

# El efecto de la posición de partida en la salida de espalda en natación

AUGUSTO G. ZAPICO<sup>1</sup>, CARL J. PAYTON, ENRIQUE N. CABELLO y MICHAEL PEYREBRUNE  
The Manchester Metropolitan University, Hassall Road, Alsager, ST7 2HL, UK.

## Resumen

Las salidas en natación suponen, cada vez más, un componente muy importante del tiempo final de prueba. Los problemas que plantea la investigación de la salida de espalda, debido a que parte del movimiento sucede dentro del agua y parte fuera, ha hecho que no aparezcan estudios previos que aporten luz a las dudas que plantean los entrenadores y los libros de texto sobre el tema. Uno de estos interrogantes es saber si la posición de partida de las piernas debe ser más o menos abierta (ángulos de la rodilla de  $15\pm 5^\circ$  ó  $90\pm 5^\circ$ ). Para ello cuatro nadadores experimentados ( $21.5 \pm 0.5$  años,  $59.3 \pm 1.4$  seg en 100m espalda y  $27.2 \pm 0.5$  seg en 50m) fueron entrenados durante cuatro semanas en ambas salidas y efectuaron un total de tres salidas de cada, para posteriormente ser elegidas las mejores de cada uno, para cada condición del estudio. Se realizó un test de Wilcoxon para comparación de muestras relacionadas no paramétricas. En contra de lo que podía ser esperado no se encontraron diferencias significativas entre los tiempos a 5, 10 y 15 metros en ninguna de ellas ( $p=1$ ,  $p=0.8$  y  $p=0.6$ ), así como en velocidades del centro de gravedad en salida y entrada ( $p=0.095$  y  $p=0.145$ ), altura del centro de gravedad ( $p=0.5$ ), o longitud del vuelo ( $p=0.214$ ) entre otras. Las similitudes del movimiento con el de un salto vertical sin contramovimiento, salvando la diferencia de la gravedad, nos hacen pensar que otras variables no controladas como el ángulo de la cadera o factores coordinativos relacionados con la acción de los músculos biarticulares puedan tener una influencia mayor que la variable estudiada. No obstante, los datos no paramétricos nos hacen ser prudentes y esperar a los resultados del análisis del resto de sujetos. Por último, decir que los nadadores usaban una de las dos variables normalmente, encontrándose más cómodos con ella. Esto nos lleva a sugerir a nivel técnico el trabajo de ambas en edades tempranas para posteriormente ver cual produce los mejores resultados.

**Palabras Clave:** Salida de espalda, Natación.

## Abstract

In swimming, starts as the time goes on are becoming a more important percentage of the race time. The technical problems for investigation in backstroke starts, because part of the movement is above and part below water, has been responsible of the few research carried out in this area. One of the questions about the backstroke start performance is the starting position of the knees (near  $90^\circ$  or as close as possible,  $15^\circ$  aprox.). In the study four experimented swimmers (age  $21.5 \pm 0.5$ ,  $59.3 \pm 1.4$  in 100m backstroke and  $27.2 \pm 0.5$  seg in 50m backstroke) were trained in booth conditions during four weeks and carried out three trials of each. The best of each condition and swimmer was selected for analysis. A Wilcoxon test for non-parametric data was used and no significant differences were found for any of the dependent variables. The similes with jumping performance for squat vertical jumps (even thought the gravity force) give us to the thinking that some dependent variables not controlled, like the angle of the hip could have a big influence in results. We suggest the learning and training in booth conditions with longitudinal control of them to chose the most benefit one.

**Keywords:** Backstroke start, swimming.

## Correspondencia:

<sup>1</sup>Departamento de Educación y psicología,  
Universidad Camilo José Cela,  
c/Castillo de Alarcón 49,  
Villafranca del Castillo 28692, Madrid  
azapico@ucjc.edu.

## Introducción y objetivos

En una prueba de natación, el tiempo total de la prueba es igual a la suma del tiempo empleado en la salida, más el tiempo nadando, más el tiempo de los virajes, más el tiempo de la llegada ( en Arellano, 1996, de Hay 1986). Particularmente en pruebas cortas (50 m y 100 m), la salida es un componente muy importante de la prueba y pudiendo resultar hasta un 26% del tiempo total en pruebas de 50m y un 12% en las de 100 m (datos obtenidos de los resultados de las finales olímpica de Sydney 2000 y mundial de Fukuoka 2001), siendo la variable que más correlaciona con el tiempo final de prueba (Arellano, 1994).

