



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2015/2016

Análisis cuantitativo de la técnica de salida en el estilo espalda con y sin el dispositivo OMEGA-OSB 11

Quantitative analysis of start technique backstroke with and without the start device OMEGA - 11 OSB

Autor/a: Alejandro Fraile López

Tutor/a: Alfonso Salguero del Valle

Fecha: 30/06/2016

VºBº TUTOR

VºBº AUTOR

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS, TABLAS Y FIGURAS

### ABREVIATURAS

**FINA:** Federación Internacional de Natación Amateur

**JJOO:** Juegos Olímpicos

**T\_10:** tiempo a los 10 metros

**V\_10:** velocidad en los 10 metros

**SD:** desviación estándar

**R:** Índice de Correlación de Pearson

**p:** Nivel de significación

**AS:** Ángulo de salida

**AE:** Ángulo de entrada

**DE:** Distancia de entrada

**AC:** Altura de la cadera

### FIGURAS

**Figura 1.** Ilustración de las distintas fases de las que se compone la salida de espalda.....6

**Figura 2.** Ilustración del dispositivo de espalda colocado en la piscina con las 5 posiciones diferentes a las que se puede ajustar y altura, anchura e inclinación del dispositivo.....9

**Figura 3.** Explicación de las diferentes piezas y montaje del dispositivo desde diferentes perspectivas.....10

**Figura 4.** Representación gráfica del Sistema de Análisis Temporal para el análisis de la competición.....11

**Figura 5.** Descripción del ángulo de salida, altura de la cadera, altura de la cadera y distancia de entrada al agua y fotogramas de cada uno de las variables tomados para su análisis.....15

## **TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Valores medios y desviación estándar de cada uno de los ángulos medidos en grados y para la altura de la cadera en cm para cada tipo de salida, desviación estándar y niveles de significación entre ambas salidas.....	17
<b>Tabla 2.</b> Valores medios de tiempo en segundos y de velocidad en m/s en 10 metros para cada tipo de salida, desviación estándar y nivel de significación.....	18
<b>Tabla 3.</b> Valores medios de distancia de entrada al agua en centímetros de los nadadores y desviación estándar para la salida sin y con dispositivo, desviación estándar y nivel de significación entre ambas salidas.....	18
<b>Tabla 4.</b> Valores medios y desviación estándar para el tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para ambos sexos sin el dispositivo de salida y con el dispositivo de salida.....	19
<b>Tabla 5.</b> Valores medios y desviación estándar para el tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para los dos tipos de salida en función del grupo de categoría.....	20
<b>Tabla 6.</b> Correlaciones e índices de significación entre las variables tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para la salida de espalda sin dispositivo.....	21
<b>Tabla 7.</b> Correlaciones e índices de significación entre tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para la salida de espalda con dispositivo.....	23

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	7
2.1. Evolución del reglamento en el estilo espalda.....	7
2.2. Dispositivo de espalda OMEGA-OSB11 (FINA, 2014).....	8
2.3. Análisis cuantitativo de la técnica de salida en espalda.....	10
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	12
3.1. Competencias .....	13
4. METODOLOGÍA .....	13

4.1.	Muestra .....	13
4.2.	Protocolo y procedimiento .....	14
4.3.	Instrumentos de medida y material empleado en el estudio .....	16
4.4.	Análisis estadístico.....	17
5.	RESULTADOS.....	17
5.1.	Análisis ANOVA .....	17
5.1.1.	Análisis ANOVA de los ángulos medidos en el estudio .....	17
5.1.2.	Análisis ANOVA de los tiempos y velocidades para los 10 metros .....	18
5.1.3.	Análisis ANOVA de la distancia de entrada.....	18
5.1.4.	Análisis ANOVA tiempos, ángulos de salida, velocidades, ángulos de entrada, altura de la cadera y distancia de entrada en función del sexo para ambas salidas .....	19
5.1.5.	Análisis ANOVA de las variables tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada para cada uno de los grupos de categoría .....	20
5.2.	Análisis de correlaciones entre las variables estudiadas .....	20
6.	DISCUSIÓN .....	23
6.1.	Tiempos y velocidades.....	23
6.2.	Ángulos de entrada y salida al agua y altura de la cadera.....	24
6.3.	Sexo.....	25
6.4.	Categoría .....	26
7.	CONCLUSIONES.....	27
8.	APLICABILIDAD PRÁCTICA Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	28
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	28
10.	ANEXOS .....	31

## **RESUMEN**

En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis cinemático cuantitativo de la técnica de salida en el estilo espalda en un grupo de nadadores con el objetivo de conocer las diferencias existentes entre la salida de espalda con y sin el dispositivo de salida OMEGA OSB-11. En el estudio participaron 15 nadadores, 12 chicos y 3 chicas, de edades comprendidas entre los 14 y los 25 años pertenecientes al Club Natación León y al Club de Natación San Andrés.

Para llevar a cabo el estudio se han analizado los vídeos realizados a cada uno de los nadadores, teniendo en cuenta los ángulos de algunos de sus segmentos corporales durante las fases de contacto/impulso, vuelo y entrada al agua, el tiempo empleado en recorrer los 10 primeros metros desde la salida y la velocidad alcanzada en esa distancia. Dicho análisis nos ha permitido obtener resultados que reflejan una disminución en el tiempo y un incremento de las velocidades, así como de los ángulos de salida y entrada al agua y la altura de la cadera cuando los sujetos efectúan la salida con el dispositivo OMEGA-OSB 11. Conocer estas variaciones durante la salida servirá de gran ayuda para entrenadores y nadadores a la hora de intentar mejorar su rendimiento en esta parte de la prueba.

Palabras clave: dispositivo de salida, estilo espalda, técnica, análisis cinemático.

## **ABSTRACT**

This paper has conducted a quantitative kinematic analysis technique from the backstroke in a group of swimmers in order to know the differences between the output back with and without the output device OMEGA OSB-11. The study included 15 swimmers, 12 boys and 3 girls, aged between 14 and 25 years belonging to the Club Swimming León and San Andrés Swimming Club.

To carry out the study analyzed the videos made to each of the swimmers, considering the angles of some of his body during the phases of contact / pulse, flight and entry into the water segment, the time taken to travel the first 10 meters from the start and the speed reached at that distance. This analysis has enabled us to obtain results which reflect a decrease in time and increased speeds and angles of inlet and outlet water and hip height when subjects performed the output with the device OMEGA-OSB 11. Knowing these variations in the output will be of great help for coaches and swimmers when trying to improve their performance in this part of the track

Keywords: output device, backstroke, technique, kinematic analysis

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio que se va a mostrar a continuación se desarrolla en el ámbito de la natación deportiva y tiene como objetivo conocer las modificaciones técnicas derivadas de la utilización del nuevo dispositivo OMEGA OSB-11 (Corgemont, Suiza) para la salida de espalda y comprobar la efectividad y la influencia de dicho implemento en contra de la salida dispuesta por la Federación Internacional de Natación Amateur (FINA) en el reglamento anterior (FINA, 2009-2013). Las mejoras observadas en estudios previos realizados con el dispositivo creado para la salida en el resto de pruebas, cuyas características son similares, despertó el interés en realizar esta investigación con el fin de intentar demostrar la utilidad que puede tener este dispositivo y las variaciones que puede suponer su utilización.

Para cualquier nadador, efectuar una buena salida va a suponer un factor determinante en la posición final que éste pueda conseguir, sobre todo en pruebas cortas (Zapico, Payton, Cabello y Peyrebrune, 2002), por lo que llevar a cabo un adecuado entrenamiento de la misma puede ser de crucial importancia (De Jesús et al., 2015). Según De Jesús et al., (2011) en el estilo espalda, la salida puede llegar a constituir más de un 30% del tiempo total en pruebas de 50m, de ahí el interés de entrenadores y nadadores por conseguir optimizar esta parte de la misma. El estilo espalda presenta una particularidad, puesto que es el único en el que se comienza desde dentro del agua, razón por la que esta parte de la prueba es más determinante que en el resto de estilos. El tiempo total de una prueba en natación puede dividirse en tiempo de salida, tiempo de nado, tiempo de viraje y tiempo de llegada (Guimaraes y Hay, 1985). Para Sanders (2002), la salida consta a su vez, de cuatro fases. La primera fase comprende el tiempo durante el cual el nadador se encuentra en contacto con el poyete de salida, la segunda fase es la de vuelo, la tercera fase es en la que se encuentra por debajo del agua y la cuarta es el tramo hasta la línea de 15m en el que el sujeto se encuentra finalmente nadando en la superficie. Otros autores consideran que esta última fase transcurre únicamente hasta los 10m, referencia que hemos tomado para realizar nuestro estudio.



