



universidad
de león



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

Curso Académico 2014/2015

ANÁLISIS CINEMÁTICO CUANTITATIVO TEMPORAL
COMPARATIVO DE LAS PRUEBA 200 METROS LIBRE Y
200 METROS OBSTÁCULOS

Temporary quantitative comparative kinematic analysis between
200 meters freestyle swim and 200 meters obstacle swim

Autor/a: Paula I. Vidania Fernández

Tutor/a: Alfonso Salguero del Valle

Fecha

01.07.2015

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

Índice de abreviaturas, tablas y figuras

ABREVIATURAS

Nombres

- **COI:** Comité Olímpico Internacional
- **FINA:** Federación Internacional de Natación
- **JJOO:** Juegos Olímpicos
- **LEN:** Liga Europea de Natación

Tiempos

200 METROS LIBRE

- **TP1:** tiempo parcial primer largo.
- **TP2:** tiempo parcial segundo largo.
- **TP3:** tiempo parcial tercer largo.
- **TP4:** tiempo parcial cuarto largo.
- **TP5:** tiempo parcial quinto largo.
- **TP6:** tiempo parcial sexto largo.
- **TP7:** tiempo parcial séptimo largo.
- **TP8:** tiempo parcial octavo largo.
- **TTOTAL:** tiempo total de los 200 metros.
- **TP50M:** tiempo parcial en 50 metros.
- **TP100M:** tiempo parcial en 100 metros.
- **TP150M:** tiempo parcial en 150 metros.
- **TP200M:** tiempo parcial en 200 metros.

200 METROS OBSTACULOS

- **TP10:** tiempo parcial primer largo.
- **TP20:** tiempo parcial segundo largo.
- **TP30:** tiempo parcial tercer largo.
- **TP40:** tiempo parcial cuarto largo.
- **TP50:** tiempo parcial quinto largo.
- **TP60:** tiempo parcial sexto largo.
- **TP70:** tiempo parcial séptimo largo.

- **TP80**: tiempo parcial octavo largo.
- **TTOTALO**: tiempo total de los 200 metros.
- **TP50MO**: tiempo parcial en 50 metros.
- **TP100MO**: tiempo parcial en 100 metros.
- **TP150MO**: tiempo parcial en 150 metros.
- **TP200MO**: tiempo parcial en 200 metros.

Velocidades

200 METROS LIBRE

- **V1**: velocidad primer largo.
- **V2**: velocidad segundo largo.
- **V3**: velocidad tercer largo.
- **V4**: velocidad cuarto largo.
- **V5**: velocidad quinto largo.
- **V6**: velocidad sexto largo.
- **V7**: velocidad séptimo largo.
- **V8**: velocidad octavo largo.
- **VTOTAL**: velocidad total.
- **V50M**: velocidad en 50 metros.
- **V100M**: velocidad 100 metros.
- **V150M**: velocidad en 150 metros.
- **V200M**: velocidad en 200 metros.

200 METROS OBSTACULOS

- **V10**: velocidad primer largo.
- **V20**: velocidad segundo largo.
- **V30**: velocidad tercer largo.
- **V40**: velocidad cuarto largo.
- **V50**: velocidad quinto largo.
- **V60**: velocidad sexto largo.
- **V70**: velocidad séptimo largo.
- **V80**: velocidad octavo largo.
- **VTOTALO**: velocidad total.
- **V50MO**: velocidad en 50 metros.

- **V100MO:** velocidad 100 metros.
- **V150MO:** velocidad en 150 metros.
- **V200MO:** velocidad en 200 metros.

Frecuencia de ciclo

200 METROS LIBRE

- **FC1:** frecuencia de ciclo primer largo.
- **FC2:** frecuencia de ciclo segundo largo.
- **FC3:** frecuencia de ciclo tercer largo.
- **FC4:** frecuencia de ciclo cuarto largo.
- **FC5:** frecuencia de ciclo quinto largo.
- **FC6:** frecuencia de ciclo sexto largo.
- **FC7:** frecuencia de ciclo séptimo largo.
- **FC8:** frecuencia de ciclo octavo largo.
- **FCMEDIA:** frecuencia de ciclo media de la prueba.

Longitud de ciclo

200 METROS LIBRE

- **LC1:** longitud de ciclo primer largo.
- **LC2:** longitud de ciclo segundo largo.
- **LC3:** longitud de ciclo tercer largo.
- **LC4:** longitud de ciclo cuarto largo.
- **LC5:** longitud de ciclo quinto largo.
- **LC6:** longitud de ciclo sexto largo.
- **LC7:** longitud de ciclo séptimo largo.
- **LC8:** longitud de ciclo octavo largo.
- **LCMEDIA:** longitud de ciclo media de la prueba.
- **VC:** velocidad de ciclo.

TABLAS

Tabla 1. Fechas clave para el salvamento deportivo (Abralde, 2011; Palacios, 1992).

Tabla 2. Pruebas de salvamento por categorías y lugar de realización.

Tabla 3. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable independiente sexo en tiempos totales de las dos pruebas y diferencias en segundos.

Tabla 4. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable independiente categoría en tiempos totales de las dos pruebas y diferencias en segundos.

Tabla 5. Media, desviación típica y nivel de significación entre las variables independientes categoría y sexo en tiempos totales en las dos pruebas y diferencias en segundos.

Tabla 6. Mínimos, máximos, media expresados en segundos y desviación típica de tiempos parciales y totales de la prueba 200 metros libre.

Tabla 7. Mínimos, máximos, media expresados en segundos y desviación típica de tiempos parciales y totales de la prueba 200 metros obstáculos.

Tabla 8. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en tiempos parciales y totales expresado en segundos en la prueba 200 metros libre.

Tabla 9. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en tiempos parciales y totales expresados en segundos en la prueba 200 metros obstáculos.

Tabla 10. Mínimos, máximos, media y desviación típica de velocidades parciales y totales expresadas en m/s de la prueba 200 metros libre expresado en m/s.

Tabla 11. Mínimos, máximos, media y desviación típica de velocidades parciales y totales expresadas en m/s de la prueba 200 metros obstáculos.

Tabla 12. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en velocidades parciales y totales expresados en m/s en la prueba 200 metros libre.

Tabla 13. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en velocidades parciales y totales expresados en m/s en la prueba 200 metros obstáculos.

Tabla 14. Mínimos, máximos, media y desviación típica de las FC por largo y FC media en la prueba 200 metros libre expresados en ciclos/min.

