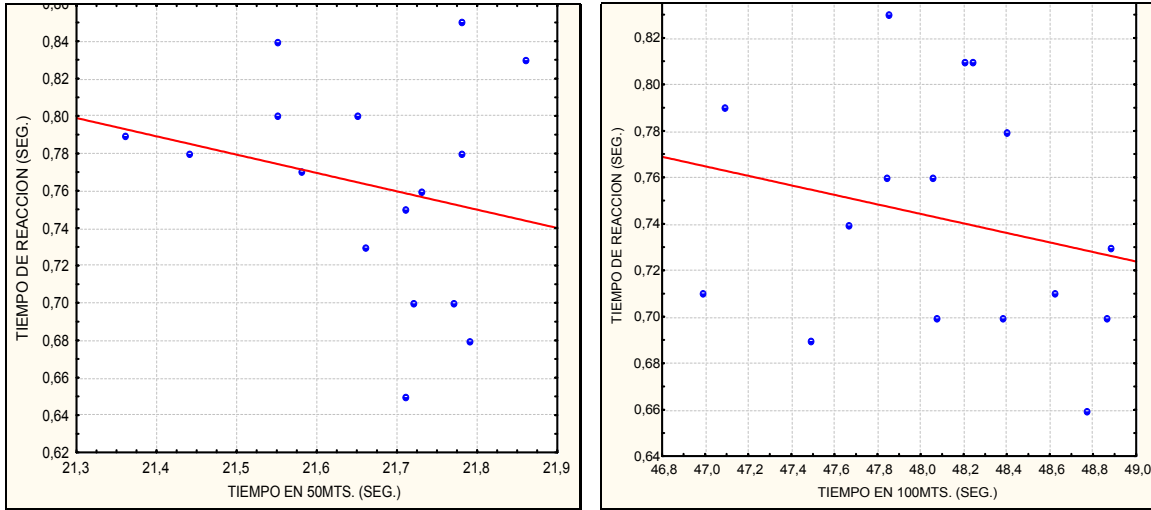
Vale la pena informar, que los TC pertenecientes a los VI corresponden a registros oficiales en competencia para pruebas de 50 y 100mts. Libre, en participantes de las Copas del Mundo de piscina corta en Moscú 2.002 e Indianápolis 2.004. Complementariamente al TC de VI, se ofrecen las correlaciones respecto al Tiempo Final (TF) de las pruebas. Asimismo como las correlaciones previas, las presentes arrojan valores poco significativos (Fig. 3 y 4).

Fig. 3 - Tiempos de Contacto durante la partida y Tiempo Final, en Moscú (2.002) e Indianápolis (2.004) en pruebas de 50 ( $r_s = -0,2992$ ,  $p < 0,05$ ) y 100mts. ( $r_s = -0,3678$ ,  $p < 0,05$ ) Femenino.



*Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en  
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*

Fig. 4 - Tiempos de Contacto durante la partida y Tiempo Final, en Moscú (2.002) e Indianápolis (2.004), en pruebas de 50 (rs = -0,2009, p<0,05) y 100mts. (rs = -0,2291, p<0,05) Masculino.



## DISCUSION

El presente estudio ha estado orientado a indagar sobre uno de los posibles componentes de la Partida en Natación, como lo es la Velocidad de Reacción, interpretada ésta como el Tiempo de Contacto sobre la plataforma de partida.

A partir de los resultados obtenidos, hemos visto como se asemejan los valores de las muestras masculinas, y como difieren las femeninas ( $p < 0,05$ ). La proximidad y diferencias encontradas, podrían analizarse en primer orden desde la posible influencia del factor competitivo a favor de la muestra internacional, y el de crecimiento y maduración respecto a la muestra juvenil nacional. En segunda instancia, la técnica de partida podría ser un elemento clave de discusión.

Mientras la totalidad de factores podrán ser estudiados con mayor precisión en futuras experiencias, vale la pena atender respecto a la técnica de partida, a la revisión del Profesor Ross Sanders en su artículo Start Technique – Recent Findings ([www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)), en el cual indica que la partida Grab se ha transformado en la favorita entre los nadadores competitivos de elite y que ya en los Juegos Olímpicos de Sydney, la partida con swing de miembros superiores no fue utilizada por ningún finalista.

La explicación general es que la partida Grab permite que el centro de gravedad se encuentre mas adelantado, y asi reduce el tiempo requerido para alcanzar la posición en la cual una gran fuerza horizontal puede aplicarse para generar movimiento horizontal.