Desde los 70, las salidas de natación en las cuales el nadador comienza desde una posición fuera del agua han sido una considerable atracción para los investigadores (e.g. Ayalon, Van Gheluwe, Kanitz, 1974; Bowers & Cavanagh, 1974; Zatsiorsky, Bulgakova & Chaplinsky, 1978; Kirnes, Bock & Welch, 1989). Estos estudios fueron llevados a cabo con el objetivo de identificar los factores biomecánicos que limitan la ejecución de las salidas. Sorprendentemente, la salida de espalda, donde el nadador comienza dentro del agua ha sido objeto de muy pocos estudios de investigación y muy pocos artículos de investigación sobre el tema pueden encontrarse (Wilson y Howard, 1983; Scheuchenzuber, 1972 y Tichy, 1983 ). La mayoría de la literatura sobre salidas de espalda la encontramos en los libros de texto para entrenamiento, donde las recomendaciones parecen estar basadas en opinión subjetiva en vez de investigación.

Algunos estudios de investigación en salidas de espalda anteriormente citados (Scheuchenzuber, 1972 y Tichy, 1983), planteaban comparaciones entre tipos de salidas hoy en día obsoletos. Las normas de la FINA<sup>1</sup> y la NCAA<sup>2</sup>, en su día ofrecían al nadador la posibilidad de situar sus pies sobre el rebosadero que poseían las piscinas, esto trajo consigo la aparición de una posición de partida mucho más alta del nadador. Desde esta posición desaparecía la dificultad de sacar el cuerpo del agua, ya que se encontraba literalmente fuera de ella en la salida. Una vez unificados los reglamentos se suprimió una situación que era considerada como excesivamente beneficiosa.

Las reglas FINA para la salida de espalda dicen: Previo a la señal de salida, el nadador debe colocarse frente a la pared y mirando a ella, con

ambas manos sujetando la barra del poyete. Los pies, incluidos los dedos, deben estar bajo la superficie del agua. Situarlos dentro o sobre el rebosadero está prohibido. La reglas también dicen, que el nadador puede sumergirse tras la salida, pero su cabeza debe romper la superficie del agua antes de los 15 metros.

Al haber tan pocos estudios de investigación en salida de espalda, existe una considerable contradicción en los libros de texto acerca de la forma más efectiva de realizar el movimiento. Los dos aspectos principales en los que aparecen estas discrepancias son: la posición del nadador a la orden de a sus puestos y el movimiento de los brazos durante el vuelo.

Como vemos la posición de partida que el nadador adopta en la pared es uno de los puntos clave a tener en cuenta. Esta debe ser aquella que permita al nadador un impulso efectivo de la pared a la señal de salida.

Un impulso eficaz debe generar suficiente velocidad vertical para proyectar al nadador sobre la superficie del agua y suficiente velocidad horizontal para tener una buena distancia de entrada. Al mismo tiempo debe permitir al nadador abandonar rápidamente la pared.

Wilson y Howard (1983) en su análisis de clusters para describir patrones de movimiento, adoptados por 10 espaldistas, que realizaron una salida de espalda, encontraron que tres posiciones de salida típicas eran adoptadas por los sujetos, representadas por patrones modales de acción con diferentes ángulos de rodilla.

Counsilman (1968, 1978), Ryan (1974) y Maglischo (1993) recomiendan una posición cerrada del cuerpo previa a la salida, con las rodillas muy flexionadas. Maglischo (1993) propone mantener las caderas lo más juntas a los tobillos que se pueda así como Ryan (1974) sugiere que cuanto más fuerza de piernas más cerrado debe ser el ángulo en las rodillas. En contraste, Hardy (1987), Hannulla (1995) y Colwin (1999) abogan por una posición del cuerpo más abierta, con las rodillas más extendidas. Hannulla (1995) dice que debes tener las caderas lejos de los tobillos.