Tabla 15. Media, desviación típica y nivel de significación entre las variables sexo y la FC expresada en ciclos/min en la prueba 200 metros libre.

Tabla 16. Mínimos, máximos, media y desviación típica de LC por largo y LC media expresados en m/ciclo de la prueba 200 metros libre.

Tabla 17. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en LC expresado en m/ciclo en la prueba 200 metros libre.

Tabla 18. Análisis correlacional entre las variables altura, envergadura, tiempo y velocidades totales de las dos pruebas y LC y FC. (C.P.= Correlación de Pearson).

FIGURAS

Figura 1. Esquema 200 metros natación con obstáculos (Reglamento Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo, 2014).

Figura 2. División en tramos del tiempo total (Llana, 2002).

Figura 3. División en tramos del tiempo total de 200 metros obstáculos (adaptación Llana, 2002).

Figura 4. Vista de la cámara en el centro de la piscina.

Figura 5. Cronometro y frecuencímetro Robic SC-888W.

Figura 6. Gráfica de tiempos parciales en segundos en la prueba 200 metros libre.

Figura 7. Gráfica de tiempos parciales en segundos en la prueba 200 metros obstáculos.

Figura 8. Gráfica de las velocidades parciales en m/s en la prueba de 200 metros libre.

Figura 9. Gráfica de las velocidades parciales en m/s en la prueba de 200 metros obstáculos.

Figura 10. Gráfica de las FC en ciclos/min en la prueba 200 metros libre.

Figura 11. Gráfica de las LC en m/ciclo en la prueba 200 metros.

Índice

1.	Justificación teórica	8
2.	Introducción	9
2.1.	Historia del salvamento deportivo	9
2.2.	Pruebas en salvamento deportivo	10
2.3.	Análisis cuantitativo de la técnica	11
3.	Objetivos	14
4.	Metodología	15
5.	Resultados	18
6.	Discusión	31
7.	Conclusiones	35
8.	Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación	36
9.	Bibliografía	36

Resumen

En este estudio se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo comparativo de la técnica de varios nadadores, de categorías diferentes, en la ciudad de Santander, con el objetivo principal de realizar una comparación de las pruebas 200 metros libre y 200 metros obstáculos y poder determinar el % de pérdida de tiempo que tiene la segunda prueba respecto a la primera. La muestra que se ha seleccionado consta de 20 nadadores, de los cuales 10 son chicos y 10 son chicas. A la hora de llevar a cabo el estudio se han utilizado dos cámaras de filmación, una de ellas subacuática, realizando a su vez el análisis temporal y continuando con otros análisis de velocidad, frecuencia de ciclo, longitud de ciclo y % de pérdida de tiempo de los nadadores. Después de recopilar todos los datos se llevó a cabo una serie de análisis estadísticos, tales como correlaciones, medias, análisis descriptivos,... para obtener más tarde los resultados y poder discutir y sacar conclusiones sobre ellos. Se observó que los

hombres son más rápidos en ambas pruebas pero los que menor pérdida tienen son las chicas juveniles, también se observó el parcial más rápido o más lento de las dos pruebas, la distancia alcanzada por los nadadores en un ciclo de brazos y los ciclos realizados durante la prueba por los nadadores. Las conclusiones más relevantes a las que se ha llegado son que la LC y la técnica del paso del obstáculo han de ser mejoradas por los nadadores para mejorar su rendimiento. Todas las conclusiones obtenidas pueden servir de ayuda tanto a entrenadores como a nadadores para la mejora del rendimiento en ambas pruebas.

Palabras clave: natación, salvamento deportivo, análisis cinemático, longitud de ciclo.

Abstract

In this study we have carried out a comparative quantitative analysis of the technique of multiple swimmers of different categories, from Santander, with the main purpose of making a comparison between 200 meters Freestyle swimming and 200 meters obstacles and determining the percentage of wasted time from the first test to the second. The chosen sample consists of 20 swimmers, 10 boys and 10 girls. When carrying out the study, two video cameras have been used, being one of them an under-water camera, so that we could make a simultaneous analysis of time and speed, as well as stroke rate analysis, stroke length analysis and percentage of wasted time of the swimmers. After collecting all the data, we carried out some statistic analysis, like correlations, means, descriptive analysis... to obtain the results so that we could discuss and draw conclusions about them afterwards. We observed that men are faster than women in both tests, but young women have a lower waste of time. We also observed the fastest and the slowest part in both tests, the distance in a stroke cycle and the cycles made by swimmers during the test. The most relevant conclusions we have reached are that stroke length and the obstacle technique must be improved by swimmers so that they can improve their performance. All conclusions may be helpful for both coaches and swimmers to improve performance in both tests.

Key words: swimming, lifesaving, kinematic analysis, stroke length.

1. Justificación teórica

El salvamento deportivo es una modalidad que puede resultar de gran interés, ya que su práctica es un medio ideal de prevención de accidentes. Aunque los deportes acuáticos están en pleno auge tanto deportivamente como en los medios de comunicación, el salvamento deportivo es uno de los deportes de los desarrollados en este medio más minoritarios y desconocidos en España (Abralde y Rodríguez, 2004; Palacios, 1992).

Estamos acostumbrados a escuchar las proezas de Mireia Belmonte y las chicas de natación sincronizada y waterpolo, pero si nos adentramos más en los deportes acuáticos, en este caso en el salvamento deportivo, podremos observar como también este deporte nos aporta muchos logros deportivos desde hace un par de décadas, en la actualidad contamos con varios campeones del mundo y varios records del mundo, uno de los nombres que mas resuenan ahora mismo en este deporte es el de María Luengas, actual campeona y record del mundo en la prueba 100 metros socorrista¹

En España, en la actualidad, se realizan Campeonatos de España de invierno y de verano en las diferentes categorías, también se celebra la Liga Nacional y el Campeonato de España por Comunidades Autónomas. Y en los últimos años, España ha sido sede de varios Campeonatos de Europa.

Haciendo una revisión, nos daremos cuenta que hay muchos estudios y análisis sobre natación, pero encontramos muy pocos estudios sobre salvamento deportivo, lo cual impide que este deporte pueda progresar a la velocidad que lo hace su hermana la natación.

Con la ayuda de los estudios y análisis realizados sobre la técnica de natación se pueden realizar numerosos análisis de las diferentes pruebas de salvamento deportivo, con esto conseguiremos que el deporte avance y los logros deportivos sean cada vez mas y podemos facilitar la labor de los técnicos y entrenadores de este deporte para que los entrenamientos sean aun más productivos y se puedan analizar los erros y corregirlos desde un punto de vista más estudiado.