**Figura 1.** Ilustración de las distintas fases de las que se compone la salida de espalda. Fuente: [http://www.tafadycursos.com/load/natacion/fichas\\_estilos/salida\\_espalda/83-1-0-347](http://www.tafadycursos.com/load/natacion/fichas_estilos/salida_espalda/83-1-0-347)

La fase aérea de la salida es únicamente propulsiva, mientras que la fase de nado subacuático posee una fase propulsiva y una fase no propulsiva (Cortesi, Fantozzi y Gatta, 2012), por lo que comprobar las diferencias entre la salida reglamentaria anterior y la actual, con el nuevo implemento se trata de un aspecto importante a mejorar para entrenadores y nadadores, puesto que el tiempo empleado en efectuar la misma puede suponer, en niveles de rendimiento, ganar o perder una competición (Arellano, Brown, Cappaert y Nelson (1994), en Ortega y Betanzos, 2014). Los constantes cambios producidos en el reglamento y la modificación reciente de la normativa ha traído consigo que sean muy escasos los estudios acerca del nuevo dispositivo, con el que se pretende conseguir una salida más eficaz para el nadador, la cual necesita de un impulso eficaz que permita obtener una buena velocidad vertical para que el nadador salga del agua, y una buena velocidad horizontal que le permita alcanzar una buena distancia de entrada en el agua (Zapico et al., 2002).

## **2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Evolución del reglamento en el estilo espalda**

A lo largo de su historia el reglamento del estilo espalda ha sufrido diferentes modificaciones. Hasta el año 1991, el reglamento permitía a los nadadores colocar los dedos de los pies por encima de la pared de la piscina y del agua. Pero desde el año 1991, el reglamento fue modificado impidiendo a los nadadores colocar cualquier parte de sus pies fuera del agua, a fin de evitar algunas lesiones provocadas por la mecánica de salida anterior. (Cornett (2011), en De Jesús, De Jesus, Medeiros, Fernandes, Villas-Boas y Sanders, 2014). En 2005, la FINA establece un nuevo reglamento en el que permite a los nadadores colocar los pies por encima de la superficie del agua, pero prohíbe colocar los dedos sobre el bordillo de la pared de la piscina. Esta posición permitió a los nadadores ejercer mayor fuerza horizontal y vertical, alcanzando mayores velocidades en la salida (De Jesús et al., 2014).

El reglamento vigente a nivel internacional en la competición de natación fue aprobado por la FINA en el año 2013. Los nuevos reglamentos son aprobados siempre el año siguiente de la celebración de los JJOO, que en este caso se celebraron en Londres en el año 2012. Tras algunas investigaciones, visualizaciones de vídeos y quejas de nadadores y entrenadores, este reglamento sufrió nuevas modificaciones que se introducirían en próximos campeonatos con motivo de la celebración de un Congreso Extraordinario de la FINA durante la celebración del Campeonato Mundial de piscina corta en Doha en el año 2014.

En cuanto al estilo espalda, la modificación más destacada fue la introducción del dispositivo de salida Omega OSB-11. En el reglamento, este hecho se contempla de la siguiente manera: (FINA, 2014)

“Antes de la salida, los nadadores se alinearán en el agua de cara a la salida con ambas manos apoyadas sobre los agarraderos de salida. Está prohibido colocar los pies sobre el rebosadero (cuando se use un dispositivo de salida de espalda, los dedos de los pies deben de estar en contacto con el frontal de la pared o la cara del panel de toque)”

“Cuando se use un dispositivo de espalda, cada inspector de viraje situado en la salida deberá instalarlo y quitar el dispositivo después de la salida”.

## **2.2. Dispositivo de espalda OMEGA-OSB11 (FINA, 2014)**

El dispositivo Omega OSB-11 diseñado para la salida de espalda fue usado por primera vez en los mundiales de piscina larga celebrados en Kazán (Rusia) en 2015. Su utilización se contempla en el actual reglamento oficial de la FINA (2013-2017).

El proyecto para su construcción fue diseñado por Aaron Peirsol, el que fuese campeón olímpico perteneciente a la Comisión de Atletas de la FINA. La razón de esta propuesta se debe a que los nadadores tenían continuos problemas durante la salida en espalda, siendo el más común resbalar con la pared de la piscina. Diferentes estudios biomecánicos han demostrado mejoras en la salida y la técnica de salida del nadador (Para ampliar información puedes acudir al siguiente link: <http://www.allswimchile.cl/fina-explica-sobre-nuevo-dispositivo-para-salida-de-espalda/>).

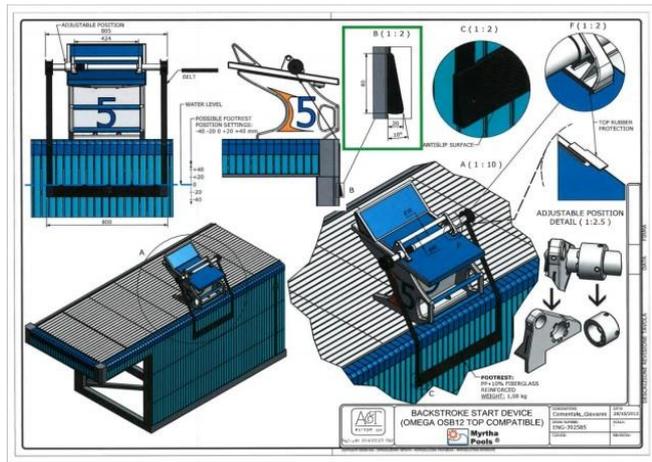
Su fabricación fue llevada a cabo conjuntamente por Omega y Myrtha Pools. Este nuevo dispositivo consiste en una cuña o taco cuya superficie posee un material antideslizante sobre el cual el nadador colocará las plantas de sus pies. Los dedos de los pies deberán situarse por encima de dicho taco, estando en contacto con la pared o panel de contacto en caso de estar presente. El implemento irá sujeto por unas cintas ajustables que irán enganchadas a una barra de metal, la cual se colocará y regulará encima del poyete diseñado para las salidas del resto de estilos (Para ampliar información puedes acudir al siguiente link: [http://www.i-natacion.com/articulos/equipacion/dispositivo\\_espalda.html](http://www.i-natacion.com/articulos/equipacion/dispositivo_espalda.html))



**Figura 2.** Ilustración del dispositivo de espalda colocado en la piscina con las 5 posiciones diferentes a las que se puede ajustar y altura, anchura e inclinación del dispositivo. FINA (2014) Fuente: <http://www.allswimchile.cl/fina-explica-sobre-nuevo-dispositivo-para-salida-de-espalda/>

El dispositivo estará colocado sobre la pared de la piscina y gracias a la cinta ajustable que lo sujeta, este puede regularse a diferentes alturas según la preferencia del nadador. La posición de 0 cm será la correspondiente a la superficie del agua y a partir de ésta, podrá colocarse a dos y cuatro centímetros por encima y por debajo de la superficie del agua.

El taco está fabricado con polipropileno reforzado con un 10% de fibra de vidrio y su superficie posee un material antideslizante, que permite un mayor agarre en salida, y por tanto aplicar mejor tanto la fuerza horizontal como la vertical, consiguiendo así una mayor fase de vuelo y una entrada más lejana en el agua, mejorándose el rendimiento del nadador. A lo largo de su historia, la natación deportiva ha sufrido numerosos cambios y modificaciones, los cuáles han venido determinados por la superación de las marcas mundiales. De forma paralela, el reglamento también ha sido modificado con el objetivo de actualizarse y contribuir a la natación como espectáculo deportivo. Todo ello ha traído consigo modificaciones, las cuales se considera que no han afectado de forma directa a la técnica de los diferentes estilos (Jones y Brítez, 2013). El origen de todas estas modificaciones radica en el objetivo de cualquier disciplina deportiva, y por ende, de la natación, que es ganar. En el caso de la natación, el objetivo es el de recorrer una determinada distancia a nado en el menor tiempo posible (Oviedo, Bueno y Munguía, 2015) y es ahí, donde surgen diferentes maneras o formas de llevar a cabo la acción de nadar para conseguir dicho objetivo, fruto del estudio, investigación y experimentación de entrenadores y nadadores.