Una vez expuesto el conflicto de opiniones que aparece en los libros de entrenamiento más relevantes y la falta de estudios científicos que apoyen las mismas, el objetivo de este estudio es establecer el efecto de la posición del cuerpo en la salida de espalda en natación.

## Método

### Participantes

Cuatro nadadores ( $21.5 \pm 0.5$  años,  $1.80 \pm 2.3$  cm de altura y  $77.5 \pm 1.99$  Kg de peso) altamente cualificados ( $59.3 \pm 1.4$  seg en 100m espalda y  $27.2 \pm 0.5$  seg en 50m) del equipo de natación de la Loughborough University (Inglaterra) participaron en este estudio tras firmar su consentimiento para la realización del mismo.

Previo a la filmación, cada nadador entreno cuatro semanas ambas condiciones del estudio para encontrarse perfectamente familiarizado con los dos tipos de salida.

### Procedimiento de filmación

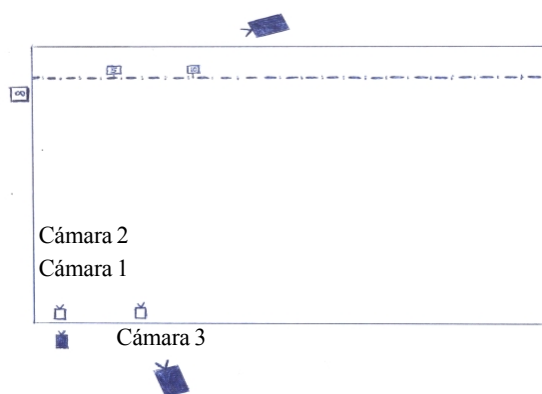
Las filmaciones se llevaron a cabo en el Aquatic Center de Manchester (sede de las pruebas de natación de los Comanwelth Games). La piscina contaba con cuatro calles de 50m.

Tras un adecuado calentamiento y habituación a las condiciones experimentales, cada nadador realizo tres salidas de espalda según las siguientes condiciones:

*Condición 1:* Posición de partida cerrada, ángulos de rodilla  $15 \pm 5^\circ$ .

*Condición 2:* Posición de partida abierta, ángulos de rodilla  $90 \pm 5^\circ$ .

Los sujetos realizaron cada salida al máximo de sus posibilidades hasta los 20 metros. El orden de las salidas fue alterándose dando un mínimo de 10



**Figura 1.** Posición de las cámaras para el estudio.

minutos de descanso entre cada una al nadador para minimizar los efectos de la fatiga.

Dos videocámaras de 50 Hz y una cámara de alta velocidad a 100 Hz fueron situadas en el lateral de la piscina, con sus ejes ópticos perpendiculares al plano del movimiento, que fue asumido como el sagital del nadador. La cámara 2 (ver figura 1) se encontraba dentro del agua en una caja estanca estacionaria, y la cámara 1 fuera del agua con un ancho de enfoque hasta tres metros para captar la salida y entrada en el agua del nadador. La cámara tres en las mismas condiciones que la cámara 2 sobre un carrito que permitía el movimiento paralelo al nadador para la filmación de la fase subacuática de la salida. Todas las cámaras fueron sincronizadas con un sistema de luces LED.

La mejor salida para cada condición del estudio y nadador fue seleccionada para análisis. Solo se descartaron de antemano aquellas salidas que fueron nulas o con las cuales el sujeto no se mostró satisfecho.

### Procedimiento de digitalización

Para el análisis en dos dimensiones (cámaras 1-2-3), nueve puntos fueron digitalizados, a 50 Hz para las cámaras (cameras 2 y 3) y a 100 Hz para la cámara 1, en la parte izquierda del cuerpo (dedo del pie, tobillo, rodilla cadera, hombro, codo, muñeca, dedo de la mano y centro de la cabeza) para definir un modelo mecánico de ocho segmentos.

La posición estimada de los puntos corporales fue digitalizada usando el software SIMI. Previo a la filmación, la piel que rodeaba esas zonas fue marcada con rotuladores o cinta adhesiva para facilitar la labor de su localización. Todas las coordenadas fueron filtradas usando Quintic Splines.

### Definición de variables dependientes

Las siguientes variables fueron medidas para cada salida:

· *Tiempo en la pared* (s)- tiempo desde la señal de salida hasta que los pies abandonan la pared.

