



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y DEL DEPORTE
Curso Académico 2014/2015

**ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA SALIDA EN NATACIÓN:
COMPARACIÓN ENTRE POYETE TRADICIONAL Y OMEGA
OSB11**

**KINEMATIC ANALYSIS OF OUTPUT IN SWIMMING:
COMPARISON BETWEEN TRADITIONAL STARTING BLOCK
AND OMEGA OSB11**

Autora: Paula Fidalgo Villalba

Tutor: Alfonso Salguero del Valle

Fecha: 02/07/2015

VºBº TUTOR/A

AUTORA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS, TABLAS Y FIGURAS

Abreviaturas:

- R = Correlación Pearson
- P = Significación
- Ang = Ángulo
- FINA = Federación Internacional de Natación
- V = Velocidad
- E = Espacio
- T = Tiempo

Tablas:

- **Tabla 1.** Valores medios, desviación típica y nivel de significación de los ángulos posicionales observados en los nadadores en cada uno de los tipos de salida.....17
- **Tabla 2.** Valores medios, desviación típica y nivel de significación del tiempo en segundos en 10 m. empleado por los nadadores en cada tipo de salida....18
- **Tabla 3.** Valores medios, desviación típica y nivel de significación de la velocidad en 10 m. empleado por los nadadores en cada tipo de salida.....18
- **Tabla 4.** Valores medios, desviación típica y nivel de significación del tiempo de vuelo empleado por los nadadores en cada tipo de salida.....19
- **Tabla 5.** Valores medios, desviación típica y nivel de significación de la distancia de vuelo empleado por los nadadores en cada tipo de salida.....19
- **Tabla 6.** Análisis multivariante donde se tomaron como variables independientes el sexo y el tipo de salida, y como variables dependientes la distancia y el tiempo de vuelo, y la velocidad y el tiempo en 10 m.....20
- **Tabla 7.** Correlaciones parciales entre los ángulos, tiempo y velocidad en 10 m., tiempo y distancia de vuelo, teniendo en cuenta la variable independiente tipo de salida (Sin taco).....21
- **Tabla 8.** Correlaciones parciales entre los ángulos, tiempo y velocidad en 10 m., tiempo y distancia de vuelo, teniendo en cuenta la variable independiente tipo de salida (con taco).....22

Figuras:

- **Figura 1.** París 1900. Fuente: www.notinat.com.es.....7
- **Figura 2.** Estocolmo 1912. Fuente: www.notinat.com.es.....8

- **Figura 3.** Berlín 1936. Cubo de hormigón. Fuente: www.notinat.com.es.....8
- **Figura 4.** Roma 1960. Fuente: www.notinat.com.es.....9
- **Figura 5.** Montreal 1976. Fuente: www.notinat.com.es.....10
- **Figura 6.** Barcelona 2003. Fuente: www.notinat.com.es.....10
- **Figura 7.** Poyete en la actualidad, modelo Omega OSB11.....11
- **Figura 8.** Estudio de los ángulos de la pierna de delante, de la de atrás y del ángulo de salida.....17
- **Figura 9.** Resultados medios de los ángulos posicionales de Mireia Belmonte. Fuente: “Swimmimng Coaches Golden Clinic” FINA 2014. Conferencia de Fred Vergnoux.....24

ÍNDICE

Resumen.....	5
1. Introducción.....	6
2. Justificación Teórica.....	7
2.1. Evolución del poyete.....	7
2.2. Análisis cuantitativo de la natación.....	12
3. Objetivos.....	14
3.1. Objetivo principal.....	14
3.2. Objetivos secundarios.....	14
4. Metodología.....	14
4.1. Muestra.....	14
4.2. Protocolo y procedimiento.....	15
4.3. Materiales e instrumentos utilizados.....	16
4.4. Análisis estadístico.....	16
5. Resultados.....	17
5.1. Ángulos.....	17
5.2. Tiempos.....	18
5.3. Diferencias entre los tiempos de cada una de las salidas atendiendo a la variable sexo.....	19
5.4. Correlaciones.....	20
6. Discusión.....	22
6.1. Ángulos.....	22
6.2. Tiempos.....	24
6.3. Correlaciones.....	25

7. Conclusión.....	26
8. Bibliografía.....	27
Anexos.....	31

RESUMEN

En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de la técnica en varios nadadores, de diferentes categorías, en la provincia de León, con el objetivo de realizar un análisis cinemático de las salidas en natación, con el poyete tradicional y con el Omega OSB11. En el estudio han participado 20 nadadores, 10 chicas y 10 chicos, pertenecientes al Club Natación León.

A la hora de llevarlo a cabo, hemos analizado en las imágenes de video captadas en los entrenamientos, los ángulos posicionales del nadador en la salida, la distancia y el tiempo de vuelo, y la velocidad y el tiempo que tardaban en llegar a los 10 m. Los resultados obtenidos reflejan una ligera ventaja en los tiempos medios en llegar a 10 m., obtenidos por el grupo, tanto de chicas como de chicos fueron mejores cuando realizaron la salida con el poyete Omega OSB11. Además, muestran las variaciones en la angulación de la pierna de atrás cuando aparece el taco. Con todo esto llegamos a una serie de conclusiones que pueden ayudar a entrenadores y nadadores a mejorar el rendimiento en esta prueba.

Palabras clave: análisis cuantitativo, salidas natación, OSB11, plataforma de salida.

ABSTRACT

In this work we have carried out a quantitative analysis of the technique in several swimmers of different categories in the province of León, with the aim of making a kinematic analysis of the outputs in swimming, with traditional sill and the Omega OSB11 .The study involved 20 swimmers, 10 girls and 10 boys, belonging to the Leon Swimming Club.

At the time of its implementation, We have analyzed video images captured in practice, the positional angles swimmer at the start, distance and flight time , and the speed and the time taken to reach 10 m. The results show a slight advantage in the average times to reach 10 m. , Obtained by the group , both girls and boys were better when they realized output with Omega OSB11. Also show variations in the angle of the back leg when the cue appears.With all this we reached a number of conclusions that can help coaches and swimmers to improve performance in this test.

Key words: quantitative analysis, swimming starts, OSB11, starting block.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio que se va a llevar a cabo se encuentra dentro del ámbito de la natación, en concreto tiene que ver con la efectividad y la influencia del nuevo poyete de salida, en relación al poyete convencional. Esta nueva plataforma de salida Omega (OSB11, Corgémont, Suiza) fue aprobada por la Federación Internacional de Natación (FINA) en el año 2008, en competición internacional (Honda, Sinclair, Mason y Pease, 2012).

La capacidad de los nadadores para realizar una buena salida es una de los factores fundamentales en la natación, sobre todo en las prueba de corta distancia. En general, se considera que la salida es la fase transcurrida desde el inicio de la prueba hasta la marca de 10 m (Llana, 2002), distancia máxima que un nadador podrá alcanzar debajo del agua. Según Sanders (2002), la salida consta 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 fase de vuelo, la tercera fase es aquella en la que el nadador se encuentra por debajo del agua y la cuarta fase es el tramo hasta la línea de 15 m en el que el sujeto se encuentra finalmente nadando en la superficie.