Sanders prosigue diciendo que la partida Track, es básicamente una variante de la Grab. En la Track, en la cual un pie se encuentra mas adelantado que el otro, pueden advertirse la alternativa de la forward weighted (peso anterior) y rear weighted (peso posterior). Una nueva técnica de partida fue desarrollada a partir del diseño de las nuevas plataformas de partida, que permiten al nadador ubicar el centro de gravedad en una posición mas adelantada previo a la partida, tomándose (Handle) por sobre la superficie de la plataforma (Fig. 5).

Fig. 5 – Tipo de Partidas



Partida Grab



Partida Track



Partida Handle

Fotografías de Blanksby et al., 2001 en Sanders Ross ([www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)).

Tiempos de Reacción en Natación en Integrantes de la Selección Nacional Juvenil

Las variables antropométricas podrían jugar un importante rol en la partida, aunque según nuestros resultados el TC no ofrece correlaciones aceptables respecto al peso corporal y a la estatura en SN (Fig. 1 y 2).

A pesar de esto, el Profesor Sanders hace referencia a que según un estudio de Bonnar S. (2.001), la estatura y el peso pueden estar significativamente relacionados al tiempo desde la entrada a los 9,5mts. ( $r = -0,55$ ;  $p = 0,027$  y  $r = 0,50$ ;  $p = 0,05$  respectivamente). Así, sería posible que los nadadores más altos tuvieran ventajas hidrodinámicas respecto a la reducción de resistencia al avance y la producción de propulsión. Al considerar la masa corporal, la explicación es que la desaceleración causada por cualquier fuerza es proporcional a la masa, y las diferencias de masa entre los deportistas pueden estar vinculadas al desarrollo muscular. Los nadadores musculados podrían ser capaces de generar mayor fuerza propulsiva con la patada.

Respecto a la incidencia que el TC puede tener en el TF, claramente las correlaciones obtenidas en los VI informan sobre niveles de significación muy bajos (Fig. 3 y 4).

La baja relación de TC con el Peso y Estatura de SN, y con el TF de VI, nos lleva a pensar sobre la existencia de otras variables vinculadas a la partida, que pudieran tener mayor significación en el resultado final de este tipo de pruebas. En este sentido, el análisis de Mason y Cossor (1.999) en el Pan Pacific Championships (en Sanders, [www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)), revela que los tiempos de partida en 15mts., resultan significativamente relacionados con los tiempos de casi todas las pruebas, incluidas aquellas hasta 400mts. Libres.

De acuerdo a estudios similares de Bonnar (2.001), Guimaeres y Hay (1.985) y Cossor y Mason (aceptado en 2.001) (todos en Sanders, [www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)), encontraron que una de las variables comúnmente significativa relacionada con el tiempo en 15mts., es la distancia subacuática. Bajo estas condiciones la fase subacuática de la partida es altamente importante en el rendimiento de la partida.

## **CONCLUSIONES Y DESAFIOS PARA FUTURAS EXPERIENCIAS**

En conclusión, los resultados sólo brindan a partir del TC un primer acercamiento a la problemática de la partida con relación a la Velocidad de Reacción. A pesar de la limitada incidencia que el TC parece tener con el Peso, Estatura y el TF en pruebas de 50 y 100mts. Libre; éste colabora en brindar parámetros iniciales respecto al grupo de estudio, que puedan ser utilizados comparativamente con nadadores juveniles a nivel nacional.

Respecto a los resultados grupales expuestos, se observa que la muestra nacional de nadadores masculinos no presenta diferencias significativas en sus TC, al compararlos con los nadadores de clase mundial; sin embargo, entre las mujeres la diferencia si lo es ( $p < 0,05$ ).

Como sugerencia general y a la luz de los resultados observados, podría ser necesario mejorar el TC de las mujeres evaluadas, para lo cual habría que considerar la conveniencia de su estimulación (factor de crecimiento y maduración, e historia de entrenamiento) a través de trabajos específicos de fuerza (sobrecarga y/o pliometría), velocidad y/o de coordinación general.

Más allá de la diferencia estadística encontrada entre mujeres, vale la pena mencionar que el TC es sólo un componente en el Tiempo Total de Partida (TP), es decir, tiempo en el cual un nadador alcanza los 15mts.; y ciertamente esta medición, es la que ha alcanzado importantes correlaciones con el TF de pruebas no sólo de 50 y 100mts., sino sorprendentemente de hasta inclusive 400mts. (Mason and Cossor, 2000 en Sanders, [www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)).