**Figura 3.** Explicación de las diferentes piezas y montaje del dispositivo desde diferentes perspectivas. FINA (2014) Fuente: [http://www.kentswimming.org/article-fina\\_swimming\\_rules\\_update.html](http://www.kentswimming.org/article-fina_swimming_rules_update.html)

### 2.3. Análisis cuantitativo de la técnica de salida en espalda

El rendimiento en natación está condicionado por muchos factores, los cuales podemos dividir en 3 áreas fundamentales: bioenergética, biomecánica y antropometría (Oviedo et al, 2015). La interrelación existente entre dichos factores va a determinar el rendimiento del nadador en determinadas pruebas y su potencial. En natación, el área de la biomecánica deportiva, ha permitido conocer las características técnicas del nadador para poder optimizar las mismas (Llana, 2002) en función del estilo y el reglamento oficial que se aplica en la competición, lo que permite poder intervenir de manera apropiada como entrenadores o profesores en función la etapa en la que se encuentre nuestro nadador.

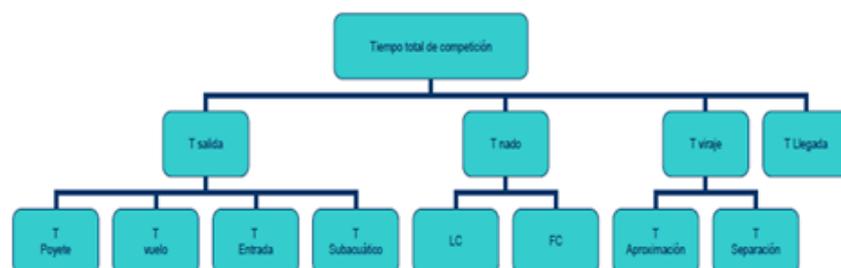
El análisis de la competición en natación se define como el estudio realizado durante la misma y que nos permitirá obtener datos muy detallados de todos los participantes y ayudará a entrenadores a conocer de forma comparada los puntos fuertes y débiles de sus nadadores (Ortega y Betanzos, 2014). Tradicionalmente, y en especial en el estilo espalda, el análisis del resultado de una prueba en natación se ha establecido por un informe con el tiempo final obtenido en la prueba, los tiempos parciales en los diferentes momentos de la misma y observaciones de carácter cualitativo (De Aymerich y Guibelalde, 2005). Absaliamov y Timakovoi (1990) (en De Aymerich y Guibelalde, 2005) consideraban en este sentido, que lo ideal es analizar individualmente las características técnicas de cada nadador para conocer aquellos aspectos que pueden mejorar sus prestaciones. Guiándonos por este hecho, nuestro objetivo es realizar un análisis de la técnica del nadador, el cual puede efectuarse a través de dos métodos: cuantitativo y cualitativo. En este caso nos hemos decantado por la vía cuantitativa y de tipo cinemático para la acción técnica de la salida de espalda, que nos permitirá obtener información acerca del gesto técnico para así

poder realizar un análisis descriptivo del mismo y obtener datos e información que permitan mejorar el rendimiento del nadador.

Como ya hemos apuntamos anteriormente, la salida supone la parte más rápida de la prueba y un entrenamiento eficaz para su mejora es determinante en la posición final de la competencia (Arellano, Llana, Tella, Morales y Mercadé, 2005). La salida puede llegar a constituir un 26% del total del tiempo de una prueba en 50m y hasta un 12% en una de 100m (Zapico et al., 2002) y, en el estilo espalda, incluso más de un 30% (De Jesús et al., 2011). Tal y como señalan De Jesús, De Jesús, Medeiros, Fernandes y Vilas-Boas (2014) cuando hablamos de la élite, la diferencias entre aquellos nadadores que mejor y peor realizan la salida puede ser de 0,5 segundos, lo que puede ser determinante para ganar o perder una competición, de ahí la importancia y el creciente interés en su evaluación e investigación para obtener el máximo rendimiento en esta parte de la prueba.

Para ello, nos hemos basado en el Sistema de Análisis Temporal (TSAS) creado por Guimaraes y Hay (1985). El TSAS permite el registro videográfico del nadador o nadadores de forma secuencial mientras estos evolucionan a lo largo de la piscina y consiste en un sistema de filmación dotado de cámaras aéreas y subacuáticas conectadas a un selector que determina el empleo de una señal concreta, que a su vez puede ser mezclada con la de otra cámara simultáneamente (Arellano, Pardillo y García, 1999). Este sistema divide el tiempo total de la competición en tiempo de salida, tiempo de nado, tiempo de viraje y tiempo de llegada. En el caso de la salida, que es lo que nos ocupa, nos centraremos en los 10 primeros metros. Analizaremos los ángulos de salida y de entrada agua, la altura de la cadera, distancia de entrada al agua, tiempo y velocidad (todo esto se explicará con detalle en el apartado de metodología).

### Sistema de análisis temporal (TSAS)



**Figura 4.** Representación gráfica del Sistema de Análisis Temporal para el análisis de la competición. (Llana, 2002)

Consideramos, en base a las recomendaciones de Maglischo (2003) (en Vantorre, Chollet y Seifert, 2014) que la fase aérea o de vuelo finaliza en el momento en que la punta de los dedos contacta con el agua. Los escasos estudios existentes sobre la salida en el estilo espalda, han llevado a la existencia de numerosas contradicciones acerca de la misma. Zapico et al., (2002) consideraban en su momento como elementos determinantes la posición de inicio sobre la pared y el movimiento de los brazos en el vuelo, pero teniendo en cuenta los constantes cambios en el reglamento a consecuencia de la aparición del dispositivo para la salida de espalda, ha ocasionado que estos elementos hayan dejado de ser tan determinantes, pese a seguir siendo importantes.

La aplicación de este nuevo dispositivo ha acabado definitivamente con algunos de los problemas que esta acción generaba a los nadadores y, principalmente, ha contribuido a evitar resbalones y deslizamientos indeseados de los pies. Aunque es extraño, esto ha ocurrido con nadadores de gran nivel e incluso con campeones mundiales de espalda. Aunque aún no se conocen los factores determinantes en la salida de espalda, se han encontrado evidencias que demuestran que el aspecto mecánico juega un papel determinante a la hora de perfeccionar esta acción técnica (De Jesús et al., 2011).

### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

En vistas de lo expuesto anteriormente, formularemos los siguientes objetivos:

#### Objetivo general:

- Realizar un análisis cuantitativo de tipo cinemático de la técnica de salida del estilo espalda, mediante un estudio comparativo de la salida tradicional y la salida con el dispositivo OMEGA OSB-11 con la intención de estudiar las posibles variaciones en diferentes parámetros técnicos y valorar cuál de ellas es más efectiva.

#### Objetivos específicos:

- Analizar los ángulos de salida y de entrada al agua, la altura de la cadera, la distancia de entrada y el tiempo y la velocidad alcanzados por los nadadores en la salida de espalda, con y sin dispositivo OMEGA OSB11.
- Comprobar las posibles diferencias que puedan surgir con el uso del dispositivo en los parámetros mencionados en función del sexo y la categoría del nadador

- Estudiar las modificaciones en los tiempos y velocidades alcanzadas por los nadadores derivadas del uso del dispositivo y de las correlaciones existentes entre los ángulos de entrada y salida al agua, altura de la cadera y distancia de entrada con éstos.
- Determinar la medida en que el uso del dispositivo va a afectar a la distancia de entrada al agua y la correlación existente entre ésta y el resto de variables analizadas.

### **3.1. Competencias**

Las competencias que considero que he adquirido partir de la realización de mi estudio son las siguientes:

- (B480) Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo.
- (B494) Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y del deporte.
- (B495) Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación al ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
- (B502) Aplicar los principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales a los diferentes campos de la actividad física y del deporte.

## **4. METODOLOGÍA**

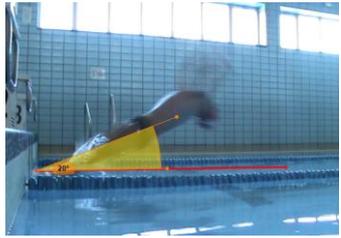
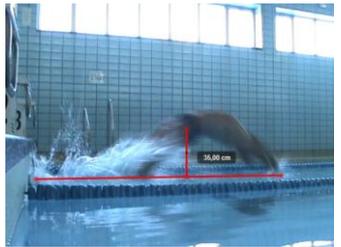
### **4.1. Muestra**

La muestra se compone de 15 nadadores de edades comprendidas entre los 15 y los 26 años (Media= 17,33;  $\pm 2,796$ ) de los cuales 12 pertenecen al Club Natación León, y los 3 restantes al Club Natación San Andrés, ambos de la ciudad de León. La muestra mencionada se componía a su vez de 11 chicos, lo cual representa el 73% de la muestra, y de 4 chicas, que representan el 27% restante. La muestra fue dividida en dos grupos: Infantil (n=7) que supone el 46,6% y Junior-absoluto (n=8) que representa el 53,4%, para llevar a cabo algunos de los análisis realizados a lo largo de la investigación.