A la hora de analizar el rendimiento de los nadadores en la salida se pueden valorar una gran cantidad de variables, pero en este caso en concreto sólo se va a hablar de los ángulos, los tiempos y la relación de las diferentes formas de salida, Takeda y Nomura (2006) afirman que en la actualidad coexisten básicamente dos tipos de salida: la salida de agarre (*grab start*) y la salida de atletismo (*track start*). La diferencia principal entre ambas consiste en la colocación de los pies. Mientras que en la salida de agarre el nadador coloca ambos pies en la parte delantera del poyete, en la de atletismo los pies se colocan escalonados (Holthe y McLean, 2001; Jorgić et al., 2010; Maglischo, 2003). El inicio con los pies escalonados está pensado para permitir que el nadador, al igual que en atletismo, pueda generar un impulso horizontal mayor que durante la salida de agarre (LaRue, 1985). En nuestro estudio, la salida que realizan los nadadores en el poyete convencional es la que ellos consideran que les ayuda a obtener mejores resultados y la que utilizan de forma asidua.

Por tanto, dado que a menudo las diferencias entre ganar o perder una carrera son pequeñas, el tiempo empleado en la salida puede ser decisivo y debe ser considerada como un elemento importante a mejorar (Arellano, Brown, Cappaert, y Nelson, 1994; Jorgić et al. 2010; Rasha y Tawfik, 2010).

2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

2.1 Evolución del poyete

Para observar el progreso del poyete a lo largo de la historia vamos a basarnos en un artículo de Torné (2008) que dice lo siguiente:

Poco han evolucionado los poyetes o bloques de salida en natación durante los últimos años, pero sí durante la historia. Tomando como referencia la evolución de los Juegos Olímpicos, y las imágenes de que disponemos, podemos hacernos una idea de los cambios realizados en este elemento tan importante en las piscinas actuales.

En la primera edición de los Juegos Olímpicos de la era moderna, en Atenas 1896, se nadaron las pruebas de natación en el mar, por lo que la salida se efectuó desde una barcaza. No hemos podido encontrar ninguna imagen de aquella salida, aunque estamos convencidos que no hubo ningún tipo de poyete.

Cuatro años más tarde, en París 1900, la salida se daba desde un modesto pantalán de madera situado en pleno río Sena donde se disputaron las pruebas de natación. En Sant Louis 1904 la cosa no mejoró y la salida se dio igualmente desde un pantalán de madera esta vez en una piscina improvisada en un estanque.



Figura 1. París 1900. Fuente: www.notinat.com.es

Londres 1908 significa una revolución, puesto que los nadadores saltan desde tierra firme y nadan en una piscina, aunque aún no existe ningún tipo de superficie de salida más allá que el propio terreno. La piscina reglamentaria para aquellos días era de 100x21 metros. Estocolmo 1912 no trae mucho de nuevo en este aspecto y los nadadores siguen saltando desde el cemento aunque es la primera vez que vemos

numeradas unas calles virtuales puesto que no existen corcheras separadoras, los números indican el lugar aproximado desde donde el nadador debe saltar.

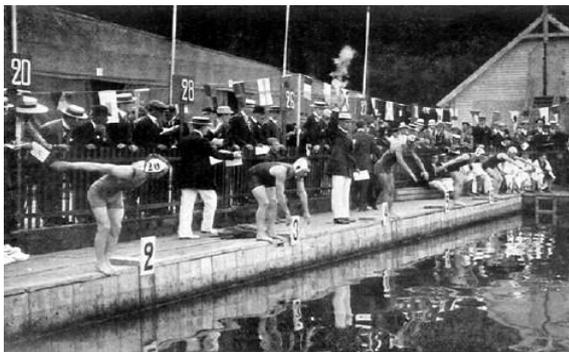


Figura 2. Estocolmo 1912. Fuente: www.notinat.com.es

En Amberes 1920, en piscina de 100x18 metros y con agua muy fría no hay innovación al respecto más que se dan las salidas con pistola, algo que sorprende a muchos. Paris 1924 inaugura medidas olímpicas y se disputa en una pileta de nueva factura de 50x18 metros. Ni en Ámsterdam 1928 ni en Los Ángeles 1932 donde la piscina aumenta de anchura hasta los 50x21 metros, aparecen aún los poyetes.

Es en Berlín 1936 donde aparece un cubo de hormigón al pie de la piscina con el número de calle pintado y sobre el cual se suben los nadadores para saltar al agua. Es de destacar que este poyete no dispone de ningún tipo de asas para las salidas de espalda.

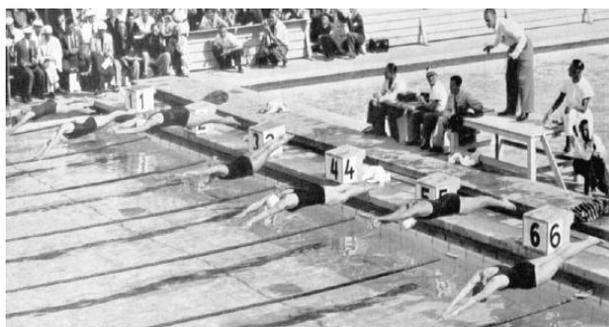


Figura 3. Berlín 1936. Cubo de hormigón. Fuente: www.notinat.com.es

Londres 1948 repite con un poyete muy similar al visto en Berlín 1936, mientras que en Helsinki 1952 al cubo de hormigón le colocan dos asas, a izquierda y derecha, de manera que el nadador de espalda puede asirse al realizar la salida con el objetivo de coger fuerza en el impulso inicial.

En Melbourne 1956 las dos asas laterales se convierten en una barra horizontal que va de lado a lado del poyete en su parte inferior, además los números de calle aparecen impresos tanto en los laterales como en el frontal. En Roma 1960 se realiza un diseño similar, con un bloque algo más estilizado y con la barra horizontal para las salidas de espalda sobresale de su parte inferior, además incorpora en su superficie superior un material antideslizante para evitar resbalones. En Roma es la primera vez en la que los números de calle solo se visualizan desde los laterales. Este parece que será el diseño básico, con algunas variaciones, en los próximos decenios.



Figura 4. Roma 1960. Fuente: www.notinat.com.es

Así lo es en Tokio 1964, pero en México 1968 aparece un diseño metálico con una inclinación cercana a los 30 grados que favorece el agarre del nadador. La inclinación se rebaja a unos 15 grados en Múnich 1972 y será la habitual a partir de entonces. En Montreal 1976 no hay novedades, a no ser por que aparece una extensión en forma de cuernos a la barra de salidas de espalda, con lo que el nadador puede asirse con las manos tanto vertical como horizontalmente.



Figura 5. Montreal 1976. Fuente: www.notinat.com.es

Aunque con diferentes diseños y materiales, a nivel funcional Moscú 1980 y Los Ángeles 1984 no aportan novedades, tampoco Seúl 1988 cuyos bloques de salida son idénticos a los utilizados en Moscú. Barcelona 1992, Atlanta 1996 y Atenas 2004 tampoco ofrecen evoluciones. Al margen de los JJOO, es en el Campeonato del Mundo de Barcelona 2003 donde la empresa española Astral Pool introduce un bloque distinto. Se trata de un poyete metálico, de apariencia robusta y que tiene dos cualidades no vistas con anterioridad: su inclinación es regulable y dispone de asideros en su parte superior.