¹ 100 metros socorrista nadar 50 metros con el tubo de rescate y las aletas, enganchar el maniquí con el tubo y nadar 50 metros con el maniquí remolcado.

2. Introducción

2.1. Historia del salvamento deportivo

El salvamento deportivo, tal como lo conocemos hoy en día, surge como consecuencia de la necesidad de alcanzar una forma física que permitiera a las personas realizar rescates humanos en el medio acuático.

Según la revisión efectuada por Abraldes (2011) podemos saber que una de las primeras reseñas que existen sobre el salvamento acuático convertido en asociación, se remonta al año 1708 en una ciudad de china situada en el delta del río Yangtsé, en la que se producían numerosos accidentes de marineros.

A lo largo del siglo XVII, se crearon organizaciones de salvamento alrededor de todo el mundo, cuya misión era proporcionar primeros auxilios a los accidentados, y que contaban con diverso material de rescate, como botes.

Tabla 1. Fechas clave para el salvamento deportivo (Abraldes, 2011; Palacios, 1992).

FECHA	EVENTO
1878	Primer Congreso de Internacional de Salvamento, en Marsella.
1880	Se funda la Sociedad Española de Salvamento de Náufragos.
1910	Se funda la Fédération Internationale de Sauvetage et de Sports Utilitaires, la cual tiene sede en París.
1897	Se fabrica el primer maniquí, el cual será sustituido en 1949 por el que ahora se utiliza.
1957	La Sociedad Española de Salvamento de Náufragos se integra en la Federación Española de Natación como sección de salvamento acuático, realizándose este año el primer campeonato de salvamento acuático deportivo de carácter internacional.
1961	Se celebra el primer Campeonato del Mundo en Luxemburgo. En este mismo año se crea la Federación Española de Salvamento y Socorrismo, saliendo por lo tanto de la Federación Española de Natación.
1977	Se funda la World Life Saving, la cual en 1994 se integra en la Federación Internacional de Salvamento, creando así la actual International Life Saving Federation (ILSF).

Actualmente se realizan Campeonatos del Mundo, cada 4 años; Campeonatos Continentales, cada 2 años; y Campeonatos Nacionales, anualmente (Palacios, 1992).

2.2. Pruebas en salvamento deportivo

Las pruebas de salvamento deportivo son diferentes en función de la categoría reglamentaria (desde alevín a juvenil), llegando a las categorías “superiores” juvenil, junior y absoluto, en donde las tres categorías comparten las mismas pruebas.

Tabla 2. Pruebas de salvamento por categorías y lugar de realización.

	Alevín	Infantil	Cadete	Juvenil, junior y absoluto
Piscina	50m obstáculos. 25m arrastre de maniquí. 50m arrastre de maniquí con aletas.	100m obstáculos. 50m arrastre maniquí con aletas. 25m arrastre de maniquí. 50m socorrista.	150m obstáculos. 75m combinada. 100m supersocorrista. 50m arrastre de maniquí. 50m arrastre de maniquí con aletas.	200m obstáculos. 100m combinada. 100m socorrista. 100m arrastre de maniquí con aletas. 50m arrastre de maniquí. 200m supersocorrista.
Relevos piscina	4x25m obstáculos. 4x12,5m arrastre de maniquí. 4x50m natación con aletas.	4x50m obstáculos. 4x12,5m arrastre maniquí 4x50m tubo de rescate. 4x50m natación con aletas.	4x50m obstáculos. 4x12,5m arrastre de maniquí. 4x50m tubo de rescate. 4x50m natación con aletas.	4x50m obstáculos. 4x25m arrastre de maniquí. 4x50m tubo de rescate. Lanzamiento de cuerda.
Playa	Banderas. Nadar surf. Carrera con nipper. Eslalon de costa.	Banderas. Nadar surf. Carrera con nipper.	Sprint. Banderas. Nadar surf. Tabla de salvamento.	Sprint. Banderas. Nadar surf. Correr-nadar-correr. Tabla de salvamento Ski de salvamento. Oceanman/woman.
Relevos playa	Relevo sprint.	Relevo sprint. Rescate con tabla de salvamento. Rescate con tubo de salvamento.	Relevo sprint. Rescate con tabla de salvamento. Rescate con tubo de salvamento.	Relevo sprint. Rescate con tabla de salvamento. Rescate con tubo de salvamento. Relevo ocean. Triada.

El objeto de análisis de este trabajo será la prueba de 200m obstáculos, por lo que nos centraremos en explicar solamente esa prueba, según lo describe el reglamento de la Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo:

“A la señal de salida, el competidor entra en el agua con un salto y nada el recorrido 200 metros pasando 8 veces por debajo de un obstáculo sumergido para finalizar tocando la pared de llegada de la piscina.

El competidor debe salir a la superficie del agua después de la salida y antes del primer obstáculo; después de pasar por debajo cada obstáculo; y después del viraje anterior al pase del obstáculo.

El competidor puede impulsarse del fondo de la piscina para salir a la superficie después del pase del obstáculo.

Nadar rozando el obstáculo o golpearlo no es motivo de descalificación.

Los obstáculos están fijados en ángulo recto a las corcheras en línea a través de todas las calles. En piscinas de 50 metros, el primer obstáculo estará colocado a 12,5m de la pared de salida y el segundo obstáculo a 12,5m de la pared opuesta. La distancia entre los dos obstáculos es de 25 metros. En piscinas de 25 metros habrá un único obstáculo colocado a 12,5m de la pared de salida.”

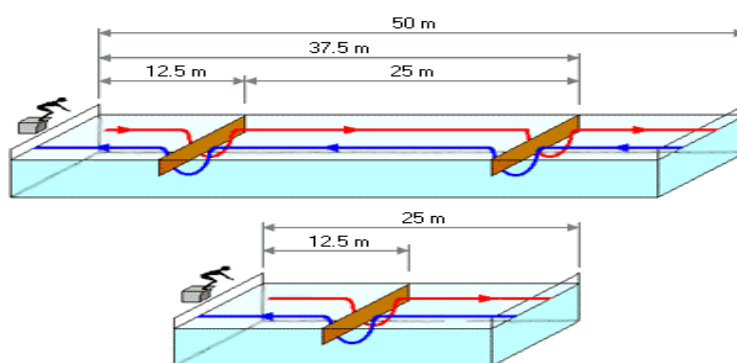


Figura 1. Esquema 200 metros natación con obstáculos (Reglamento Real Federación Española de Salvamento y Socorrismo, 2014).