#### **4.2. Protocolo y procedimiento**

En primer lugar y debido a su alto coste decidimos fabricar nuestra propia réplica del dispositivo de espalda, siguiendo estrictamente la normativa establecida por la FINA (2014). Una vez comprobamos la utilidad de nuestro implemento nos pusimos en contacto con los presidentes de ambos clubes, los cuáles, dieron su aprobación e instaron a hablar con los entrenadores de los nadadores. Posteriormente se concretó una reunión con los nadadores y entrenadores, con el propósito de dar a conocer el objetivo de nuestro estudio, las necesidades que requería y se les informó que al finalizar dicho estudio se les reportaría un informe acerca de los aspectos a mejorar, los cuales serían puestos a disposición del entrenador. Antes de comenzar la fase experimental, y dada la novedad que suponía el uso del dispositivo para los nadadores, se les informó sobre sus características y funcionamiento, además de facilitarles toda la información que determina el reglamento para su correcto uso. A partir de este momento, los sujetos realizaron varias sesiones de familiarización. En los instantes previos a las grabaciones realizaron un calentamiento en seco durante 10 minutos y un calentamiento en el agua de 15 minutos a fin de evitar lesiones. Se hicieron pruebas y se realizaron varias grabaciones desde diferentes planos, ángulos y posiciones con el fin de determinar la mejor posición para colocar la cámara de video y poder así realizar un análisis lo más exacto posible minimizando el error y que nos permitiese grabar la fase de vuelo hasta la entrada en el agua de forma completa. Todas las filmaciones se realizaron en la piscina municipal de “La Palomera” en León.

Para llevar a cabo nuestro estudio, cada sujeto realizó 3 salidas sin el dispositivo y otras 3 con él basándonos en el análisis de la competición de Arellano (2004) y siguiendo el mismo protocolo de actuación en ambos tipos. Se estableció un tiempo de descanso entre salidas de 5 min que les permitirá una recuperación completa, para evitar posibles modificaciones en la técnica de salida causadas por el componente fatiga. Se utilizó la mejor salida con dispositivo y la mejor sin el dispositivo de entre todas las realizadas con cada nadador (se considera mejor salida aquella en la que se consigue menor tiempo a los 10m con referencia cabeza del nadador) y, a partir de ahí, se analizaron las diferentes variables biomecánicas de interés para nuestro estudio a través del programa Kinovea. Estas variables se expondrán a continuación (Figura 5):

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Ángulo de salida (AS)	Ángulo comprendido desde la línea que sale de la punta de los pies y que finaliza en la articulación coxofemoral y la línea de la superficie del agua. Se mide en grados (°) justo en el momento previo a separar los pies del dispositivo.	
Altura de la cadera (AC)	Distancia comprendida desde la superficie del agua, hasta la articulación coxofemoral. Se toma justo en el momento en que los dedos de las manos tocan la superficie del agua. Se mide en centímetros (cm)	
Ángulo de entrada (AE)	Ángulo comprendido entre la línea que va de las manos hasta la articulación coxofemoral y la línea de la superficie del agua, cuando se produce el primer contacto de las manos con el agua. Se mide en grados (°)	
Distancia de entrada (DE)	Distancia comprendida desde la pared de la piscina hasta el punto donde tiene lugar el primer contacto de las manos con el agua. Se mide en centímetros (cm)	

**Figura 5.** Descripción del ángulo de salida, altura de la cadera, altura de la cadera y distancia de entrada al agua y fotogramas de cada uno de las variables tomados para su análisis

Además de lo anterior, la toma de tiempos para cada salida, nos permitió obtener la velocidad de nado puesto que la distancia a recorrer, que son 10 metros, es conocida. Una vez obtenidos los datos a través del análisis de vídeo, se procedió a introducir los datos en una base utilizando el programa estadístico SPSS. Dicho programa nos permitió relacionar el ángulo de salida y los brazos, la altura de la cadera y la distancia de entrada al agua con los tiempos tomados mediante cronómetro manual y poder obtener resultados y conclusiones a partir del análisis estadístico. Para llevarlo dicho proceso, se agrupó la

muestra en dos grupos de categoría: infantil (n=7) y junior-absoluto (n=8) y se hizo una distinción entre sexos (hombres; n=12 y mujeres; n=3).

#### **4.3. Instrumentos de medida y material empleado en el estudio**

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo en la salida de espalda hemos utilizado los siguientes elementos:

- Cámara de video Sony Handycam HDRCX625B, de 9,2 mega píxeles de definición que nos permitió efectuar las grabaciones en HD (Alta definición) y que presenta una lente gran angular. Esta cámara nos ha permitido realizar las filmaciones a 50 fotogramas por minuto, y se caracteriza por poseer una lente que permite un enfoque preciso y rápido.
- Réplica dispositivo Omega OSB-11: se trata de un taco de madera, que presenta las medidas reglamentarias exactas a las de competición, al que se le colocó caucho en la superficie para conseguir ese efecto antideslizante y que se sujeta al poyete mediante unas cinchas regulables.
- Conos pequeños
- Banderines de salida: Marca Speedo, situados a 5m de la pared tal y como determina el reglamento FINA
- Cronómetro manual Finis
- Programa informático Kinovea 0.8.15: se trata de un programa para el análisis de vídeo, que permite visualizar las filmaciones en fotogramas y a cámara lenta para conseguir el análisis de los diferentes ángulos y distancias, comparar vídeos de forma simultánea y observar y mostrar particularidades sobre acciones técnicas deportivas.
- Programa informático IBM SPSS Statistics 23, la versión más actualizada de dicho programa, el cual es una aplicación que permite llevar a cabo análisis estadísticos de todo tipo. Ofrece modelos de predicción y métodos de análisis de la calidad con la que resolver problemas de investigación y permite acceder a grandes cantidades de datos, seleccionarlos, analizarlos y presentarlos.

#### 4.4. Análisis estadístico

A partir de los datos obtenidos, se construyó una base de datos con el programa SPSS Statistics 23, con el que llevamos a cabo el procedimiento de análisis para obtener los resultados para dar solución a los objetivos que habían planteado. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo que nos permitió conocer resultados generales de nuestro estudio a partir de la media aritmética y de la desviación estándar para ambas salidas y para cada variable. Para conocer la significación estadística a la hora de establecer las diferencias entre grupos de categorías se realizaron comparaciones de medias y de tablas, mediante el análisis ANOVA y se llevó a cabo el post-hoc de Bonferroni, que nos dio la posibilidad de ver las diferencias entre ángulos, alturas y tiempos para cada uno de los tipos de salida y un análisis de correlaciones parciales bivariadas con la finalidad de determinar la relación existente entre variables. Para todos los casos se usó como referencia un nivel de significación  $p < 0,05$ .

### 5. RESULTADOS

#### 5.1. Análisis ANOVA

##### 5.1.1. Análisis ANOVA de los ángulos medidos en el estudio

La tabla 1 muestra los valores medios y la desviación estándar de los ángulos que se han obtenido de realizar el análisis de las grabaciones de las salidas de espalda de los nadadores. La tabla muestra los resultados obtenidos con y sin el dispositivo de salida y el valor de significación con respecto al ángulo de salida, la altura de la cadera y el ángulo de entrada. Existen diferencias significativas entre el tipo de salida y el ángulo de salida en el momento de despegarse de la pared ( $p=0,05$ ) y con respecto a la altura que alcanza la cadera del nadador ( $p=0,023$ ).