Figura 6. Barcelona 2003. Fuente: www.notinat.com.es

Aunque en el Campeonato del Mundo de Montreal 2005 se utiliza un poyete clásico, en los mundiales de corta de Shanghái 2006 y de larga en Melbourne 2007 vuelve a aparecer el modelo de Astral Pool que parece que no crea escuela. Ahora es Omega quien quiere aportar aires nuevos a este elemento que tan poco ha cambiado con el tiempo.

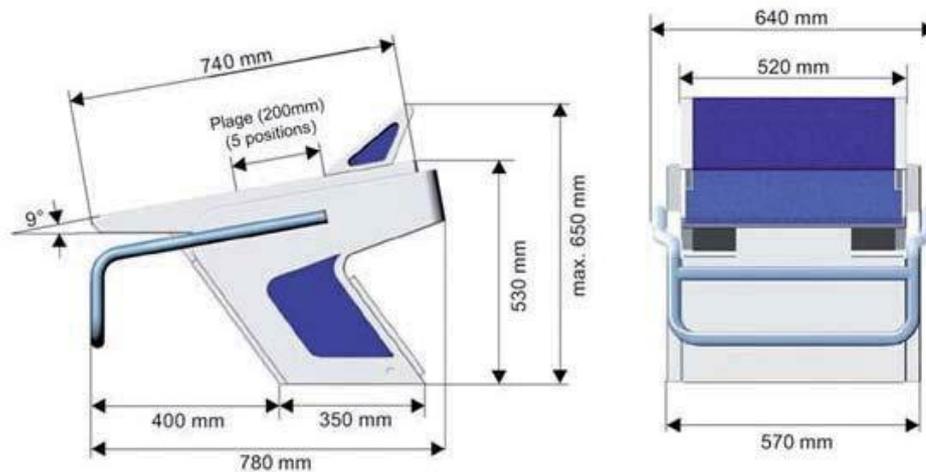


Figura 7. Poyete en la actualidad, modelo Omega OSB11.

Ventajas e inconvenientes

Ventajas:

Las ventajas que tiene esta plataforma respecto a la plataforma tradicional son, facilitar la salida del nadador y optimizar el rendimiento durante la carrera, ya que permite al nadador ganar, en el tiempo de respuesta de salida, se calcula que permiten una rebaja de tres o cuatro décimas de segundo.

Algunos nadadores piensan que el taco te da seguridad y te permite impulsarte más, por lo tanto saltan más lejos y a mayor velocidad.

"Aproximadamente, incrementa la fuerza un 10%, y a más fuerza, más longitud de salto se alcanza", señala Arellano (2009), profesor de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Granada y experto en la biomecánica de la natación.

Inconvenientes:

El principal inconveniente de este tipo de plataforma de salida es su altísimo precio, una gran parte de las piscinas no cuentan con este tipo de avances, por lo tanto, los nadadores no tienen la posibilidad de experimentar las sensaciones y las mejoras en sus entrenamientos a diario.

En ocasiones los tacos de salida pueden estar flojos y se pueden mover al tomar impulso, por lo que es necesario revisarlo antes de las competiciones.

El nadador brasileño Thiago Pereira cree como dijo en una entrevista en el periódico "El Mundo" en 2012, que la novedad no cambia mucho para los especialistas en distancias más largas: "A mí me da lo mismo que estén o no estén, al final, es igual

para todos. Creo que hace más diferencia para las pruebas de 50 o 100 metros, porque bajar unas décimas hace toda la diferencia, pero para mí, que nado 200 y 400, no cambia nada".

2.2. Análisis cuantitativo de la natación

En este trabajo, se muestra un análisis cuantitativo en natación. Esto consiste en recopilar datos de las diferentes variables que influyen en los nadadores, para que sean más o menos eficientes y para poder compararlas con otros valores de referencia.

Además, la información cuantitativa nos permite conocer los puntos fuertes y las debilidades de cada nadador, y también nos sirve para llevar un control de su progresión, ya que la utilización de este tipo de análisis puede emplear los datos obtenidos para analizar el rendimiento individual de los nadadores.

Hasta la década de los 80, la información que obtenida en las competiciones de natación era meramente cualitativa para explicar los movimientos realizados en cuanto a la técnica. En los Juegos Olímpicos de Los Ángeles, 1984, se llevo a cabo un análisis muy completo y minucioso, en 3D, del recorrido de los diferentes segmentos corporales, fundamentalmente el recorrido de la mano, de los nadadores del equipo americano de natación (Llana, 2002).

Pocas investigaciones se han centrado en evaluar de manera clara y objetiva, la evolución a lo largo de las etapas de aprendizaje, de la técnica en natación. Wilke y Madsen (1986) lograron descubrir los movimientos de las piernas en natación mediante la grabación y la observación directa de ese movimiento, por ello definieron diferentes tipos de movimientos reflejos en los primeros contactos con el agua en los principiantes.

Unos años después, Langendorfer y Bruya (1995) tomando como referencia un estudio longitudinal en el aprendizaje de la natación, encontraron secuencias motrices básicas para lograr realizar y desarrollar procesos educativos individualizados. Con ello desarrollaron una lista de habilidades acuáticas de carácter motriz que aseguraban la correcta adaptación al medio acuático.

El análisis de la técnica de nado es estudiado en los diferentes deportes acuáticos. Por ello en 1997, la Unidad de Biomecánica Deportiva del Centro de Alto Rendimiento y de Investigación en Ciencias del Deporte (CARICD), en Madrid, desarrolló una metodología que permitía analizar, desde un punto de visto biomecánico, la técnica de nado de los nadadores, que permitía a los entrenadores conocer información cualitativa y cuantitativa sobre la técnica de estos deportistas (Ferro et al., 2002).

Hablando de los resultados en la natación, podemos llegar a decir que el resultado final dentro de una competición viene dado por el tiempo que el nadador tarda en desplazarse sobre el agua una distancia concretada en la normativa de este deporte. Hay, Guimaraes y Grimston (1983) dividieron este tiempo en tres variables: tiempo de salida, tiempo de nado y tiempo de virajes, lo cual permitió conocer qué variables eran las más influyentes sobre el resultado de la prueba (Arellano et al., 2002).

A lo largo del tiempo surgieron nuevas variables como las que propuso East (1971) que servían también para saber cómo podía afectar la fatiga a la técnica durante la prueba. Llevó a cabo esto porque considero que analizar únicamente el tiempo final de la prueba no era información suficiente para poder describir y analizar el rendimiento de los nadadores durante la realización de la prueba (Sánchez y Arellano, 2002).

Para definir las variables de la eficacia dentro de la competición también se tomó como referencia el estudio de Hay et al. (1983) sobre el análisis cuantitativo, mencionado anteriormente, además se estudiaron los métodos de análisis que se había realizado anteriormente en competiciones de carácter internacional como pueden ser: los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 (Chengalur y Brown, 1992) y los Juegos Olímpicos de Barcelona de 1992 (Arellano et al., 1994). La información cuantitativa permite a los entrenadores reconocer los puntos fuertes y los puntos débiles de otros nadadores y de su propio nadador, lo que le permite poder planificar su táctica durante la realización de la prueba correspondiente, incidiendo sobre todo en los puntos fuertes de su nadador. Además de esto observando y estudiando los valores medios de las series podemos conocer si nuestros tiempos están por encima o por debajo de estos resultados (Arellano et al., 2002; Ferro et al., 2002).