2.3. Análisis cuantitativo de la técnica

Brizuela y Llana (1997) clasifican dentro de la Biomecánica deportiva el análisis y evolución de la práctica deportiva en dos grandes grupos: el análisis cinemático del movimiento y el análisis cinético del movimiento. En este estudio no centraremos en el

primero, análisis cinemático, el cual nos ofrece información descriptiva sobre el movimiento, expresado en desplazamientos, velocidades y aceleraciones (Llana, 2002).

Los datos y referencias que se disponían para explicar los movimientos técnicos en natación, hasta la década de los 80, eran fundamentalmente cualitativos. Es con motivo de los JJ.OO. de 1984 que se realiza un análisis de la técnica de los nadadores del equipo de EE.UU. en California, dicho estudio se realizó con cámaras de cine para poder realizar un análisis en 3D, siendo la metodología similar a la que usa actualmente (Llana, 2002).

En el ámbito del análisis temporal de la técnica de natación fueron Absaliamov y Timakovoy (1983) quienes usaron por primera vez el término “análisis de la actividad competitiva” para presentar los resultados de los JJ.OO. de 1980, este método es en la actualidad utilizado por muchos países en sus campeonatos nacionales y la Liga Europea de Natación (LEN), la Federación Internacional de Natación (FINA) y el Comité Olímpico Internacional (COI) permiten desde hace dos décadas que los investigadores realicen estos análisis en los campeonatos que estas entidades organizan. Este análisis se basa en un modelo de rendimiento en el que el tiempo total es dividido en tramos más cortos (Llana, 2002).

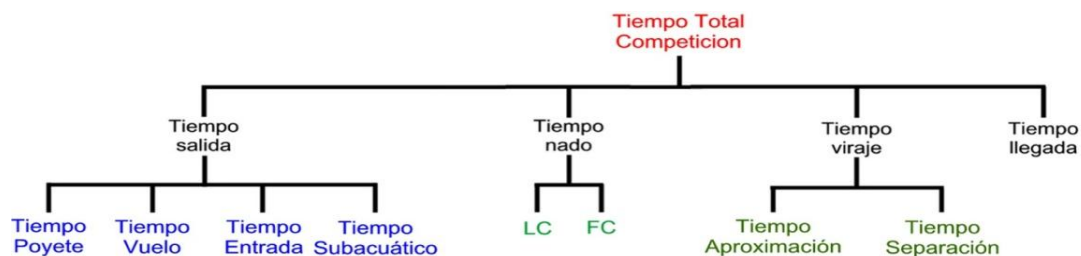


Figura 2. División en tramos del tiempo total (Llana, 2002).

Para poder planificar la mejora global de una prueba, primero hay que conocer cada uno de estos tramos en las que se dividen las pruebas y así poder detectar el tramo o tramos con más carencias de cada nadador. Para reflejar mejor el análisis de las pruebas se realiza un informe con varios tiempos: tiempo final, tiempos parciales de tramos iguales y otras observaciones técnicas (Aymerich y Guibelade, 2005; De la Fuente, García y Arellano, 2002).

La natación se ha considerado siempre un deporte cíclico, pero en la práctica se pueden observar fases tanto cíclicas como acíclicas, solamente el 75-80% de la

prueba son acciones de carácter cíclico, por lo que un 20-25% de la prueba son acciones acíclicas, que son: la salida, los virajes y la llegada. (Arellano, 2010; Aymerich y Guibelade, 2005).

Estas variables son específicas de este deporte, ya que tienen unas características diferenciadoras de otros deportes cíclicos, pero también se usa en otros deportes ligados a la natación como son el triatlón y el salvamento deportivo, en sus diferentes modalidades y distancias, ya que ayuda también en estos deportes a evaluar y mejorar la técnica de nado (Aymerich y Guibelade, 2005; Ferro et al., 2002)

East (1971) planteó nuevas variables para el análisis cinemático de la natación, frecuencia de ciclo (FC) y longitud de ciclo (LC), para poder aportar más información a los análisis hasta entonces realizados (Sánchez y Arellano, 2002).

Podemos definir la FC como el número de ciclos de brazos realizados por el nadador en la unidad de tiempo, expresado habitualmente en ciclos/minuto; y la LC se define como el espacio anteroposterior recorrido por el nadador en un ciclo completo de brazos, expresado en metros/ciclo (Arellano, 2010; Sánchez y Arellano, 2002; Arellano et al. 2002).

Craig y Pendergast (1979) descubrieron que hombres y mujeres usan combinaciones diferentes de FC y LC para nadar a la misma velocidad, esto se puede deber a diferentes variables como la altura, la fuerza y la composición corporal entre otros. Korhonen, Mero y Souminen (2003) vieron como en las competiciones los nadadores de mayor edad tienden a disminuir su FC, lo que supone que el cambio antropométrico hace que la FC varíe (Berghamadi, Behboodi y Singh, 2012).

En contraste a la referencia anterior, encontramos que Arellano (2010) defiende que la FC se mantiene relativamente constante a lo largo de la vida del nadador, pudiendo fluctuar al final de una prueba para intentar lograr mayor velocidad o en finales de una competición, en cambio la LC puede variar con el incremento de la talla y envergadura del nadador, la mejora de la fuerza y la disminución de la resistencia, por lo que una mayor LC a igual velocidad indica una eficiencia de la técnica (Arellano, 2010).

Durante una prueba la velocidad se ve disminuida principalmente por la disminución de la LC y la FC aumenta en la última parte de la prueba. Barbosa, Marinho, Costa y Silva (2011) comparan los diferentes ciclos en diferentes distancias y

determinan que V y FC disminuyen y LC se mantiene con el incremento de la distancia (Barbosa, Marinho, Costa y Silva, 2011; Keskinen, 1997).

Las diferentes variables estudiadas deben ser utilizadas para analizar el efecto de la fatiga sobre la técnica de los nadadores, por lo que utilizar solo el tiempo final de la prueba ya no es suficiente (Sánchez y Arellano, 2002), a parte de las diferentes variables que ya se han mencionado, en cada prueba podemos incluir la diferencia entre cada parcial de 50 metros y el primer parcial, para así reconocer si el nadador realiza un patrón de esfuerzo positivo, uniforme o negativo (Arellano, 2010).