**Tabla 1.** Valores medios y desviación estándar de cada uno de los ángulos medidos en grados y para la altura de la cadera en cm para cada tipo de salida, desviación estándar y niveles de significación entre ambas salidas

TIPO DE SALIDA		AS	AC	AE
Sin dispositivo	Media	3,67	6,87	5,80
	SD	4,27	6,30	5,96
Con dispositivo	Media	11,20	16,85	12,87
	SD	6,35	10,96	10,63
	p	0,05	0,023	0,074

### 5.1.2. Análisis ANOVA de los tiempos y velocidades para los 10 metros

La tabla 2 muestra la media de tiempos y velocidades de los nadadores para cada tipo de salida y la desviación estándar para ambas variables. Podemos observar que el tiempo es menor para la salida con dispositivo y, por tanto, la velocidad es mayor al tratarse de variables inversas. A pesar de ello, la diferencia no es estadísticamente significativa ( $p=0,416$  y  $p=0,410$ , respectivamente)

**Tabla 2.** Valores medios de tiempo en segundos y de velocidad en m/s en 10 metros para cada tipo de salida, desviación estándar y nivel de significación

TIPO DE SALIDA		T_10	V_10
Sin dispositivo	Media	5,49	1,84
	SD	0,47	0,16
Con dispositivo	Media	5,25	1,91
	SD	0,43	0,16
	p	0,416	0,410

### 5.1.3. Análisis ANOVA de la distancia de entrada

En la tabla 3 mostramos la distancia media de entrada y la desviación estándar para ambas salidas. Podemos observar que la media de la muestra en la distancia de entrada tras la salida con dispositivo es mayor que en la salida sin dispositivo aunque no se observan diferencias significativas ( $p=0,82$ )

**Tabla 3.** Valores medios de distancia de entrada al agua en centímetros de los nadadores y desviación estándar para la salida sin y con dispositivo, desviación estándar y nivel de significación entre ambas salidas

TIPO DE SALIDA		DE	p
Sin dispositivo	Media	212,43	0,823
	SD	12,71	
Con dispositivo	Media	216,07	
	SD	17,57	

#### 5.1.4. Análisis ANOVA tiempos, ángulos de salida, velocidades, ángulos de entrada, altura de la cadera y distancia de entrada en función del sexo para ambas salidas

La tabla 4 nos muestra las diferencias existentes entre variables para ambos tipos de salida teniendo en cuenta el sexo del nadador. Se puede observar que el tiempo es menor en los hombres para ambos tipos de salida, y por tanto, la velocidad es menor en las dos salidas para los hombres. Este mismo comportamiento se puede observar para los ángulos de entrada al agua y para la altura de la cadera. El ángulo de salida es menor en los hombres que en las mujeres para la salida sin dispositivo, justo al contrario de lo que ocurre en la salida con el dispositivo, donde es mayor. Por otro lado, la distancia de entrada es mayor en las mujeres que en los hombres para los dos tipos de salida.

**Tabla 4.** Valores medios y desviación estándar para el tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para ambos sexos sin el dispositivo de salida y con el dispositivo de salida.

SALIDA	SEXO		T_10	V_10	AS	AC	AE	DE
<i>Sin dispositivo</i>	<b>Chico</b>	Media	5,43	1,85	2,91	7,09	6,45	210,99
		SD	0,46	0,15	4,11	7,08	6,76	12,32
	<b>Chica</b>	Media	5,62	1,79	5,75	6,27	4	216,37
		SD	0,53	0,18	4,57	4,19	2,71	14,82
<i>Con dispositivo</i>	<b>Chico</b>	Media	5,20	1,94	12	18,80	14,91	215,07
		SD	0,44	0,16	6,23	11,35	11,52	18,82
	<b>Chica</b>	Media	5,39	1,86	9	11,51	7,25	218,82
		SD	0,43	0,14	7,07	8,89	5,25	15,75

### 5.1.5. Análisis ANOVA de las variables tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada para cada uno de los grupos de categoría

En este caso, se hicieron dos grupos uno para la categoría infantil (n=7) y otro para las categorías absoluto y junior, al que denominamos como junior-absoluto (n=8). En la tabla 5, podemos observar los valores medios y la desviación estándar para cada una de las variables que se han analizado teniendo en cuenta el grupo de categoría del nadador. A la hora de comparar las diferencias entre grupos de categoría, lo principal a destacar, es que el tiempo es inferior en el grupo junior-absoluto para ambos tipos de salida, y por tanto, la velocidad es mayor. Algo similar ocurre con los ángulos y las distancias de entrada, donde sus valores son mayores para los miembros de la categoría junior-absoluto. En el análisis intra-grupal, el tiempo es menor para la salida con dispositivo entre los miembros de la misma categoría, para ambos grupos de categoría. Al mismo tiempo, velocidad, ángulos, altura de la cadera y distancia de entrada son mayores para la salida con dispositivo.

**Tabla 5.** Valores medios y desviación estándar para el tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para los dos tipos de salida en función del grupo de categoría.

CATEGORÍA	SALIDA		T_10	V_10	AS	AC	AE	DE
Infantil	Sin dispositivo	Media	5,49	1,83	3,14	5,85	3,71	218,86
		SD	0,48	0,16	4,41	6,79	4,35	12,35
	Con dispositivo	Media	5,27	1,91	9,29	13,22	8,86	220,78
		SD	0,34	0,12	7,37	11,53	7,88	16,39
Junior-Absoluto	Sin dispositivo	Media	5,48	1,84	4,13	7,77	7,63	206,8
		SD	0,48	0,16	4,39	6,16	6,82	10,71
	Con dispositivo	Media	5,24	1,92	12,88	11,86	16,38	211,95
		SD	0,52	0,19	5,22	10,07	11,94	18,59
<b>p</b>			0,61	0,61	0,005	0,019	0,045	0,26

### 5.2. Análisis de correlaciones entre las variables estudiadas

A continuación se muestran dos tablas en las que se presenta el análisis de correlaciones parciales teniendo en cuenta el tipo de salida. El análisis nos permitirá conocer aquellos aspectos que influyen directamente en la salida y de esta forma tener en cuenta los elementos que pueden mejorar el rendimiento del nadador. En la primera (Tabla 6) se

presenta la correlación entre todas las variables estudiadas en el caso de la salida sin el dispositivo. En la segunda (Tabla 7) se muestra el mismo análisis pero en esta ocasión en el caso de la salida con dispositivo. En ambos casos, existen correlaciones significativas y de signo negativo entre el tiempo y el ángulo de salida, el ángulo de entrada y la altura de la cadera, y se apreció que estas correlaciones eran mucho más significativas para la salida con el dispositivo. También se comprobó que no existía una correlación significativa entre ninguna de las variables y la distancia de entrada al agua.

La tabla 6 nos muestra el índice de correlación de Pearson (R) y los índices de significación (p) para la salida sin dispositivo. Se comprobó que existe una correlación significativa y de signo negativo entre el tiempo y el ángulo de salida ( $R=-0,593$ ;  $p=0,02$ ), lo que indica que cuanto mayor sea el ángulo de salida, menor será el tiempo para nadar los 10 primeros metros, ocurriendo lo mismo con la altura de la cadera ( $R=-0,671$ ;  $p=0,02$ ). Destacaremos además que la correlación hallada entre el tiempo y el ángulo de entrada fue extremadamente significativa y de signo negativo ( $R=-0,686$ ;  $p=0,005$ ).

Se da una correlación muy significativa y de signo positivo entre velocidad y el ángulo de salida, es decir, a mayor velocidad, mayor ángulo de salida y viceversa ( $R=0,592$ ;  $p=0,006$ ). Al realizar esta afirmación hemos de tener en cuenta que esto tan sólo va a ocurrir hasta un cierto punto y que superado un determinado ángulo de salida la correlación pasará a ser de signo negativo, lo que indica que la velocidad será menor. Al comparar la velocidad con la altura de la cadera ( $R=0,677$ ;  $p=0,006$ ) y el ángulo de entrada ( $R=0,687$ ;  $p=0,005$ ) comprobamos que la correlación es aún más significativa que en el caso anterior e indica que a mayor altura de la cadera y mayor ángulo de entrada, mayor será la velocidad del nadador.