A partir de los resultados propios y de los aportados por los diversos estudios considerados en el presente trabajo, se torna necesario la valoración en nuestros nadadores, de ciertas variables que puedan resultar decisivas durante la partida en Natación, en particular el Tiempo invertido a diferentes distancias desde el TC.

Probablemente exista hoy suficiente evidencia a nivel internacional acerca de las variables a las que aquí se hace referencia. De todas formas, siempre podrá ser muy beneficiosa la valoración con Nadadores en proyección, en función de la contribución científica específica para el incremento de rendimiento. Es por ello que nuevas evaluaciones deberían realizarse analizando el tiempo en el cual un nadador alcanza los 15mts., para poder tener más definiciones y correlacionarlos con los TC hallados en éste estudio.

A continuación se ofrecen una serie de puntos, propuestos por el Profesor Sanders en su artículo Start Technique – Recent Findings ([www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)), que pueden ser importantes para la aplicación práctica de los entrenadores:

- 1 – El rendimiento en la partida esta fuertemente relacionado al rendimiento general en Natación.
- 2 – No esta claro si las posturas particulares en la plataforma, tales como las utilizadas en las partidas de grab, track y handle y sus variantes, ofrecen ventajas sobre otras.
- 3 – Existen indicaciones que mas allá de la postura utilizada, una práctica intensiva de partidas de profundidad (dive starts), resultan en mejoramientos significativos, incluso entre nadadores experimentados.
- 4 – Existe evidencia que sugiere que la fase subacuática seguida al ingreso es muy importante. Entonces, mayor esfuerzo de investigación debería ser focalizado en esta fase.
- 5 – Hay evidencia que los factores antropométricos tienen una fuerte influencia en el rendimiento. En particular, los nadadores mas altos y mas pesados podrían tener ventajas. Mayor esfuerzo de investigación es necesario para establecer como las características antropométricas influyen en el rendimiento.
- 6 – La mayor contribución de los estudios existentes, es que entrenadores y nadadores deberían esforzarse por minimizar la resistencia y maximizar la propulsión durante la fase subacuática de las partidas. El tiempo para iniciar la acción de patada es de importante consideración en el ajuste fino de la fase subacuática de las partidas.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Acero, RM. (1.999) Metodología del Entrenamiento para el desarrollo de la Velocidad y Flexibilidad. Madrid, España. COES.
- Antivero E., Palazzi D., Represas G. (2.005) Perfiles Morfológicos y Funcionales de Deportistas Argentinos de Alto Rendimiento. Descripción Cineantropométrica y Neuromuscular de Deportistas Argentinos participantes en los Juegos Panamericanos de Winnipeg 1.999. Programa de Evaluación e Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Area Investigación y Estadística. Secretaría de Deporte - JGM, Buenos Aires, República Argentina.
- Blanksby, B.A., Nicholson, L.G., and Elliott, B.C. (2.001). Biomechanical Analysis of the Grab, Track and Handle Swimming Starts: An Intervention Study. *Sport Biomechanics*, 1(1) (Accepted).
- Bonnar, S. (2001). An analysis of selected temporal, anthropometric, and kinematic factors affecting the velocity of the grab and track starts inswimming. Honors Thesis. The University of Edinburgh, Edinburgh.
- Carter, JEL. Ackland, TR. (1.994) Kinanthropometry in Aquatic Sports. A Study of World Class Athletes. Champaign, USA. Human Kinetics.
- Lentini, NA. Gris, GM. Cardey, ML. Aquilino, G. Dolce, PA. Balardini, ED. Prada, EO. Gillone, C. Giacchino, DE. (2.004) Biotipos de los Deportistas en Alto Rendimiento de la Argentina. Trabajo expuesto en Nuevas Investigaciones en el campo de la Antropometría. Buenos Aires. Secretaría de Deporte – JGM, Buenos Aires, República Argentina.
- Maglischo E .W. (1.986) Nadar mas Rápido. Barcelona, España. Hispano Europea.
- Norton, K. Olds, T. (1.996) Anthropometrica. A textbook of body measurement sports and health courses. Sydney, Australia. UNSW PRESS.
- Sanders, R.. Start Technique – Recent Findings. [www.coachesinfo.com](http://www.coachesinfo.com)
- Thomas, JR. Nelson, JK. (1.996) Research Methods in Physical Activity 3<sup>rd</sup> Edition. United States. Human Kinetics.