Centrándonos en el análisis de las pruebas en salvamento deportivo, concretamente en la prueba que nos concierne, 200 metros obstáculos, podemos decir que el análisis temporal se puede realizar siguiendo las pautas de los estudios hechos en natación, pero teniendo en cuenta que el tiempo total de la prueba se tiene que dividir en tramos diferentes a los de una prueba de natación, teniendo que añadir el tramo del paso del obstáculo:

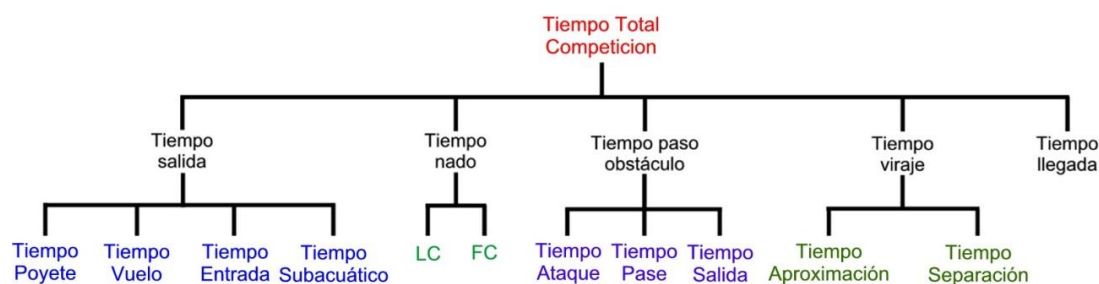


Figura 3. División en tramos del tiempo total de 200 metros obstáculos (adaptación Llana, 2002).

El análisis cuantitativo de la técnica nos permite proporcionar información detallada sobre el rendimiento de los nadadores, con la información de los parciales en 25 y 50 metros, los tiempos totales, las velocidades de nado y LC y FC, lo que nos permite hallar los puntos fuertes y débiles de cada nadador (Arellano, 2010). Esto va a permitir que los entrenadores y los propios nadadores sean conscientes de lo que pueden mejorar de cara a la competición y observar las tendencias actuales y futuras en el rendimiento de las diferentes pruebas en competición (Arellano, 2004).

3. Objetivos

En base a lo expuesto anteriormente, a continuación se detallan los objetivos del estudio realizado.

Objetivo principal:

- Realizar un análisis cinemático cuantitativo comparativo temporal entre la prueba de 200 metros libres y 200 metros obstáculos.

Objetivos secundarios:

- Examinar las diferentes velocidades de los parciales establecidos durante la prueba de 200 metros obstáculos por los nadadores.
- Analizar la frecuencia de ciclo de cada nadador en cada largo de la prueba de 200 metros libres.
- Relacionar la longitud de ciclo de cada nadador en la prueba de 200 metros libres con medidas antropométricas como la envergadura.
- Analizar posibles diferencias en los parámetros cuantitativos tomando las distintas variables independientes como sexo, categoría,...

La consecución de estos objetivos permitirá que los entrenadores reciban una información cuantitativa sobre la técnica de nado de sus nadadores, mediante la realización de un análisis estadístico sobre las diferentes variables analizadas. Esto ayudara a entrenadores y nadadores a mejorar la técnica y poder establecer nuevas estrategias tanto en los entrenamientos como en competición.

4. Metodología

Muestra

Para la realización de este trabajo, hemos contado con 20 nadadores, de los cuales 10 eran hombres y 10 mujeres. La muestra estaba constituida por un 20% de deportistas de categoría juvenil (14-15 años), un 45% de categoría junior (16-17 años) y un 35% de categoría absoluta (≥ 18). Estos nadadores entrenan y compiten dentro del Club Agrupación Cántabra de Natación Marisma, de la localidad de Santander.

Protocolo y procedimiento

En primer lugar se llevó a cabo fue una reunión con el jefe de técnicos del club para poder acordar las fechas, hora y el número concreto de nadadores con los que se podría realizar el trabajo. Todos los nadadores recibieron un consentimiento informado para que deberían firmar (en el caso de los menores de edad sería firmado por sus padres o tutores legales) para poder participar así en el estudio. En este se explica los

objetivos del estudio, se informaba sobre las grabaciones de las pruebas y se ponía en conocimiento el uso exclusivo con fines científicos de los resultados obtenidos.

Una vez acordado todo esto, se les pasó a cada nadador un formulario donde se recogían datos como la edad, altura, peso, envergadura, años entrenando y compitiendo, y toda aquella información que considerábamos podría ser relevante para el estudio (ver Anexo nº1).

Tras realizar los formularios se llevaron a cabo las grabaciones en la piscina del Club Marisma Wellness Center de Santander. Para ello se colocó una cámara perpendicular a la piscina en los 12,5 metros, donde se capturaba la mayor porción de la piscina, para la grabación de las dos pruebas, 200m libres y 200m obstáculos; también se usó una cámara subacuática para la grabación de la prueba de 200m obstáculos, con la cual se grabó el paso subacuático del obstáculo. Conjuntamente con las grabaciones, se tomaron los tiempos parciales y el tiempo total de cada una de las pruebas a cada nadador con un cronómetro/frecuencímetro cuyas características comentaremos posteriormente.



Figura 4. Vista de la cámara en el centro de la piscina.

Los/as nadadores/as realizaron la prueba de 200m libres en series de 2 y 3 personas, cada uno una de las calles centrales del vaso, registrando en las hojas del formulario la serie y la calle en la que realizaron la prueba para poder facilitar su posterior análisis. Para este análisis se marcaron con conos los 10 metros, 12,5 metros y 15 metros a cada lado de la piscina, para poder realizar posteriormente los análisis necesarios.

Para la grabación de la prueba de 200m obstáculos, los nadadores realizaron la prueba de uno en uno para poder grabar a la vez el paso subacuático del obstáculo y el nado, la cámara y las marcas se colocaron exactamente igual que en la prueba de

200m libres y la cámara subacuática se colocó perpendicularmente al vaso en los 12,5 metros.

Después de grabar a todos los nadadores las dos pruebas, se llevó a cabo en el ordenador el análisis temporal de las pruebas, calculando mediante los parciales recogidos las velocidades parciales cada 50 metros y la velocidad total de la prueba, para ello se utilizó la fórmula $V=E/T$, siendo "V" la velocidad, "E" el espacio y "T" el tiempo. Tomando como referencia la distancia de cada parcial (50 metros) y el tiempo realizado en cada parcial; para el tiempo total se tomó la distancia total (200 metros) y el tiempo final de cada prueba.