**Tabla 6.** Correlaciones e índices de significación entre las variables tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para la salida de espalda sin dispositivo

		T_10	V_10	AS	AC	AE	DE
T_10	R		-0,999**	-0,593*	<b>-0,671**</b>	<b>-0,686**</b>	0,131
	p		0,000	0,020	0,006	0,005	0,642
V_10	R			0,592*	<b>0,677**</b>	0,687**	-0,113
	p			0,020	0,006	0,005	0,687
AS	R				<b>0,730**</b>	0,551*	0,016
	p				0,002	0,033	0,954

<b>AC</b>	R			<b>0,671**</b>	-0,136
	p			0,006	0,628
<b>AE</b>	R				-0,135
	p				0,633
<b>DE</b>	R				
	p				
La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)**					
La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)*					

La correlación que existe entre el ángulo de salida y la altura de la cadera es de signo positivo y extremadamente significativa ( $R=0,730$ ;  $p=0,002$ ) igual que ocurre para el ángulo de entrada, aunque en este caso la correlación no es tan significativa ( $R=0,530$ ;  $p=0,033$ ). Para finalizar, destacaremos la correlación entre la altura de la cadera y el ángulo de entrada es significativa y de signo positivo ( $R=0,671$ ;  $p=0,006$ ). A mayor altura de la cadera, mayor va a ser el ángulo de entrada al agua. Por otro lado, en la tabla 7 podemos ver los diferentes índices de correlación de Pearson (R) y niveles de significación (p) que existen entre las variables para la salida con dispositivo. De nuevo existe una correlación entre el tiempo y el ángulo de salida pero en esta ocasión es extremadamente significativa y de signo negativo ( $R= -0,767$ ;  $p=0,001$ ) al igual que con la altura de la cadera ( $R=-0,807$ ;  $p=0,000$ ). Esto indica que, con el dispositivo, se alcanzan un mayor ángulo de salida y altura de la cadera siendo menor el tiempo empleado en recorrer los 10 metros y viceversa. Lo mismo va a suceder con el ángulo de entrada, pero en este caso, la correlación es algo menor ( $R= -0,722$ ;  $p=0,002$ ), aunque sigue siendo altamente significativa.

Se observan correlaciones similares entre la velocidad y el ángulo de salida ( $R=0,762$ ;  $p=0,001$ ), la altura de la cadera ( $R=0,814$ ;  $p=0,000$ ) y el ángulo de entrada ( $R=0,731$ ;  $p=0,002$ ), pero son de signo positivo, puesto que la relación entre el tiempo y la velocidad es inversa. En lo que se refiere al ángulo de salida se aprecia una correlación extremadamente significativa con la altura de la cadera y el ángulo de entrada ( $R=0,961$ ;  $p=0,000$ ) y ( $R=0,819$ ;  $p=0,000$ ), respectivamente. Lo último a destacar es que entre la altura de la cadera y el ángulo de entrada al agua existe una correlación extremadamente significativa y de signo positivo ( $R=0,879$ ;  $p=0,000$ ).

**Tabla 7.** Correlaciones e índices de significación entre tiempo, velocidad, ángulo de salida, altura de la cadera, ángulo de entrada y distancia de entrada al agua para la salida de espalda con dispositivo.

		T_10	V_10	AS	AC	AE	DE
T_10	R		-,997**	-,767**	-,807**	-,722**	,193
	p		,000	,001	,000	,002	,492
V_10	R			,762**	,814**	,731**	-,217
	p			,001	,000	,002	,437
AS	R				,961**	,819**	-,288
	p				,000	,000	,298
AC	R					,879**	-,286
	p					,000	,302
AE	R						-,224
	p						,423
DE	R						
	p						

La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)\*\*  
 La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral)\*

## 6. DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio era determinar las modificaciones provocadas en la técnica de salida de espalda con el nuevo dispositivo OMEGA OSB-11. Hemos podido observar que la correlación entre variables es significativa principalmente en lo que respecta al tiempo, velocidad, ángulo de salida, ángulo de entrada al agua y altura de la cadera entre sí, siendo esta significación mayor en la salida con dispositivo. También comprobamos que no existen correlaciones significativas entre ninguna de las variables y la distancia de entrada al agua, por lo que podría afirmarse que estas variables no influyen sobre la distancia de entrada al agua del sujeto. La modificación del reglamento de espalda que incluye el dispositivo de salida es bastante reciente, por lo que algunos de nuestros resultados no han podido ser discutidos con literatura específica acerca de esta acción.

### 6.1. Tiempos y velocidades

A partir de nuestro análisis pudimos comprobar que la salida con dispositivo es más efectiva que la salida sin dispositivo puesto que el tiempo disminuía, aunque no existen diferencias significativas entre ambos tipos de salida, disminuyendo el tiempo medio en 0,24 segundos ( $\bar{x}$ = 5,25s) con respecto a la salida sin dispositivo ( $\bar{x}$ = 5,49s), mejorándose el tiempo en un 4,37%. A pesar del importante porcentaje del tiempo total de la competición que supone la salida en espalda (De Jesus et al., 2015), la utilización de dicho implemento no ha permitido

batir los records existentes en las pruebas de 50, 100 y 200 metros espalda (FINA, 2015). Es necesario que los nadadores lleven a cabo un periodo de adaptación y conocimiento para usarlo correctamente, si pretenden mejorar sus marcas (Vantorre, Chollet y Seifert, 2014). Hohmann, Fehr, Kirsten y Krueger (2008) comprobaron que el pico de fuerza máxima absoluta es alcanzado justo en el momento previo a la separación de los pies y que afecta de forma determinante al tiempo tomado en 7,5m, lo que pone de manifiesto la importante relación entre los aspectos cinemático y cinético y la influencia del dispositivo sobre las fuerzas generadas. Estrechamente relacionada con el tiempo, la velocidad de salida con el dispositivo fue mayor ( $\bar{x}=1,91$  m/s) que sin dispositivo ( $\bar{x}=1,86$  m/s), lo que supone una mejora del 2,62% en dicha variable.

## **6.2. Ángulos de entrada y salida al agua y altura de la cadera**

Los ángulos de salida y entrada al agua, así como la altura de la cadera alcanzados por los nadadores fueron mayores con el dispositivo ( $\bar{x}=6,35^\circ$ ;  $\bar{x}=10,63^\circ$  y  $\bar{x}=10,96$ cm, respectivamente). Las tres se encuentran muy correlacionadas entre sí, lo que supone que cuanto mayor sea el ángulo de salida, mayor va ser la altura de cadera y mayor será el ángulo de entrada al agua. A pesar de los resultados obtenidos, el hecho de alcanzar un gran ángulo en la salida, no es sinónimo de efectividad. El ángulo óptimo que el cuerpo debe conseguir si quiere alcanzar la máxima distancia de vuelo cuando éste despegue y aterrice sobre una superficie a igual altura, es de  $45^\circ$  (Rojano y Berral, 2009). Una vez superada esa cifra, la distancia de vuelo u horizontal, en nuestro caso, la distancia de entrada al agua, puede verse perjudicada, por lo que es necesario matizar este dato. Esto supone que el sujeto, caiga más cerca de la pared y que permanezca más metros y más tiempo en el agua, reduciendo su velocidad, puesto que se trata de un medio más denso. Los datos obtenidos no muestran ángulos de salida superiores a  $45^\circ$  en ninguno de los dos tipos de salida ni próximos a esta cifra, por lo tanto, se debe incidir en el margen de mejora que los sujetos pueden experimentar con él.

En cuanto a la altura de la cadera sin dispositivo ( $\bar{x}=6,87$  cm) observamos que la media no se aproxima a los datos obtenidos por Zapico et al., (2002) donde se alcanzan alturas, en dos posiciones diferentes de los pies de 29,6 y 27,2 cm, respectivamente. Ni siquiera en la salida con dispositivo ( $\bar{x}=10,96$  cm), está próxima a sus resultados. Posiblemente el hecho de que se traten de nadadores de élite y absolutos, puede ser un factor determinante en las cifras obtenidas, puesto que casi la mitad de nuestra muestra (46,6%) se trata de nadadores infantiles, sin tanta experiencia y sin un desarrollo madurativo completo. El ángulo de entrada, estrechamente correlacionado con la altura de la cadera, presenta una situación

similar, puesto que los valores obtenidos por estos autores son de 18,8 y 25,5 cm, mientras que en nuestro estudio son de 5,8 y 12,87 cm para cada uno de los tipos de salida.

Sinistaj, Burkhardt, Corradori, Taylor y Lorenzetti (2015) comprobaron que los nadadores nadaban significativamente más rápido, saltaban más y entraban al agua de mejor modo usando el dispositivo de salida de espalda. Atendiendo a Takeda (2013) (en Sinistaj et al., 2015) el nadador consigue una mejor entrada al agua cuando realiza un “agujero” que le va a permitir alcanzar mayor profundidad. Este hecho se relaciona directamente con la altura de la cadera y con el ángulo de entrada, ya que cuanto mayores sean, más limpia será la entrada en el agua, siempre teniendo en cuenta el matiz mencionado anteriormente. Una mayor altura de la cadera y un mayor ángulo de entrada al agua, vienen precedidos de un mayor ángulo de salida. Scheuchenzuber (1970) (en Theut y Jensen, 2006) comprobó que la salida con los pies fuera del agua era más efectiva que con ellos bajo el agua, debido a la falta de estabilidad de éstos para apoyarse bajo la superficie en el momento previo a la salida. La posibilidad de regular el dispositivo a diferentes alturas tanto por debajo como por encima del agua y su superficie antideslizante evitan este y otros contratiempos como resbalones o la dificultad para generar fuerza permitiendo al nadador efectuar una salida más rápida y más limpia, con la menor resistencia posible, puesto que va a ser clave para que sea efectiva (Takeda, Itoi, Takagi y Tsubakimoto, 2014), debido a que se genera más fuerza tanto horizontal como vertical y se entra generando ese “agujero” en el agua.