· *Ángulo de salida* ( $^\circ$ )- es el ángulo del vector velocidad del centro de gravedad cuando los pies abandonan la pared.

· *Ángulo del cuerpo en la salida* ( $^\circ$ )- inclinación del cuerpo sobre la horizontal en el momento de la salida. Definido por la línea que une los tobillos con los hombros y la horizontal.

· *Velocidad horizontal de salida* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad horizontal del centro de gravedad cuando

<sup>1</sup> FINA: Federation International Natation Amateur

<sup>2</sup> NCAA: National Championships Amateur American

do los pies abandonan la pared.

· *Velocidad vertical de salida* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad vertical del centro de gravedad cuando los pies abandonan la pared.

· *Velocidad de salida* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad del centro de gravedad cuando los pies abandonan la pared.

· *Tiempo de vuelo* (s) – tiempo desde que los pies abandonan la pared hasta que las manos rompen la superficie del agua.

· *Altura máxima del centro de gravedad* (m) – es el punto más alto del centro de gravedad durante el vuelo.

· *Altura de las caderas* (m) – el punto más alto de las caderas durante el vuelo.

· *Distancia de vuelo* (m) – distancia horizontal desde la pared al punto de entrada de las manos en el agua.

· *Ángulo de entrada* ( $^{\circ}$ ) – el ángulo del vector velocidad del centro de gravedad en la entrada de las manos.

· *Ángulo del cuerpo en la entrada* ( $^{\circ}$ ) – inclinación del cuerpo con respecto a la horizontal en la entrada de las manos

· *Velocidad horizontal de entrada* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad horizontal del centro de gravedad en la entrada de las manos.

· *Velocidad vertical de entrada* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad vertical del centro de gravedad en la entrada de las manos.

· *Velocidad de entrada* ( $m \cdot s^{-1}$ ) – velocidad del centro de gravedad en la entrada de las manos.

· *Tiempo de reacción* (s) – es el tiempo desde la señal de salida hasta el primer movimiento del nadador.

· *Tiempo de deslizamiento* (s) – tiempo desde que las manos rompen la superficie del agua hasta que las caderas pasan por 5 metros.

· *Tiempo 5 metros* (s) – tiempo desde la señal de salida hasta que las caderas pasan por 5 metros.

· *Tiempo 10 metros* (s) – tiempo desde la señal de salida hasta que las caderas pasan por 10 metros.

· *Tiempo 15 metros* (s) – tiempo desde la señal de salida hasta que las caderas pasan por 15 metros.

### *Análisis estadístico*

Se llevo a cabo un test de Wilcoxon para la comparación de muestras no paramétricas, estableciéndose el nivel de significación al 95% ( $p < 0.05$ ), con

cada una de las variables dependientes.

Así mismo se compararon los valores con una prueba t de student para muestras paramétricas con similares resultados.

Aquellos datos cuya correlación entre condiciones de estudio fue baja ( $r < 0.5$ ) para el estudio en modo paramétrico de los datos, fueron analizados mediante una prueba t para muestras no relacionadas.

### **Resultados**

La tabla 1 presenta los estadísticos estudiados con sus valores medios y desviaciones típicas según el ángulo de rodilla.

La tabla 2 muestra los resultados del test de Wilcoxon para la consideración de la muestra como no paramétrica.

En cualquiera de los casos no encontramos evidencias significativas de diferencias entre ninguna de las variables de estudio, si bien hay que ser prudentes a la hora de analizar estos resultados por lo reducido de la muestra.

Según los resultados estadísticos del estudio, los dos tipos de salidas no presentan diferencias significativas que evidencien la utilización de uno sobre el otro, sin embargo, como ya hemos dicho antes, los resultados para una muestra tan reducida deben tomarse con cuidado. Podemos afirmar únicamente que para las condiciones del estudio no existieron diferencias significativas.

### **Discusión y conclusiones**

La prudencia a la hora del análisis se debe a las evidencias encontradas en la literatura sobre las características de los saltos u otros estudios de sencilla comparación, por ejemplo: de acuerdo con el Principio biomecánico de trayectoria óptima de aceleración (Hochmuth, 1984), en ejecución de saltos se debe evitar posiciones muy cerradas de las articulaciones ya que los ejes de rotación caerán lejos de la línea de gravedad del centro de masas haciendo necesarios esfuerzos musculares mucho mayores para producir aceleraciones. Esto parece ir en contra de ángulos excesivamente cerrados de rodillas para efectuar saltos.