También se procedió al cálculo de la frecuencia de ciclo (FC), expresada en ciclos/minuto, de cada nadador, en la prueba de 200 metros libres, en el tramo central de la piscina tal y como indican Llana (2002) y Sánchez y Arellano (2002) y en cada uno de los largos que comprenden la prueba, la medición se inicia con la entrada del brazo derecho en el agua y finaliza cuando este mismo volvía a entrar, esto se pudo hacer gracias a las grabaciones realizadas a cada nadador. Con estos datos hemos podido sacar una media de la frecuencia para toda la prueba de cada nadador y cómo evoluciona durante la prueba.

Para finalizar, se analizó y calculó la LC de cada nadador, en cada uno de los largos de la prueba 200 metros libres de la misma forma en la que se analizó la FC, expresada en metros y calculada mediante la ecuación $VC=LC \times FC$ ($LC=VC/FC$)², con esto podemos conocer la distancia que cada nadador avanza en un ciclo de brazada durante cada largo, lo cual nos permite junto con la FC ver cómo evolucionan los nadadores durante la prueba.

Materiales e instrumentos utilizados

Para realizar las grabaciones se utilizaron dos cámaras de video, una cámara Fujifilm FINEPIX HS10 (1080p y 30fps) para las tomas fuera del vaso y una cámara Go Pro HERO 3 (720p y 60fps) para las tomas subacuáticas. El análisis temporal se realizó mediante la toma de tiempos con varios cronómetros Robic SC-888W.

² La Velocidad de Ciclo (VC) es en un momento puntual concreto, en este caso en el centro de la piscina, la V es una media de toda la prueba. Asumimos que la VC es lo mismo que la Vmedia, aunque no es del todo así, tenemos que asumir ese margen de error.

El cálculo de la FC se realizó con el frecuencímetro Robic SC-888W, mediante el visionado de las grabaciones.

Todo el análisis estadístico y el cálculo de velocidades y LC se llevo a cabo mediante el programa SPSS Statistics v.21.0.



Figura 5. Cronometro y frecuencímetro Robic SC-888W.

Análisis estadístico

A partir de la base de datos creada se procedió a su análisis para obtener los resultados que nos proporcionarán la información necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados. La codificación y análisis de los datos se hizo mediante 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 de la investigación a partir de valores expresados en media aritmética, desviación típica y frecuencias para la muestra total. También se llevo a cabo un análisis de varianza de una vía (Anova, pos hoc Bonferroni), y un estudio correlacional entre las diferentes variables (tiempos, velocidades, FC, LC, altura y envergadura).

5. Resultados

Estadísticos

- **Porcentaje de perdida**

Se ha calculado el porcentaje de pérdida de tiempo que hay entre la prueba de 200 metros obstáculos y la prueba 200 metros libre, junto a la media y desviación típica del tiempo total de las dos pruebas y la diferencia de tiempo entre ambas.

Según los datos (tabla 3), observamos que la media general del porcentaje de pérdida es 9,6%, por lo que las chicas pierden menos tiempo (8,11%) respecto a los chicos (11,26%), aunque no de manera significativa ($p = 0,183$).

Tabla 3. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable independiente sexo en tiempos totales de las dos pruebas y diferencias en segundos.

SEXO		TTOTAL	TTOTALO	DIFERENCIA
MASCULINO	Media	139,14	154,80	15,67
	SD	7,28	12,17	6,48
FEMENINO	Media	153,63	166,10	12,46
	SD	11,28	10,51	3,41
TOTAL	Media	146,38	160,44	14,06
	SD	11,86	12,49	5,30
Valor p		0,003**	0,040*	0,183
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.				

Tal y como cabe esperar, los chicos son significativamente más rápidos en ambas pruebas, sin embargo, aunque el porcentaje de pérdida no se manifiesta de manera significativa, el de las chicas es mejor.

Los más rápidos en la prueba 200 metros libre son los junior, seguidos de los absolutos y los juveniles, en cambio en la prueba 200 metros obstáculos los más rápidos son los absolutos, seguidos de los junior y los juveniles, pero todo sin diferencias significativas (ver tabla 4).

Los que más pérdida tienen, según vemos en la tabla 4, son los junior (10,67%), seguidos de los juveniles (9,58%) y los absolutos (8,27%), aunque no de manera significativa.

Tabla 4. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable independiente categoría en tiempos totales de las dos pruebas y diferencias en segundos.

CATEGORIA		TTOTAL	TTOTALO	DIFERENCIA
JUVENIL	Media	147,64	161,79	14,15
	SD	4,99	8,40	6,18
JUNIOR	Media	145,13	160,62	15,49
	SD	13,10	13,51	6,05
ABSOLUTO	Media	147,27	159,45	12,18
	SD	14,15	14,59	3,71

TOTAL	Media	146,38	160,44	14,06
	SD	11,86	12,49	5,30
Valor p		0,920	0,959	0,487
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.				

Si comparamos categoría y sexo (tabla 5), los que mayores pérdidas tienen son los juveniles masculinos (12,56%) y las que menos pérdida tienen son las juveniles femeninas (6,67%) aunque las diferencias no se manifiestan de manera significativa en ninguno de los casos.

Tabla 5. Media, desviación típica y nivel de significación entre las variables independientes categoría y sexo en tiempos totales en las dos pruebas y diferencias en segundos.

	SEXO	CATEGORIA	Media	SD	Valor p
TTOTAL	MASCULINO	JUVENIL	145,84	3,61	0,099
		JUNIOR	137,83	8,88	
		ABSOLUTO	136,84	4,16	
		TOTAL	139,14	7,28	
	FEMENINO	JUVENIL	149,45	6,97	
		JUNIOR	154,25	12,32	
		ABSOLUTO	155,09	14,09	
		TOTAL	153,63	11,28	
	Total	JUVENIL	147,64	4,99	
		JUNIOR	145,13	13,09	
		ABSOLUTO	147,27	14,15	
		TOTAL	146,38	11,86	
TTOTALO	MASCULINO	JUVENIL	164,16	9,68	0,262
		JUNIOR	154,36	14,13	
		ABSOLUTO	149,29	9,33	
		TOTAL	154,80	12,17	
	FEMENINO	JUVENIL	159,41	9,78	
		JUNIOR	168,45	8,60	
		ABSOLUTO	167,07	13,67	
		TOTAL	166,09	10,51	
	Total	JUVENIL	161,79	8,40	
		JUNIOR	160,62	13,51	
		ABSOLUTO	159,45	14,59	
		TOTAL	160,44	12,49	
DIFERENCIA	MASCULINO	JUVENIL	18,32	6,07	0,530
		JUNIOR	16,53	7,70	