### **6.3. Sexo**

Los resultados obtenidos mostraron que el tiempo de salida era menor para los hombres que para las mujeres, tanto con el dispositivo como sin él. Se ha podido comprobar que el uso del dispositivo deriva en una ligera, pero mayor diferencia entre ambos sexos, puesto que su uso supone una diferencia de un 3,53%, mientras que la salida sin el dispositivo supone una diferencia del 3,38%. Los ángulos, altura de cadera y distancia de entrada también fueron mayores en el grupo de los varones, a diferencia de lo observado por Thanopoulos et al., (2012), cuyo estudio mostró que los ángulos medidos con el poyete para la salida en el resto de estilos, eran mayores en el grupo de las mujeres jóvenes, lo que contrasta claramente con nuestros resultados y pone de manifiesto las importantes diferencias en la técnica de la salida de espalda y la del resto de estilos. Slawson, Conway, Cossor, Chakravorti, Le Sage y West (2011) comprobaron que la utilización del poyete para salida desde fuera del agua suponía diferencias entre hombres y mujeres en los picos de velocidad horizontal y la distancia de entrada de la cabeza en el agua, pero en ambos sexos se incrementaban ambos parámetros con su uso, por lo que el grado de inclinación será clave ya que permite aplicar más fuerza modificando los aspectos cinemáticos y consiguiendo una salida más efectiva, al igual que ocurre con el dispositivo de espalda.

Consideramos que la causa fundamental de nuestros resultados se debe a las diferencias antropométricas existentes entre hombres y mujeres y todo ello, a su vez, relacionado con la edad, presentando los hombres una mayor estatura y una mayor longitud de sus segmentos corporales. A su vez, influirá la disposición de un mayor porcentaje de masa muscular, que permite la aplicación de más fuerza para impulsarse en la salida (Sánchez, 2000). En lo que se refiere al tiempo de reacción, Pushkar, Issurin y Verbitsky (2014) no consiguieron encontrar diferencias en los tiempos de reacción en la salida de espalda entre hombres y mujeres de élite. El tiempo de reacción es considerado como el generador de la mayor parte de los resultados positivos en la élite según la mayoría de los autores (Bottino, Copa, Fita, Nardi y Zanardi, 2015) por lo que se trata de un aspecto a tener muy en cuenta, puesto que está demostrado que el tiempo de reacción es menor en varones. Para West et al., (2011) (en García-Ramos et al., 2014) la velocidad de reacción es considerado como uno de los puntos clave para una buena salida. Esta afirmación concuerda con nuestros resultados, puesto que el tiempo de salida es menor en hombres, por tanto, podemos afirmar que este hecho es importante, pero no tan determinante como son la antropometría o la fuerza de los nadadores. Algo similar ocurre con el resto de las variables.

#### **6.4. Categoría**

Los tiempos que hemos obtenido son menores para la categoría junior-absoluto que para el grupo alevín. Las principales razones se encuentran en las diferencias antropométricas, donde el grupo de mayor edad (junior-absoluto), posee una mayor estatura, lo que conlleva un tronco y unas extremidades más largas además de un mayor desarrollo físico y motor. Como indican Navarro, Oca y Castañón (2003), el desarrollo de los sujetos es igual hasta que se alcanza la pubertad y, en el caso de los hombres, la masa magra no se desarrolla completamente hasta los 20 años. Esto explica la razón por la que los sujetos de categoría infantil, presentan valores menores en todas las variables estudiadas. Por tanto a mayor edad, mayor capacidad para generar fuerza al impulsarse en la salida. También podría influir la experiencia y los años de entrenamiento, aunque no disponemos de datos acerca de los años de entrenamiento de cada nadador lo que nos impide afirmar con total seguridad que sea determinante aunque, muy posiblemente, permita disminuir el tiempo y por tanto, incrementar la velocidad de la salida ya que tanto técnica como adaptación al entrenamiento serán superiores a los de los nadadores de la categoría alevín.

Para finalizar, considerar que también existen casos donde las diferencias no son significativas. Consideramos que los nadadores necesitarían de un periodo más largo de adaptación y familiarización con el dispositivo y entrenamientos técnicos específicos destinados a la salida, para poder minimizar el posible error cometido y obtener mayores mejoras.

## 7. CONCLUSIONES

En base a los resultados y la discusión de los mismos hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Los ángulos de salida estudiados son mayores para la salida con el dispositivo OMEGA OSB-11 que para la salida convencional, posiblemente debido a la inclinación y superficie antideslizante del dispositivo, que permite ejercer mayor fuerza vertical.
- El tiempo de salida hasta los 10 metros fue menor para todos los sujetos de ambos grupos de categorías y de ambos sexos en las salidas efectuadas con el dispositivo y consideramos que se puede deber a la posibilidad de aplicar tanto mayor fuerza vertical como horizontal. Derivado de lo anterior, podemos afirmar que la velocidad se incrementa en las salidas con dispositivo, lo cual pone de manifiesto el beneficio que supone este nuevo implemento en el rendimiento de los nadadores.
- Existen diferencias de tiempos entre ambos grupos de categorías debido principalmente a razones antropométricas y morfológicas, siendo menor el tiempo para los 10 metros en el grupo de categoría junior y absoluto.
- La altura de la cadera es mayor en todos los sujetos cuando utilizan el dispositivo, con independencia de la categoría y el sexo. El ángulo de salida y el ángulo de entrada al agua, muy correlacionados con la altura de la cadera muestran una tendencia similar, todo ello debido a una fuerza vertical mayor. Ambos aspectos deben considerarse con cautela, puesto que a partir de un ángulo de salida de 45° los diferentes parámetros técnicos se podrán ver perjudicados.
- No existen diferencias significativas entre la distancia de entrada al agua y la salida con el dispositivo OMEGA OSB-11, creemos que debido a que existe la posibilidad de, además de aplicar mayor fuerza vertical, una aplicación equilibrada de ésta y de la fuerza horizontal.

La conclusión final que podemos extraer de este estudio es que la salida con el dispositivo OMEGA OSB-11, permite al nadador realizar una salida más rápida, sacar el cuerpo del agua y alcanzar un mayor ángulo de salida y entrada al agua y una mayor altura de la cadera. La salida con el dispositivo no conlleva diferencias en la distancia de entrada al agua, la cual, en algunos casos, era menor puesto que se ejercía un exceso de fuerza vertical que provocaba un arqueamiento mayor del cuerpo, siendo la salida más parabólica, y alcanzándose menor distancia. Las diferencias encontradas entre categorías no fueron significativas para los ángulos de entrada y salida y para la altura de la cadera.

Consideramos que estas diferencias son debidas a la experiencia, la morfología y la antropometría de los sujetos.

## **8. APLICABILIDAD PRÁCTICA Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

El estudio que hemos llevado a cabo y los resultados obtenidos a partir del mismo, serán reportados a los entrenadores de ambos clubes con todos los detalles y datos importantes que se han encontrado, con el objetivo de ayudarles a diseñar diferentes ejercicios y entrenamientos que permitan trabajar tanto las fortalezas como las debilidades en la técnica de salida de espalda ayudando a mejorar sus tiempos en competición. La aportación futura de nuestra investigación puede servir de gran ayuda a otras personas interesadas en estudiar la salida de espalda, puesto que se trata de un implemento muy novedoso del que apenas existen estudios en la actualidad. El objetivo es que sirva como guía junto con otros estudios para contribuir a diseñar y mejorar los entrenamientos y la técnica de los nadadores en esta acción, así como ayudar a futuras investigaciones que permitan ampliar el conocimiento sobre la misma y la influencia del dispositivo en la misma.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

Arellano, R. (2004). Aplicación de la evaluación biomecánica en el entrenamiento de nadadores. *Comunicaciones técnicas*, 3, 15-22.