En esta misma línea, diferentes estudios para contracciones isométricas y concéntricas de extensores de rodilla (Smidt, 1973. Berger, 1966. Eloranta, 1994. Thorstenson, 1976), han encontrado mejores momentos para fuerzas externas en ángulos de rodilla de 30 a 45 grados (considerando  $0^{\circ}$

**Tabla 1:** donde ANGSAL es ángulo de salida, AÑOSA es ángulo del cuerpo en la salida, VHSAL es velocidad horizontal de salida, VVSAL es velocidad vertical de salida, VSAL es la velocidad de salida, HMAXCDG es la altura máxima alcanzada por el centro de gravedad, MASCAD es la altura máxima de la cadera, DVUELO es la distancia de vuelo, ANGENT es el ángulo de entrada, ANHOEN es el ángulo del cuerpo en la entrada, VHENT es la velocidad horizontal de entrada, VVENT es la velocidad vertical de entrada, VENT es la velocidad de entrada, TREAC es el tiempo de reacción, TPARED es el tiempo en la pared, TVUELO es el tiempo de vuelo, TDSLZ es el tiempo de deslizamiento, T5M es el tiempo de 5 metros, T10M es el tiempo de 10 metros, T15M es el tiempo de 15 metros

Estadísticos de grupo					
	RODILLA	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ANGSAL	cerrado	4	-2.422	5.2876	2.6438
	abierto	4	-5.870	7.0336	3.5168
ANHOSA	cerrado	4	23.983	4.9982	2.4991
	abierto	4	24.030	4.1697	2.0848
VHSAL	cerrado	4	3.78430	.155322	.077661
	abierto	4	3.12214	.605994	.302997
VVSAL	cerrado	4	-.15221	.345902	.172951
	abierto	4	-.30223	.322599	.161300
VSAL	cerrado	4	3.79951	.144550	.072275
	abierto	4	3.15235	.583418	.291709
HMAXCDG	cerrado	4	.29250	.070458	.035229
	abierto	4	.34658	.138659	.069329
HMAXCAD	cerrado	4	.29600	.072879	.036439
	abierto	4	.27275	.109877	.054938
DVUELO	cerrado	4	2.41000	.171367	.085684
	abierto	4	2.49000	.102144	.051072
ANGENT	cerrado	4	-18.878	6.4692	3.2346
	abierto	4	-25.504	5.0371	2.5186
ANHOEN	cerrado	4	16.863	2.3119	1.1559
	abierto	4	16.142	1.2914	.6457
VHENT	cerrado	4	2.8852	.34632	.17316
	abierto	4	2.3091	.61822	.30911
VVENT	cerrado	4	-1.0226	.42843	.21422
	abierto	4	-1.0686	.18896	.09448
VENT	cerrado	4	3.0739	.44564	.22282
	abierto	4	2.5514	.60846	.30423
TREAC	cerrado	4	.2200	.02449	.01225
	abierto	4	.2275	.04113	.02056

**Tabla 1:** Continuación de tabla de página anterior.

<b>TREAC</b>	<b>cerrado</b>	4	.2200	.02449	.01225
	<b>abierto</b>	4	.2275	.04113	.02056
<b>TPARED</b>	<b>cerrado</b>	4	.650	.0503	.0252
	<b>abierto</b>	4	.665	.0507	.0253
<b>TVUELO</b>	<b>cerrado</b>	4	.1125	.05123	.02562
	<b>abierto</b>	4	.1200	.04967	.02483
<b>TDSLZ</b>	<b>cerrado</b>	4	1.6500	.18000	.09000
	<b>abierto</b>	4	1.6275	.13301	.06651
<b>T5M</b>	<b>cerrado</b>	4	2.4125	.10813	.05406
	<b>abierto</b>	4	2.4125	.08846	.04423
<b>T10M</b>	<b>cerrado</b>	4	5.3425	.26107	.13054
	<b>abierto</b>	4	5.3125	.31341	.15670
<b>T15M</b>	<b>cerrado</b>	4	8.5225	.38387	.19194
	<b>abierto</b>	4	8.4525	.45908	.22954