El tiempo de la prueba, es dividido a su vez en otros tiempos parciales, con la que obtienes la ecuación planteada por Hay y Guimaraes (1983). Esta ecuación explica que para alcanzar el éxito en natación dependes de tres variables: la salida, los virajes y el nado, lo que es más útil a la hora de ponerse a planificar el entrenamiento de nuestro nadador (Costill et al., 1985; Keskinen y Komi, 1988; Sánchez y Arellano, 2002; Wilke, 1992).

Centrándonos en el análisis cuantitativo de las salidas en natación, hay que destacar que el mayor cambio en el tema de los poyetes en natación, llegó en 2008 cuando apareció una nueva plataforma de salto diseñada por Omega (OSB11, Corgémont, Suiza) que ganó la aprobación del órgano rector internacional de natación (FINA), para su uso en la competencia internacional. La autorización por parte de la Federación Internacional de Natación de la utilización en competiciones de alto nivel, de esta

nueva generación de poyetes de salida, que incluyen una plataforma inclinada en la parte posterior del mismo, para así poder apoyar uno de los dos pies en ella de una forma similar a la que se utiliza en la salida de atletismo, ha popularizado la salida de atletismo (*track start*) (Arellano, 2009).

No obstante, a pesar de esa popularidad hay muy pocos estudios en los que se compara este nuevo tipo de salida con otras realizadas anteriormente. Y lo que es más importante, es que no sabemos si este tipo de salida debe ser empleada por todos los nadadores y qué diferencias cinemáticas existen entre ellas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

- Realizar un análisis cuantitativo de la técnica centrado en los tiempos y los ángulos obtenidos a lo largo del estudio, donde se comparan las salidas de agarre (*grab start*) y la salida de atletismo (*track start*) con un poyete tradicional y con otro Omega OSB11, con el objetivo de observar y analizar ambas técnicas y valorar cual es la más efectiva.

3.2. Objetivos secundarios

- Analizar de las posibles diferencias en las medidas analizadas en función del sexo y la categoría del nadador.
- Analizar el tiempo y la velocidad de los nadadores desde la salida hasta los 10 metros, y el tiempo y la distancia de vuelo.
- Analizar los ángulos de las piernas de los nadadores en las diferentes salidas.

Con la obtención de estos objetivos vamos a proporcionar una información cuantitativa a los entrenadores sobre las características técnicas de los nadadores, esta información ayudará a entrenadores y nadadores a mejorar y optimizar la técnica de salida que mejor se adapte a las cualidades de cada uno.

4. METODOLOGÍA

4.1. Muestra

Para la realización de este trabajo, hemos contado con 20 nadadores, de los cuales 10 eran hombres y 10 eran mujeres, lo que corresponde a un 50% de cada sexo. Estos

nadadores entrenan y compiten en el Club Natación León, que está ubicado en la localidad de León.

En cuanto a las categorías, se distribuyen de la siguiente forma:

- Categoría alevín (12-14 años), 1 nadador (5%) era un chico.
- Categoría infantil (14-16 años), 14 nadadores (70%) de los cuales 8 (40%) eran chicas y 6 (30%) eran chicos.
- Categoría junior (17-19 años), 4 nadadores (20%) de los cuales 1 (5%) era una chica y 3 (15%) eran chicos.
- Absoluto joven (≥ 19 años), 1 nadadora (5%) era una chica.

Una vez establecidas las diferentes categorías consideramos oportuno realizar una reagrupación de éstas, ya que la categoría alevín y la de absoluto joven sólo contaban con un nadador en cada una. La reagrupación que se realizó fue la siguiente:

- Pequeños, los nadadores infantiles y el alevín, son un total de 15 (75%).
- Mayores, los nadadores junior y el absoluto joven, son un total de 5 (25%).

4.2. Protocolo y procedimiento

En primer lugar, se llevó a cabo una reunión con el técnico del club para poder fijar una fecha y una hora para realizar las grabaciones, y además concretar el número de nadadores a los que íbamos a filmar.

Todos los participantes en el estudio rellenaron un consentimiento informado, el cuál fue enviado y entregado a todos los participantes mayores de edad y a los padres o tutores legales de los menores de edad. En dicho consentimiento se explicaban los objetivos del estudio, se informaba de la grabación de las pruebas con cámara de video y se ponía en conocimiento el uso exclusivamente científico de los resultados obtenidos.

Una vez recogidos los consentimientos informados, llevamos a cabo la grabación en la piscina municipal de "La Palomera", para ello colocamos una cámara en las gradas de la instalación deportiva ya que era el lugar en el cual capturábamos mejor la distancia que tenían que nadar los participantes en el estudio. Colocamos una segunda cámara a nivel del vaso, lateralmente y a la altura de los poyetes para obtener las imágenes de las salidas de natación de cada nadador.

Las grabaciones se hicieron en dos días diferentes, en el primer día de grabación, se filmaron las salidas de 11 nadadores, y en la grabación siguiente se filmó a los 9 restantes. Los nadadores realizaron tres salidas válidas en la técnica que habitualmente estaban utilizando con un poyete tradicional, y posteriormente, otras

tres salidas de atletismo (*track start*) con un poyete Omega OSB11, las salidas se hicieron de uno en uno en series de 4 o 5 nadadores. Las salidas se realizaron desde el poyete situado en el centro, y los nadadores fueron identificados por sus diferentes gorros y numerados del 1 al 20, para facilitar el posterior análisis estadístico y filmográfico de cada uno de los nadadores. Se hicieron tres salidas de cada con el objetivo de establecer una media aritmética de los datos obtenidos y de esta forma conseguir unos datos más reales y objetivamente reproducibles.

Para este análisis se dividió la piscina, y se marcaron 10 metros de distancia, mediante conos dispuestos paralelos a la corchera (Llana, 2002).

Después de grabar a todos los nadadores, se llevó a cabo un análisis temporal conocer con exactitud cuándo el nadador atravesaba la línea de 10 metros con la cabeza, paramos el video e insertamos una línea que unía el cono de un lado de la piscina con su cono respectivo situado en otro lado de la piscina, para conocer el momento exacto en el que el nadador cruzaba esta línea con la cabeza. Para el análisis y la medición de los ángulos tuvimos en cuenta la posición de ambas piernas en la posición de salida sobre el poyete, y también, se tuvo en cuenta el ángulo de las piernas en la salida, es decir, el ángulo de las piernas de cada nadador cuando realiza el despegue del poyete. Y para calcular la velocidad de los nadadores en los 10 metros de salida, utilizamos la fórmula $V=E/T$, dónde "V" es la velocidad, "E" es el espacio y "T" es el tiempo.

Una vez recogidos todos estos datos, se procedió a realizar su análisis estadístico.

4.3. Materiales e instrumentos utilizados

Para poder llevar a cabo la grabación se utilizaron 2 cámaras de vídeo (50 Hz y una velocidad de obturación de 1/300), una en las gradas y otra a pie de piscina se explicó en el apartado anterior.