		ABSOLUTO	12,45	5,25
		TOTAL	15,67	6,48
	FEMENINO	JUVENIL	9,97	2,81
		JUNIOR	14,20	3,82
		ABSOLUTO	11,98	3,02
		TOTAL	12,46	3,41
	Total	JUVENIL	14,15	6,18
		JUNIOR	15,49	6,05
		ABSOLUTO	12,18	3,71
		TOTAL	14,06	5,30

** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.

- **Tiempos**

Se ha calculado el tiempo mínimo, máximo y la media de todos los nadadores dentro de todos los parciales obtenidos en las dos pruebas (ver tabla 6). Dentro de los tiempos obtenidos podemos observar que en la prueba 200 metros libres el tiempo mínimo en los parciales de 25 metros (de TP1 a TP8) es 12,83 segundos y el máximo 22,97 segundos, también observamos en los parciales de 50 metros (de TP50M a TP200M) que el tiempo mínimo es 28,94 segundos y el máximo 45,80 segundos.

Si hablamos de los tiempos totales en la prueba de 200 metros libre (TTOTAL) el tiempo mínimo fue 127,87 segundos, el máximo 170,84 segundos y la media 146,38 segundos (SD 11,86).

Tabla 6. Mínimos, máximos, media expresados en segundos y desviación típica de tiempos parciales y totales de la prueba 200 metros libre.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
TP1	12,83	17,52	15,22	1,16
TP2	15,24	20,54	17,59	1,42
TP3	15,84	21,71	18,21	1,76
TP4	15,82	22,10	18,72	1,70
TP5	16,58	22,40	19,19	1,67
TP6	16,68	22,65	19,49	1,60
TP7	17,35	22,97	19,47	1,64
TP8	16,31	22,83	18,51	1,72
TP50M	28,94	38,06	32,81	2,45
TP100M	31,71	43,81	36,92	3,41
TP150M	33,26	45,05	38,68	3,23
TP200M	33,82	45,80	37,98	3,31

TTOTAL	127,87	170,84	146,38	11,86
---------------	--------	--------	--------	-------

Durante la prueba de 200 metros obstáculos (ver tabla 7), el tiempo mínimo en los parciales de 25 metros (de TP10 a TP80) es 14,75 segundos y el máximo 23,74 segundos, mientras en los parciales de 50 metros (de TP50MO a TP200M) el mínimo es 31,27 segundos y el máximo 47,39 segundos. Mientras el tiempo total en la prueba 200 metros obstáculos (TTOTALO) el tiempo mínimo fue 139,69 segundos, el máximo 179,48 segundos y la media 160,44 segundos.

Tabla 7. Mínimos, máximos, media expresados en segundos y desviación típica de tiempos parciales y totales de la prueba 200 metros obstáculos.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
TP10	14,75	19,99	17,06	1,41
TP20	16,52	21,46	19,30	1,35
TP30	17,30	22,82	20,18	1,60
TP40	17,99	23,16	20,62	1,76
TP50	18,19	23,67	21,16	1,87
TP60	18,16	23,72	21,00	1,68
TP70	17,73	23,74	20,97	1,76
TP80	17,11	23,22	20,17	1,76
TP50MO	31,27	41,45	36,35	2,71
TP100MO	35,31	45,61	40,80	3,24
TP150MO	36,51	47,39	42,16	3,49
TP200MO	34,84	46,96	41,14	3,39
TTOTALO	139,69	179,48	160,44	12,49

Podemos apreciar la progresión de las prueba de 200 metros libre (figura 6) con las variables independientes sexo y los tiempos parciales, además de la media de la totalidad de la muestra para tomarlo como referencia, viendo en la tabla 8 que las diferencias son significativas ($p < 0,05$).

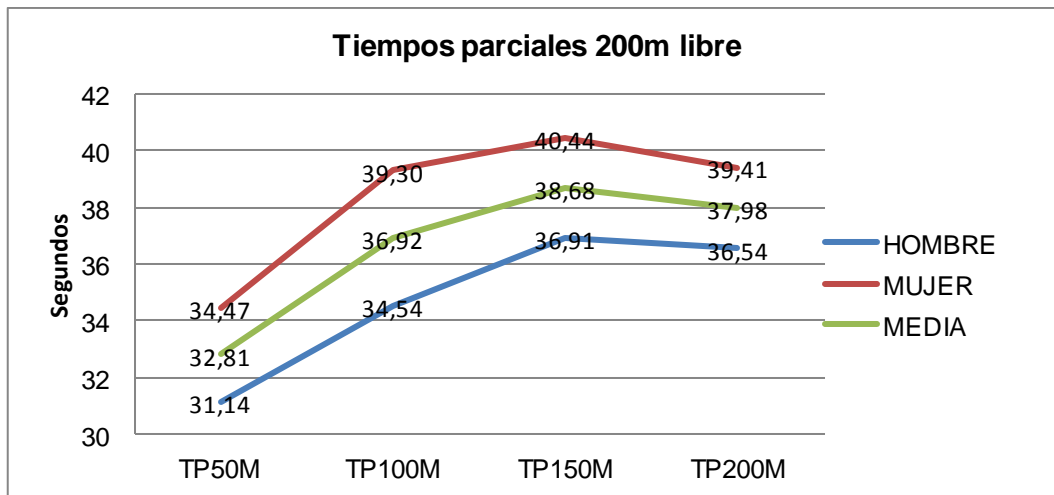


Figura 6. Gráfica de tiempos parciales en segundos en la prueba 200 metros libre.

Tabla 8. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en tiempos parciales y totales expresado en segundos en la prueba 200 metros libre.

SEXO		TP50M	TP100M	TP150M	TP200M	TTOTAL
HOMBRE	Media	31,14	34,54	36,91	36,54	139,14
	SD	1,57	1,83	2,26	2,57	7,28
MUJER	Media	34,47	39,30	40,44	39,41	153,63
	SD	2,02	2,94	3,16	3,46	11,28
Total	Media	32,81	36,92	38,68	37,98	146,38
	SD	2,45	3,41	3,23	3,31	11,86
Valor p		0,001**	0,000**	0,010**	0,050*	0,003**
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.						

En la prueba de 200 metros obstáculos podemos observar, que al contrario que en los 200 metros libre, las diferencias no son significativas ($p > 0,05$).

Al igual que en la prueba en liso se puede apreciar la progresión de la prueba de obstáculos (figura 7) y las medias, desviaciones típicas y las diferencias no significativas de la prueba de 200 metros obstáculos (tabla 9).