**Estadísticos de contraste(d)**

**Tabla 2:** muestra los valores de significación para la prueba de Wilcoxon

	<b>ANHOSAO- ANGSALC</b>	<b>ANHOSAO- ANHOSAC</b>	<b>VHSALO- VHSALC</b>	<b>VVSALO- VVSALC</b>	<b>VSALO- VSALC</b>	<b>HMAXCDGO- HMAXCDGC</b>	<b>HMAXCADO- HMAXCADC</b>	<b>DVUELOO- DVUELOC</b>		
<b>Z</b>	-1.826(a)	.000(b)	-1.826(c)	-.730(c)	-1.826(c)	.000(b)	-.730(c)	-1.461(a)		
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	.068	1.000	.068	.465	.068	1.000	.465	.144		
<b>ANGENTO- ANGENTC</b>	<b>ANHOENO- ANHOENC</b>	<b>VHENTO- VHENTC</b>	<b>VVENTO- VVENTC</b>	<b>TREACO- TREACC</b>	<b>TPAREDO- TPAREDC</b>	<b>TVUELOO- TVUELOC</b>	<b>T5MO- T5MC</b>	<b>T10MO- T10MC</b>	<b>T15MO- T15MC</b>	
-.730(c)	-.365(c)	-1.461(c)	-.365(a)	-.535(a)	-1.095(a)	-.736(a)	.000(b)	.000(b)	-.730(c)	
.465	.715	.144	.715	.593	.273	.461	1.000	1.000	.465	

a Basado en los rangos negativos.

b La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

c Basado en los rangos positivos.

d Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

como completa extensión), de acuerdo a una mejor posición de la articulación para que los músculos extensores produzcan tensión sobre el ligamento patelar de la rodilla. Esto nos lleva a pensar, que hasta alcanzar una angulación parecida el sujeto no será capaz de colocar su articulación en una posición óptima de empuje. Hasta llegar a ese punto, de entrada estaremos perdiendo tiempo, tiempo de salida.

Con respecto al tiempo de salida, Bobbert et al. (1996) no encontraron diferencias significativas en altura de salto y velocidad vertical para squad jumps en diferentes ángulos de rodilla si bien encontraron una diferencia de 0.12 segundos en el tiempo de despegue, siendo favorable a aquellos con menores ángulos de rodilla. Como vemos el tiempo de salida (ya se mencionó en la introducción) es uno de los factores a tener en cuenta en el resultado del movimiento. La búsqueda de mayores velocidades de salida y longitud del salto no puede conllevar un empeoramiento de esta variable. En nuestro caso, la media de los tiempos de salida o tiempo en la pared han sido prácticamente la misma y por ahora no podemos encontrar pues diferencias significativas.

En el estudio de Fuglevand (1987) sobre fuerza de rotación encontramos una de las claves para determinar la posición de partida. Haciendo nuestra variable dependiente del ángulo de la rodilla y de la velocidad capaz de producir a esa angulación, parece que deberemos buscar una relación óptima de ambas que produzca los mejores resultados en cada nadador. Con velocidades de aproximadamente  $3.8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  (Eloranta, 1994) obtenemos fuerzas rotacionales mayores a medida que disminuimos el ángulo de (de 90 a 0 (entendiendo 0 como completamente extendida). Teniendo en cuenta que también necesitamos un tiempo de salida de la pared rápido (relacionado con la velocidad), podríamos encontrar un patrón adecuado para cada nadador, ya que no mejores velocidades producen más fuerza rotacional en la rodilla. En cualquier caso parece que, de nuevo, los ángulos más abiertos de rodilla son más favorables. En relación a esto, podríamos pensar que una de las variables no controladas del estudio que puede tener gran importancia es el pico de fuerza de sus extensores de rodilla y el lugar donde se produce. Algunos entrenadores han sugerido que nadadores con más potencia en sus piernas deben utilizar ángulos más cerrados de rodilla mientras que cuanto menos fuertes más abierta debe ser la posición del cuerpo.