El análisis temporal, el de los diferentes ángulos y distancias, se realizó mediante el programa software Kinovea, en su versión 0.8.15, que nos permite insertar ángulos, líneas y que también dispone de cronómetro, y por último, el análisis estadístico se llevó a cabo con el Programa SPSS Statistics v.21.0.0.

4.4. Análisis estadístico

A partir de la base de datos recopilada se procedió a su análisis, con el fin de obtener los resultados que nos aportarán la información necesaria para dar solución a los objetivos planteados. La codificación y análisis de los datos se hizo con el paquete

estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21.0 para Windows, y la aplicación Microsoft Excel 2007. Se realizó una estadística descriptiva para obtener los resultados generales del estudio a partir de valores expresados en media aritmética de ambos tipos de salida y desviación típica.

Para la significación estadística de las diferencias entre sexos y grupos se realizaron distintas comparaciones de medias y de tablas (ANOVA), el pos-hoc Bonferroni, lo que nos permitió ver las distintas modulaciones entre ángulos y tiempos en cada una de las salidas. En todos los casos se utilizó un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

5. RESULTADOS

5.1. Ángulos

En esta imagen se muestran los diferentes ángulos analizados a lo largo del estudio.



Figura 8. Estudio de los ángulos de la pierna de delante, de la de atrás y del ángulo de salida.

En la primera tabla, se muestran la media de los datos de los diferentes ángulos para cada tipo de salida, así como la desviación típica.

Tabla 1. Valores medios, desviación típica y nivel de significación de los ángulos posicionales observados en los nadadores en cada uno de los tipos de salida.

Tipo_salida		Ang_pierna_atras	Ang_pierna_delante	Ang_salida
sin taco	Media	113,95	139,55	43,10
	Desv. típ.	11,52	10,69	7,40
con taco	Media	93,90	141,65	44,65
	Desv. típ.	10,19	8,54	7,93

Total	Media	103,92	140,60	43,87
	Desv. típ.	14,77	9,61	7,61
Valor p		,000	,497	,527

En la tabla 1 se expresan los resultados de la significación del tipo de salida en relación a los ángulos, se comparan los ángulos de la pierna de delante, de la pierna de atrás y el ángulo de salida con el tipo de salida realizado. Como se puede observar hay diferencias significativas, en concreto, en relación al tipo de salida con el ángulo de la pierna de atrás, pero esto se debe a la presencia del taco, ya que va a condicionar la angulación de la pierna de atrás.

5.2. Tiempos

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se muestran los resultados globales obtenidos por los nadadores que hicieron la salida de atletismo (*track start*) con un poyete tradicional y los mismos nadadores pero con un poyete Omega OSB11, considerando tiempo en llegar a los 10 m. el transcurrido desde la señal de salida hasta que se sobrepasaba la marca de los 10 m. con la cabeza, y el tiempo de vuelo, el acontecido desde que el nadador despega del poyete hasta el primer contacto con el agua. Se aprecian varias diferencias significativas en todos los aspectos menos en el tiempo de vuelo, a favor de la salida con taco.

Tabla 2. Valores medios, desviación típica y nivel de significación del tiempo en segundos en 10 m. empleado por los nadadores en cada tipo de salida.

Tipo_salida		Tiempo_10m	Valor p
sin taco	Media	5,04	,018
	Desv. típ.	,29	
con taco	Media	4,81	
	Desv. típ.	,29	
Total	Media	4,93	
	Desv. típ.	,31	

Tabla 3. Valores medios, desviación típica y nivel de significación de la velocidad en 10 m. empleado por los nadadores en cada tipo de salida.

Tipo_salida		Velocidad_10m	Valor p
sin taco	Media	1,98	,017
	Desv. típ.	,11	

con taco	Media	2,08
	Desv. típ.	,13
Total	Media	2,03
	Desv. típ.	,13

Tabla 4. Valores medios, desviación típica y nivel de significación del tiempo de vuelo empleado por los nadadores en cada tipo de salida.

Tipo_salida		Tiempo_vuelo	Valor p
sin taco	Media	,28	,448
	Desv. típ.	,04	
con taco	Media	,29	
	Desv. típ.	,06	
Total	Media	,28	
	Desv. típ.	,05	

Tabla 5. Valores medios, desviación típica y nivel de significación de la distancia de vuelo empleado por los nadadores en cada tipo de salida.

Tipo_salida		Distancia_vuelo	Valor p
sin taco	Media	2,40	,022
	Desv. típ.	,14	
con taco	Media	2,52	
	Desv. típ.	,16	
Total	Media	2,46	
	Desv. típ.	,16	

5.3. Diferencias entre los tiempos de cada una de las salidas atendiendo a la variable sexo

En la Tabla 6 se muestran los resultados globales de los tiempos de salida empleados por chicas y chicos para cada tipo de salida, quedando de manifiesto la mejora en los tiempos de ambos sexos cuando utilizan el poyete Omega OSB11 respecto a los tiempos con poyete tradicional. Además, se como nos muestra la tabla el tiempo de vuelo, es el único que apenas varía de un tipo de salida a otro, es prácticamente el mismo tanto con taco como sin taco. En cuanto al nivel de significación, entendiendo que las diferencias son significativas cuando $p \leq 0.05$.

Tabla 6. Análisis multivariante donde se tomaron como variables independientes el sexo y el tipo de salida, y como variables dependientes la distancia y le tiempo de vuelo, y la velocidad y el tiempo en 10 m.

Sexo	Tipo_salida		Tiempo_10m	Tiempo_vuelo	Distancia_vuelo	Velocidad_10m
Masculino	sin taco	Media	4,91	,28	2,46	2,03
		Desv. típ.	,27	,05	,13	,11
	con taco	Media	4,72	,28	2,59	2,12
		Desv. típ.	,25	,06	,17	,11
	Total	Media	4,81	,28	2,52	2,08
		Desv. típ.	,27	,05	,16	,12
Femenino	sin taco	Media	5,17	,28	2,35	1,93
		Desv. típ.	,26	,04	,14	,10
	con taco	Media	4,91	,31	2,45	2,04
		Desv. típ.	,32	,05	,11	,13
	Total	Media	5,04	,29	2,40	1,98
		Desv. típ.	,31	,05	,13	,13
Total	sin taco	Media	5,04	,28	2,40	1,98
		Desv. típ.	,29	,04	,14	,11
	con taco	Media	4,81	,29	2,52	2,08
		Desv. típ.	,29	,06	,16	,13
	Total	Media	4,93	,28	2,46	2,03
		Desv. típ.	,31	,05	,16	,13
Valor p			,021	,353	,013	,025

5.4. Correlaciones

En las tablas siguientes mostramos el análisis de las correlaciones que hemos realizado entre las diferentes variables analizadas durante nuestro estudio. Estos análisis nos ayudarán a conocer si los nadadores deben mejorar algún aspecto para incrementar el rendimiento y a su vez poder mejorar otra variable analizada relacionada con la anterior.

Podemos observar en las tablas 7 y 8 la correlación muy significativa negativa esperada entre el tiempo y la velocidad en llegar a los 10 m. ya que normalmente si el tiempo de la prueba aumenta, la variable de velocidad disminuirá, y si los tiempos de la prueba disminuyen, lógicamente, la variable de velocidad aumentará, pero esto no es relevante porque era lo esperado antes de realizar los análisis.