Arellano, R., Pardillo, S., y García, F. (1999). A system for quantitative measurement of swimming technique. *Biomechanics and Medicine Swimming*, 7(1), 269-275.

Bottino, V., Copa, P., Nardi, F., Zanardi, C. (2015). Mejora de la velocidad de reacción en natación. *Revista Electrónica para Entrenadores y Preparadores Físicos*, 7 (24).

Cortesi, M., Fantozzi, S., y Gatta, G. (2012). Effects of distance specialization on the backstroke swimming kinematics. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 526-532.

De Aymerich, J., y Guibelalde, I. (2005). Análisis de la competición en natación. *I Congreso Virtual de Investigación en la Actividad Física y el Deporte*.

De Jesús, K., De Jesús, K., Fernandes, R.J., Vilas-Boas, J.P., y Sanders, R. (2014). The backstroke swimming start: state of the art. *Journal of Human Kinetics*, 42, 27-40.

De Jesus, K., De Jesus, K., Figueredo, P., Gonçalves, P., Pereira, S., Vilas-Boas, J.P., y Fernandes, R.J. (2011). Biomechanical analysis of backstroke swimming starts. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 546-551.

De Jesus, K., De Jesus, K., Medeiros, A.A., Gonçalves, P., Figueredo, P., Fernandes, R.J., y Villas-Boas, J.P. (2015). Neuromuscular activity of upper and lower limbs during two backstroke swimming start variants. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14, 591-601.

De Jesus, K., De Jesus, K., Medeiros, A.A., Fernandes, R.J., y Vilas-Boas, J.P. (2014). The backstroke starting variants performed under the current swimming rules and block configuration. *Journal Swimming Research*, 22, (1).

García-Ramos, A., Stirn, I., Argüelles-Cienfuegos, J., De la Fuente, B., Strumbelj, B., Padial, P., Strojnik, V., Tomazin, K., Bonitch-Góngora, J., Calderón, C., y Feriche, B. (2014). Relación entre diferentes variables derivadas de la fase de impulso y el rendimiento en la salida de natación.

Guimaraes, A., y Hay, J. (1985). A mechanical analysis of the grab starting technique in swimming. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1 (1), 25-35.

Hohmann, A., Fehr, U., Kirsten, R., Krueger, T. (2008). Biomechanical analysis of the backstroke start technique in swimming. *E-Journal Bewegung und Training*, 2, 28-33.

Jones, V., y Brítez, J. (2013). Reglamento de natación: su vinculación y aplicación a las técnicas de nado. *En actas, X Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias*.

Llana, S. (2002). El análisis biomecánico en natación. *Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Valencia*.

Navarro, F., Oca, A., y Castañón, F.J. (2003). El entrenamiento del nadador joven. *Gymnos*.

Ortega, D., y Betanzos, R. (2014). Análisis cinemático en 2D de las salidas de agarre y de atletismo en natación. *Journal of Sport and Health Research*, 6(2), 151-158.

Oviedo, M.A., Bueno, J., y Munguía, D. (2015). Bioenergética, biomecánica y antropometría como determinantes del rendimiento en natación: revisión. *Movimiento humano*, 7, 11-23

Pushkar, S., Issurin, V.B., y Verbitsky, O. (2014). A single-unit design structure and gender differences in the swimming world championships. *Journal of Human Kinetics*, 42, 215-222.

Rojano, D., y Berral F.J. (2009). Análisis biomecánico del efecto de un aumento del ángulo de salida en el alcance del lanzamiento de peso. *International Journal of Sports Science*, 5 (14), 94-106.

Sánchez, J.A. (2000). 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 la prueba.

(Tesis Doctoral). Departamento de personalidad, evaluación y tratamiento psicológico. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.

Sanders, R. (2002). New analysis procedures for giving feedback to swimming coaches and swimmers. In K.E. Gianikellis, B.R. Mason, H.M. Toussaint, R. Arellano, R. Sanders. (eds.), *Proceedings of XX ISBS-Swimming, Applied Program*. Cáceres: University of Extremadura.

Sinistaj, S., Burkhardt, D., Corradori, S., Taylor, W.R., y Lorenzetti, S. (2015). Kinetic and Kinematic analysis of the backstroke start. En Floren Collaud, Mathieu Domalain y Tony Monnet (eds.), *33<sup>o</sup> International Conference on Biomechanics In Sports, Poitiers, France*.

Slawson, S.E., Conway, P.P., Cossor, J., Chakravorti, M., Le-Sage, T., West, A.A. (2011). The effect of start block configuration and swimmer kinematics on starting performance in elite swimmers using the Omega OSB11 block. *Procedia Engineering*, 13, 141-147.

Takeda, T., Itoi, O., Takagi, H., Tsubakimoto, S. (2014). Kinematic analysis of the backstroke start: differences between specialists and non-specialists. *Journal of Sports Science*, 32(7), 635-641.

Thanopoulos, V., Rozi, G., Okicic, T., Dopsaj, M., Jorgic, B., Madic, D., Velickovic, S., Milanovic, Z., Spanou, F., Batis, E. (2012). Differences in the efficiency between the grab and track starts for both genders in greek young swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 32, 43-51.

Theut, K.M., y Jensen, R.L. (2006). A comparison of two backstroke starts. *XXIV ISBS Symposium*.

Vantorre, J., Chollet, D., y Seifert, L. (2014). Biomechanical analysis of the swim-start. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13 (2), 223-231.

Zapico, A., Payton, C., Cabello, E., y Peyrebrune, M. (2002). El efecto de la posición de partida en la salida de espalda en natación. *Biomecánica*, 10(2), 79-87.

### **Páginas Web:**

Federación Internacional de Natación Amateur: Reglamento 2014 <http://www.fina.org/>

<http://www.allswimchile.cl/fina-explica-sobre-nuevo-dispositivo-para-salida-de-espalda/>

[http://www.i-natacion.com/articulos/equipacion/dispositivo\\_espalda.html](http://www.i-natacion.com/articulos/equipacion/dispositivo_espalda.html)

## **10. ANEXOS**

### **HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA EL ESTUDIO “Análisis cualitativo de la técnica para la salida en el estilo espalda”**

**LEA** la siguiente información para estar seguro/a que comprende perfectamente el objetivo de esta investigación y su intervención en la misma, y firme en caso de que esté de acuerdo a participar en la misma:

De manera resumida, el presente estudio pretende estudiar algunas variables biomecánicas relacionadas con la acción de la salida usando una réplica del dispositivo de espalda Omega OSB-11 y determinar las diferencias existentes que realizando la misma salida sin implemento y las ventajas sobre la misma.

#### **PROCEDIMIENTOS** para realizar este estudio

Se necesitarán una serie de medidas antropométricas, recogidas mediante cuestionario y grabaciones en vídeo de los nadadores. A su vez, se cronometrará sobre una distancia de 10 metros para obtener la velocidad en la salida con dispositivo y sin dispositivo. Los nadadores llevarán a cabo unos días de entrenamiento para conseguir la familiarización del gesto y, a partir de aquí, realizar el estudio

#### **BENEFICIOS**

No recibirá ningún beneficio directo por el hecho de participar en el estudio, y que los resultados serán de interés científico. No obstante, en el caso de que los datos pudieran proporcionarle un potencial beneficio con respecto al rendimiento, le serán comunicados siempre que con anterioridad no hubiera manifestado por escrito el deseo de no recibir este tipo de información.

#### **GASTOS**

Los gastos serán totalmente asumidos por las partes implicadas en el estudio y, como participante voluntario en las mismas, no tiene ninguna responsabilidad en este hecho.

## **CONFIDENCIALIDAD**

Se garantiza la confidencialidad, con las medidas de seguridad exigidas en la legislación vigente. Los resultados obtenidos podrán ser consultados por los investigadores del estudio y ser publicados en revistas científicas sin que consten los datos personales de los participantes.

Con la firma de esta hoja de consentimiento, da su permiso para la utilización de los tiempos y de los cuestionarios administrados.

## **CONSENTIMIENTO**

Después de haber leído y comprendido el objetivo del estudio, y haber resuelto las dudas que tenía, doy mi conformidad para participar en él. En caso de que el participante sea menor de edad, deberán aparecer los datos del mismo, así como el consentimiento firmado de su tutor/es legal/es.

**LUGAR Y FECHA,** .....A ..... De ..... De 2015

**FIRMA: Participante  
hace falta)**

**Responsable que informa**

**Tutor (si**

Sr./a.....

Sr./a.....

Sr./a.....