De acuerdo con Hamill (1995), La fuerza máxi-

ma de extensión se produce en ángulos de 50 a 70 grados de extensión de rodilla. La posición de máxima fuerza variará con las variaciones de la velocidad. Si el movimiento es lento, las fuerzas máximas aparecerán en los primeros 20 grados de extensión para posiciones iniciales de 90 grados de flexión. Parece que buscando un movimiento lo más rápido posible tampoco sería recomendable pues grandes flexiones.

No obstante, existe un gran problema en la extrapolación de los resultados de todos estos estudios a la salida de espalda. En primer lugar nuestro movimiento se realiza prioritariamente en dirección horizontal no vertical y por ello la fuerza de la gravedad actúa de distinto modo sobre las articulaciones. Como es evidente, no podemos comparar nunca el movimiento al de un salto de longitud, ya que el impulso es completamente diferente. En segundo lugar, podemos observar que gran parte de los estudios sobre saltos se han realizado en angulaciones máximas de 90°, esto se debe a algo sencillo, cuando pides a un sujeto que realice un salto vertical máximo nunca realizará una flexión completa previa a la extensión. Parece lógico pensar que por ello es más económico una salida más abierta. Esto nos lleva a un tercer factor a tener en cuenta que ha sido analizado en algunos estudios de saltos con opiniones encontradas. Este es el factor coordinativo que supone la acción conjunta de varias articulaciones, (Eloranta, 1994 y Bobbert et al., 1987) En especial de las de cadera y rodilla en las cuales juegan un papel fundamental los músculos biarticulares como fijadores. Sin duda esta es posiblemente la variable más importante no controlada en este estudio por una evidente dificultad técnica (realizar electromiografía dentro del agua y en movimiento).

Pese a todo lo dicho y la falta de evidencia científica en el estudio, existen diferencias interesantes entre los estadísticos descriptivos que merece la pena comentar.

Parece que la salida con ángulos más abiertos (según opinión de nadadores y técnicos) posibilitaba una más sencilla salida del cuerpo a la superficie, esta queda evidenciada en mejores ángulos de salida del cuerpo, mayores alturas máximas del centro de gravedad, así como distancias de vuelo. Ello en detrimento de velocidad de salida y entrada al agua. Por ello y por que los tiempos de reacción y pared fueron similares, el tiempo a 5 metros es prácticamente el mismo.

Los mejores tiempos a 10 y 15 metros para la posición abierta no podemos achacarlos al tipo de

salida ya que ahí intervienen muchas otras variables que serán objeto de otro estudio. No obstante, los ángulos de entrada en el agua podrán demostrar entonces su influencia y con ello la importancia también ahí de la posición de partida.

De todo lo dicho hasta ahora, sorprende que la salida con ángulo abierto no haya obtenido menores tiempos en la pared, ya que la articulación debe recorrer menos grados hasta su extensión. Hemos observado que esto puede ser debido a un pequeño movimiento previo en dirección contraria que algunos nadadores hacían de modo involuntario. Este contramovimiento introduce aún más variables al estudio del movimiento. Creemos que en algunos de los casos era el miedo a resbalar el que lo producía, pese a la minimización de ese factor con el uso de placas de cronometraje electrónico en la pared. Una mayor habituación a este tipo de salida podría atenuar el efecto psicológico de la posición de ángulo abierto.

Por último, señalar que una variable interesante a controlar en futuras ocasiones es el ángulo de los codos, ya que influirá en la angulación de las caderas y por tanto en la posición de esos músculos fijadores de los que ya hemos hablado.

Recomendamos a los entrenadores el uso de ambas técnicas y sus posibles variantes en función de la fuerza que sus nadadores sean capaces de producir en saltos de estas características, estableciendo un sistema de control de las mismas que con el tiempo les haga escoger la que mejores resultados temporales produce.