Por otro lado, de forma más destacable en las dos tablas, también conseguimos observar una correlación significativa positiva entre el tiempo de vuelo y el ángulo de salida, puesto que el tiempo de vuelo disminuye cuando el ángulo de salida es menor, y cuando el ángulo de salida es mayor, el tiempo de vuelo aumenta, esto sí que es relevante ya que se debe buscar un tiempo de vuelo mayor, y según nuestros datos estará vinculado con el ángulo de salida para conseguir llegar más rápido y en menos tiempo a los 10 m. y por último, observamos la relación entre el ángulo de la pierna de delante y la de detrás, puesto que siempre van a ir uno en función del otro.

A continuación, hemos realizado un análisis de correlaciones parciales, teniendo en cuenta la variable independiente tipo de salida, en el caso de la tabla 7, la salida de atletismo (*track start*) con un poyete tradicional que, observamos que existe correlación entre la distancia de vuelo y el tiempo que se tarda en llegar a los 10 m., y también entre la distancia de vuelo y la velocidad en 10 m.

Tabla 7. Correlaciones parciales entre los ángulos, tiempo y velocidad en 10 m., tiempo y distancia de vuelo, teniendo en cuenta la variable independiente tipo de salida (Sin taco). Correlación Pearson = r

		Tiempo_10m	Velocidad_10m	Tiempo_Vuelo	Distancia_vuelo	Ang_pierna_atras	Ang_pierna_delante	Ang_salida
Tiempo_10m	R		-,998**	-,031	-,502*	,144	,017	,315
	P		,000	,895	,024	,544	,944	,176
Velocidad_10m	R			,035	,495*	-,159	-,023	-,324
	p			,883	,026	,502	,924	,164
Tiempo_Vuelo	R				,407	-,314	-,013	,567**
	p				,075	,178	,956	,009
Distancia_vuelo	R					-,130	-,030	-,054
	p					,584	,899	,820
Ang_pierna_atras	R						,828**	-,019
	p						,000	,936
Ang_pierna_delante	R							,150
	P							,528
Ang_salida	R							
	p							

En cuanto a la tabla 8, se volvió a realizar el estudio de las correlaciones en esta ocasión centrándonos en la salida de atletismo (*track start*) con un poyete Omega OSB11, comprobamos que hay correlación significativa negativa entre el ángulo de

salida y el ángulo de la pierna de atrás, ya que cuanto mayor es el ángulo de salida, menor es el ángulo de la pierna de atrás, esto se debe también a la presencia del taco de salida que condiciona la posición del nadador en el poyete. También, podemos observar que el tiempo de vuelo se correlaciona con la distancia de vuelo, ya que a mayor tiempo de vuelo, mayor distancia y viceversa. Y lo mismo sucede con el tiempo de vuelo y el ángulo de la pierna de atrás, a mayor tiempo de vuelo, mayor es el ángulo de la pierna de atrás.

Tabla 8. Correlaciones parciales entre los ángulos, tiempo y velocidad en 10 m., tiempo y distancia de vuelo, teniendo en cuenta la variable tipo de salida (con taco).
C.P.=Correlación Pearson

		Tiempo_10m	Velocidad_10m	Tiempo_Vuelo	Distancia_Vuelo	Ang_pierna_atras	Ang_pierna_delante	Ang_salida
Tiempo_10m	R		-,998**	,130	-,408	,130	-,229	,207
	p		,000	,584	,074	,585	,332	,382
Velocidad_10m	R			-,117	,401	-,156	,219	-,194
	p			,623	,080	,512	,355	,412
Tiempo_Vuelo	R				,512*	-,523*	-,347	,749**
	p				,021	,018	,134	,000
Distancia_Vuelo	R					-,383	-,264	,271
	p					,096	,261	,248
Ang_pierna_atras	R						,639**	-,451*
	p						,002	,046
Ang_pierna_delante	R							-,239
	p							,309
Ang_salida	R							
	p							

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

6. DISCUSIÓN

Una vez realizados los análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de los ángulos y los tiempos empleados en las salidas pasamos a discutir los resultados más relevantes.

6.1. Ángulos

Como podemos observar en los resultados hay una diferencia significativa entre el tipo de salida y el ángulo de la pierna de atrás, la razón principal por la que aparece esta

diferencia es la presencia del taco, que hace que la pierna adopte una posición muy distinta a la que tiene en la salida convencional sin taco.

Además, cabe destacar que las posiciones de los nadadores analizados respecto a la posición de salida con la plataforma Omega OSB11, son bastante buenas y se encuentran dentro de los parámetros recomendados por Slawson et al. (2012), éstos dicen en su presentación que el ángulo de la pierna posterior debe estar entre 80-100°, y como se observa en los resultados la media de nuestros nadadores es de 93,9°, y en cuanto al ángulo de la pierna de delante, la media de nuestros nadadores es de 141,6°, medida que se encuentra dentro de las propuestas por los autores citados anteriormente, ya que éstos hablan de 135-145° como rango recomendado.

Por otro lado, vamos a comparar el ángulo medio de salida y el ángulo de la pierna posterior de nuestros nadadores, con el de una nadadora de talla mundial como es Mireia Belmonte. El ángulo de salida de Mireia es de 33° y el de la pierna de atrás es de 113°, podemos señalar que a la hora de realizar la salida, ella tiene una mejor colocación del cuerpo si la comparamos con los nadadores analizados ya que como se observa en la fotografía echa el tronco más hacia delante y levanta las caderas, lo que a su vez le permite salir con un mayor impulso hacia delante y esto puede ser también una de las razones por las que su ángulo de salida es algo menor con respecto al de nuestros nadadores.

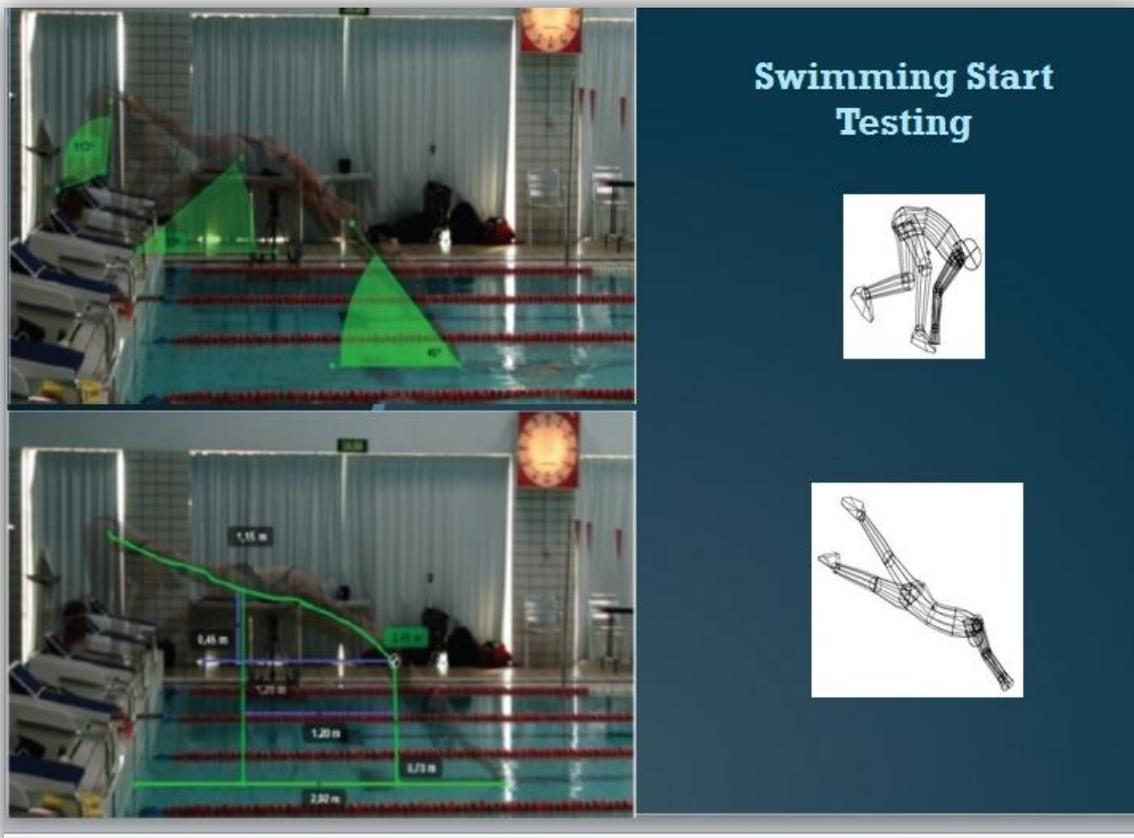


Figura 9. Resultados medios de los ángulos posicionales de Mireia Belmonte. Fuente: “Swimming Coaches Golden Clinic” FINA 2014. Conferencia de Fred Vergnoux.

6.2. Tiempos

En la variable del tiempo en 10 m., nos encontramos con que las diferencias entre la salida de agarre (*grab start*) y la salida de atletismo (*track start*) con un poyete tradicional y con otro Omega OSB11, son 0,233 s. más rápida a favor de la segunda. Por lo tanto, esto supone una pequeña ganancia de tiempo cuando los nadadores realizan la salida con el nuevo poyete. Con respecto a la velocidad en 10 m. ocurre prácticamente lo mismo pero las diferencias entre las dos salidas son aún menores.

En cuanto al tiempo de vuelo, análogamente a los trabajos de Blanksby et al. (2002), Jorgić et al. (2010), Kruger et al. (2003) y Thanopoulos et al. (2012), no encontramos tampoco diferencias significativas.

En lo respectivo a la distancia de vuelo, podemos decir que con el poyete Omega OSB11 los nadadores tienen una ganancia de 0,116 m. con respecto a la salida tradicional, esto se puede deber a que gracias al impulso que proporciona el apoyo de la pierna en el taco, los nadadores aumentan su distancia de vuelo. Nomura et al. (2010) también encontraron diferencias significativas en la velocidad y la distancia de vuelo de despegue horizontal.

En cuanto a las diferencias entre sexos se observa que las velocidades del sexo masculino son ligeramente mayores que las velocidades del sexo femenino, esto puede deberse a que los hombres en estas edades poseen mayor fuerza muscular que pueden aprovechar para conseguir un mayor empuje e impulso a la hora de desplazarse en este medio. Al observar estas diferencias entre sexos podemos prever y considerar que los tiempos del sexo femenino son mayores que los tiempos del sexo masculino porque la velocidad que alcanzan y consiguen las mujeres es menor que la velocidad que alcanzan y consiguen los hombres (Arellano et al., 2002; Morales y Arellano, 2005; Pérez, 2010).

6.3. Correlaciones

En primer lugar, decir que nos encontramos con una correlación muy significativa negativa esperada entre el tiempo y la velocidad en llegar a los 10 m. porque cuanto mayor es el tiempo de la prueba menor será su velocidad, y viceversa.

Como dato de mayor relevancia, observamos la relación entre el tiempo de vuelo y el ángulo de salida, ya que según los resultados el tiempo de vuelo disminuye cuando el ángulo de salida es menor, y cuando el ángulo de salida es mayor, el tiempo de vuelo aumenta, esto sí que tiene importancia ya que por lo que hemos visto, se debe buscar un tiempo de vuelo mayor, que está vinculado con el ángulo de salida para conseguir llegar más rápido y en menos tiempo a los 10 m. Esto supone que el ángulo utilizado por los nadadores en la salida, resulta ser un aspecto muy importante, y como hemos observado en la fotografía de Mireia Belmonte, lo ideal es que este ángulo esté entorno a los 33°, también es fundamental la colocación del taco en una posición más adelantada o retrasada pero esto va en función de la técnica de salida de cada nadador.

También aparecen otras correlaciones muy significativas positivas, como la relación entre el ángulo de la pierna de delante y la de detrás, puesto que siempre van a ir uno en función del otro. En este aspecto hay que señalar que va mucho en función de la técnica y de las dimensiones corporales de cada nadador.

Además de todo esto, hay que señalar que el taco en el poyete Omega OSB11 aumenta la inclinación de la pierna trasera, por lo tanto, hay que levantar el talón. Este aumento en la inclinación desvía la fuerza aplicada por la pierna trasera, de forma perpendicular a la superficie del poyete hacia la dirección horizontal. Por lo tanto, la

adición del taco a la plataforma de salida puede aumentar la fuerza de reacción horizontal en el pie trasero (que no debe deslizarse) (Takeda, 2012).

Finalmente señalar, que como dicen Rojano y Betanzos (2014), una posible limitación de este estudio y de muchos de los que analizan la salida en natación, es la utilización de cámaras que trabajan a 50 o 60 Hz, como es en nuestro caso, lo que puede suponer un error relativo grande en la medida de tiempos cortos. Esto podría llevar a obtener diferencias significativas en los tiempos cuando en realidad no las hay y viceversa. Sería interesante realizar estudios similares con cámaras de alta velocidad que minimizasen dichos errores.

7. CONCLUSIONES

Al finalizar la realización de este trabajo, hemos podido llegar a una serie de conclusiones que pueden ayudar tanto a entrenadores, como a nadadores a la hora de lograr un rendimiento mayor durante la temporada y sobre todo en la realización de la salida.

1º La utilización de los nuevos poyetes supone una mejora media de 0.23 segundos en el tiempo que se tarda en alcanzar los 10 m. siempre teniendo en cuenta que cada nadador deberá aprender y realizar la técnica correcta para este tipo de salida.

2º El análisis medio de los ángulos posicionales de los nadadores en las distintas salidas nos permite establecer diferencias significativas que indican que con el nuevo poyete el ángulo de la pierna de atrás se modifica debido a la presencia del taco. Esto supone que la aplicación de las fuerzas sobre la plataforma de salida será diferente ya que al colocar la pierna trasera en el taco, se desvía la fuerza aplicada por esta pierna y esto conlleva la necesidad de aprender una nueva técnica de salida.

Además, está la posibilidad de regular el taco para que cada nadador pueda adaptarlo a sus medidas y necesidades y así estas lo más próximos posibles de la angulación ideal.