## Bibliografía

- Arellano, R. Brown, P. Cappaert, J. Nel-son, R.C.** (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal Of Applied Biomechanics*, 10: 189-199.
- Arellano, R. Moreno, F.J. Martínez, M and Ona, A.** (1996). A device for quantitative measurement of starting time in swimming. In, Troup, J.P. (ed.) et al., *Biomechanics and Medicine in Swimming VII: Proceedings from the VII<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, Atlanta, USA, 1994. E and FN Spon, London 1996, p.195-200.
- Ayalon, A. Van Gheluwe, B. Kanitz, M.** (1974). A comparison of four styles of racing start in swimming. *International series in sport science*, Vol.2, Swimming II. Brussels.
- Berger, A. Richard.** (1966). Leg extension force at three different angles. *Research Quarterly*, 37, No. 4: 560-562.
- Bobert, F.Maarten. Gerritsen, G.M. Ka-rin. Litjens, C.A. Maria. And Van Soest, J. Arthur.** (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 28, No. 11: 1402-1412.
- Bowers, J.E. and Cavanagh, P.R.** (1974). A biomechanical comparison of the grab and conventional sprint starts in competitive swimming. *International series in sport science*, Vol.2, Swimming II. Brussels.
- Colwin, M. Cecil.** (1999). *Swimming Dynamics, winning techniques and strategies*. Master press. Lincolnwood (Chicago).
- Counsilman, E. James.** (1968). *The science of swimming*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Counsilman, E. James.** (1978). *Competitive swimming manual for coaches and swimmers*. Pelham books LTD. London.
- Eloranta, Veikko.** (1994). Activity pattern of leg musculature during jumping movements. *Journal of Human Movement Studies*, 26: 113-130.
- FINA Swimming Rules.** [http://www.fina.org/swiminrules\\_4.html](http://www.fina.org/swiminrules_4.html).
- Fuglevand, A.J.** (1987). Resultant muscle torque, angular velocity, and joint angle relationships and activation patterns in maximal knee extension. In, Jonsson, B. (ed.). *International Series on Biomechanics X-A. Human Kinetics*, Pub. Champaign, Illinois.
- Hamill, J. and Knutzen, K.M.** (1995). *Biomechanical basis of human movement*. Lippincott Williams & Wilkins. Media, PA, USA.
- Hannula, Dick.** (1995). *Coaching swimming successfully*. Human Kinetics. Champaign (USA).
- Hardy, Colin.** (1987). *Handbook for the teacher of swimming*. Pelham books Ltd. London.
- Hay, J. And Guimaraes, A.C.S.** (1983). A quantitative look at swimming biomechanics. *Swimming technique* 20(2), Aug/Oct 1983, 11-12;14-17.
- Hochmuth, Gerhard.** (1984). *Bio-mechanics of Athletic Movement*. Sportverlag. Berlin.
- Kirnes, E.Kurt. Bock, A. Margaret and Welch, H. John.** (1989). A comparison of four different start combinations. *J. Swimming Research*. 5 (2): 5-11.
- Maglischo, W. Ernest.** (1993). *Swimming even faster*. Mayfield Pub. Company. California.
- Mason, B.R.** (1997). *Biomechanical analysis of swimming starts*. Australian College of Sports Education. The AIS International Swim Seminar Proceedings. Australia. RWN Publishing. P.19-23.
- McLean, P. Scott et al.** (2000). Addition of an Approach to a swimming relay start. *Journal of applied biomechanics*. 16: 342-355.
- Ryan, Frank.** (1974). *Backstroke swimming*. The Viking Press, Inc. New York.
- Scheuchenzuber, H.J.** (1972). *Biomechanical analysis of four backstroke starts*. Microform Thesis. Univ. Of Oregon Eugene, Ore., 1972, 1 fiche.



24. **Smidt, L. Gary.** (1973). Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *Journal of Biomechanics*, 6: 79-92.
25. **Thorstensson, Alf. Grimby, Gunnar. And Karlsson, Jan.** (1976). Force-velocity relations and fibre composition in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*. 40, No. 1: 12-16.
26. **Tichy, I.M.** (1983). Computer simulation of human motion applied to two types of backstroke starts. Microform publications, University of Oregon Eugene, Ore., 1 microfiche.
27. **Wilson, B.D. and Howard, A.** (1983). Movement pattern recognition in description and classification of the backstroke swim start. *Journal of Human Movement Studies*. 9: 71-80.
28. **Zatsiorsky, V.M. Bulgakova, N.Zh. Chaplinsky, N.M.** (1978). Biomechanical analysis of starting techniques in swimming. International series in sport science, Vol.8, Swimming III. Edmonton.