3º En lo que respecta al tiempo de vuelo y el ángulo de salida, observamos una correlación significativa positiva ya que el tiempo de vuelo disminuye cuando el ángulo de salida es menor, por lo tanto los nadadores deberán buscar un mayor ángulo de salida en la medida de lo posible, este ángulo deberá estar en torno a 33º, pero siempre puede variar ajustándose a las necesidades de cada uno.

4º La información que se obtiene al realizar un estudio cinemático de las salidas es muy importante para evaluar las capacidades de los nadadores y optimizarlas en el momento crítico de la salida.

Como conclusión final podemos decir que el análisis temporal y a su vez, analizar los diferentes ángulos, velocidades y distancias, sirven tanto al nadador como al entrenador para mejorar su rendimiento y más específicamente para conocer con precisión qué aspecto de la salida deben mejorar, es decir, si debe mejorar la colocación de las piernas, del tronco o de los brazos, lo que aumentará el rendimiento y los conocimientos de entrenadores y nadadores y mejorará los métodos de entrenamiento en natación.

Desde mi punto de vista, recomendaría trabajar los dos tipos de salida pero teniendo en cuenta que de cara al futuro, en todas o en la gran parte de las piscinas donde vayan a competir los nadadores, se van a encontrar con los nuevos poyetes de salida y tienen que estar bien preparados, tanto para no tener ninguna dificultad a la hora de hacer la salida como para lograr el mejor resultado posible.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, R. (2009). *Entrenamiento Técnico de Natación*. Madrid: Real Federación Española de Natación - Cultiva Libros.
- Arellano, R., Brown, P., Cappaert, J. y Nelson, R. (1994). Analysis of 50-,100- and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.
- Arellano, R., et al. (2002). *Estudio de los resultados de la competición en las pruebas estilo libre en los campeonato de España Absolutos de natación 1999 y 2000*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Granada.
- Blanksby B.; Nicholson L., y Elliot B. (2002). Biomechanical Analysis of the Grab, Track and Handle Swimming Starts: An Intervention Study. *Sports Biomechanics*, 1(1), 11-24
- Costill, D., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R. y King, D. (1985). Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting success in Middle-Distance Events. *International Journal of Sports Medicine*. (6), 266-270.

- Chengalur, S. y Brown, P. (1992). *An Analysis of male and female Olympic swimmers in the 200-meter events*. Canadian Journal of Sport Science, 17, 104-109.
- East, D. (1971). Stroke Frequency, Length and Performance. *Swimming Technique*, 8(3), 68-73.
- Ferro, A., Rivera, A., Ferreruella, M., Floría, P., García, F. y Arellano, R. (2002). *Metodología para el análisis biomecánico de actividades desarrolladas en el medio acuático*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Granada.
- Hay, J., Guimaraes, A. y Grimston, S. (1983). A Quantitative Look of Swimming Biomechanics. En Hay, J., *Starting, Stroking and Turning (A Compilation of Research on the Biomechanics in Swimming)*. Universidad de Iowa, 73-82. Iowa.
- Holthe, M.J., y McLean, S.P. (2001). Kinematic comparison of grab and track starts in swimming. *XIX Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*, (pp. 31-34). San Francisco, University of San Francisco.
- Honda, K., Sinclair, P., Mason, B. y Pease, D. (2012). The effect of starting position on elite swim start performance using an angled kick plate. *In ISBS-Conference Proceedings Archive*, 1(1), 72-75.
- Jorgić, B.; Puletić, M.; Stanković, R.; Okičić, T.; Bubanj, S., y Bubanj, R. (2010). The kinematic analysis of the grab and track start in swimming. *Physical Education and Sport*, 8(1), 31-36.
- Keskinen, K. y Komi, P. (1988). *The stroking characteristics in four different exercises in Free Style swimming*. En de Groot, G., Hollander, P. y Huijing et al. (Eds.), *Biomechanics XI-B* (pp. 839-843). Amsterdam: Free University Press.
- Kruger, T.; Wick, D.; Hohmann, A.; El-Bahrawi, M., y Koth, A. (2003). Biomechanics of the grab and track start technique. *Biomechanics and Medicine in Swimming IX. Proceeding of the IX International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, (pp. 219-223). University of Saint-Etienne, France.
- La Rue R.J. (1985). Future start: If a track start proves faster, will blocks be modified to accommodate it? *Swimming Technique*, February- May, 30-32.
- Langendorfer, S. J. y Bruya, L. D. (1995). *Aquatic Readiness: Developing Water Competence in Young Children*, Human Kinetics.

- Llana, S. (2002). *El análisis biomecánico en natación*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universitat de Valencia.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign: Human Kinetics.
- Morales, E. y Arellano, R. (2005). Análisis de las diferencias cuantitativas de la técnica entre los alumnos de una escuela de enseñanza de la natación. *Apunts Educación Física y Deportes*, 79, 49-58.
- Nomura, T., Takeda, T., & Takagi, H. (2010). Influences of the back plate on competitive swimming starting motion in particular projection skill. In P. L. Kjendlie, R. K. Stallman, and J. Cabri (Eds.), *Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming* (pp. 135–137). Oslo: Biomechanics and Medicine in Swimming XI.
- Pérez, J.A. (2010). *La Natación*. Jaén: Ittakus, Sociedad para la información.
- Rasha M., y Tawfik, M. (2010). Biomechanical Analysis to Improve the Grab Starting Performance for the Freestyle 50-Meter Women Swimmers. *World Journal of Sport Sciences*, 3(S), 174-180.
- Rojano Ortega, D. y Betanzos López, 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.
- Sánchez, J.A. y Arellano, R. (2002). *El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Granada.
- Sanders, R. (2002). New analysis procedures for giving feedback to swimming coaches and swimmers. En K.E. Gianikellis, B.R. Mason, H.M.Toussaint, R. Arellano y R. Sanders (Eds.), *Proceedings of XX ISBS – Swimming, Applied Program*. Cáceres: University of Extremadura.
- Slawson, S. E., Conway, P. P., Cossor, J., Chakravorti, N., West, A. A. (2013). The categorisation of swimming start performance with reference to force generation on the main block and footrest components of the Omega OSB11 start blocks. *Journal of Sports Sciences*, 31 (5), 468-478.
- Takeda, T., y Nomura, T. (2006). What are the differences between grab and track start? *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 6 (Suppl. 2), 102–105.
- Takeda, T., Takagi, H. y Tsubakimoto, S. (2012). Effect of inclination and position of new swimming starting block's back plate on track-start performance. *Sports Biomechanics*, 11(3), 370-381.
- Taladriz, S. y Arellano, R. (2013). Análisis 3D de las diferencias entre la salida de agarre tradicional y la salida de atletismo con apoyo posterior en natación.

Actas del XXXVI congreso de la sociedad ibérica de biomecánica y bid materiales, 85-86. Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada.

- Thanopoulos, V.; Rozi, G.; Okičić T.; Dopsaj, M.; Jorgić, B.; Madić, D.; Veličković, S.; Milanović, Z.; Spanou, , F., y 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.
- Wilke, K. (1992). *Analysis of Sprint Swimming: the 50 m freestyle*. En MacLaren, D., Reilly, T. y Less, A. (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Swimming Science VI (pp.33-46). London: E & FN SPON.

World Wide Web

- www.i-natación.com
- www.rfen.com