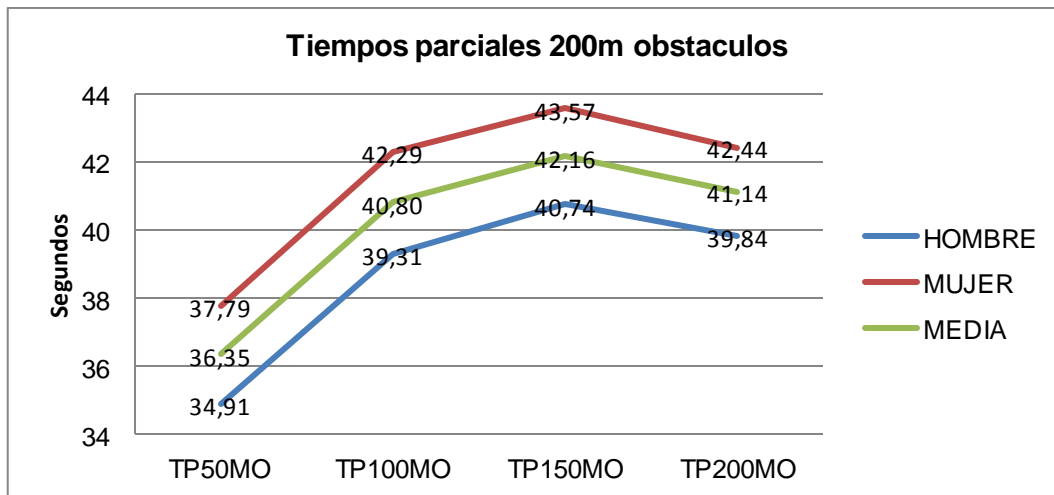


Figura 7. Gráfica de tiempos parciales en segundos en la prueba 200 metros obstáculos.

Tabla 9. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en tiempos parciales y totales expresados en segundos en la prueba 200 metros obstáculos.

SEXO		TP50MO	TP100MO	TP150MO	TP200MO	TTOTALO
HOMBRE	Media	34,91	39,31	40,74	39,84	154,80
	SD	2,39	3,02	3,53	3,48	12,17
MUJER	Media	37,79	42,29	43,57	42,44	166,09
	SD	2,28	2,85	2,98	2,89	10,51
Total	Media	36,35	40,80	42,16	41,14	160,44
	SD	2,71	3,24	3,49	3,39	12,49
Valor p		0,013*	0,036*	0,068	0,086	0,040*
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.						

- **Velocidades**

Respecto a la variable velocidad, hemos obtenido las velocidades en parciales de 50 metros y la velocidad media total de cada prueba. En las tablas 10 y 11 podemos ver los mínimos, máximos y la media de cada parcial y del tiempo total de las dos pruebas. Si nos fijamos en las velocidades medias totales, tal y como cabe esperar, se observa que en la prueba en liso las velocidades son mayores que en la prueba de obstáculos.

Tabla 10. Mínimos, máximos, media y desviación típica de velocidades parciales y totales expresadas en m/s de la prueba 200 metros libre expresado en m/s.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
V50M	1,31	1,73	1,53	0,11
V100M	1,14	1,58	1,37	0,12
V150M	1,11	1,50	1,30	0,10
V200M	1,09	1,48	1,33	0,10
VTOTAL	1,17	1,56	1,37	0,11

Tabla 11. Mínimos, máximos, media y desviación típica de velocidades parciales y totales expresadas en m/s de la prueba 200 metros obstáculos.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
V50MO	1,21	1,60	1,38	0,10
V100MO	1,10	1,42	1,23	0,10
V150MO	1,06	1,37	1,20	0,10
V200MO	1,06	1,44	1,22	0,10
VTOTALO	1,11	1,43	1,25	0,10

Al igual que con la variable tiempo, vemos la evolución a lo largo de las pruebas entre las variables independientes sexo y las velocidades parciales además de la media de la totalidad de la muestra. Si nos fijamos en la figura 8 junto con la tabla 12 se puede observar como en la prueba de 200 metros libre las diferencias son significativas ($p < 0,05$).

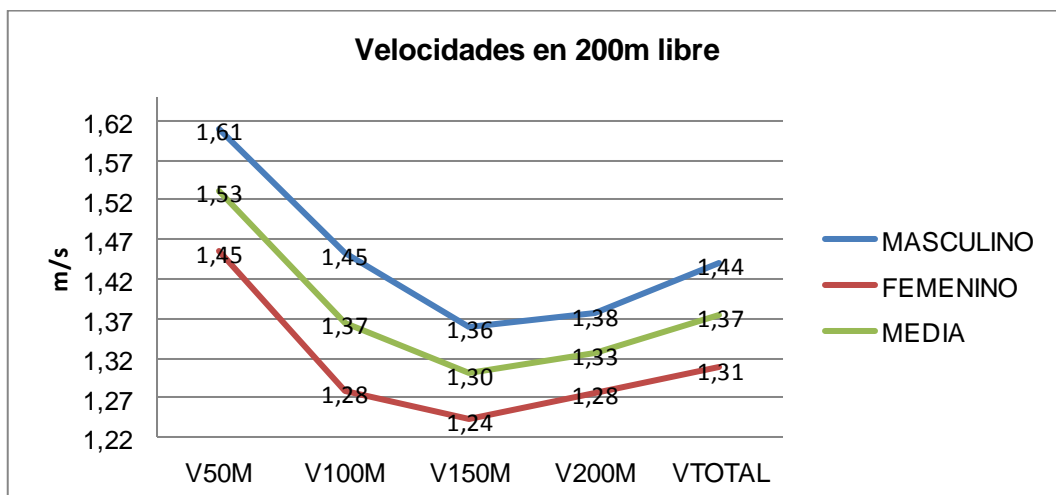


Figura 8. Gráfica de las velocidades parciales en m/s en la prueba de 200 metros libre.

Tabla 12. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en velocidades parciales y totales expresados en m/s en la prueba 200 metros libre.

SEXO		V50M	V100M	V150M	V200M	VTOTAL
MASCULINO	Media	1,61	1,45	1,36	1,38	1,44
	SD	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07
FEMENINO	Media	1,46	1,28	1,24	1,28	1,31
	SD	0,09	0,10	0,09	0,11	0,09
Total	Media	1,53	1,37	1,30	1,33	1,37
	SD	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11
Valor p		0,001**	0,000**	0,008**	0,037*	0,003**
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.						

Mientras que en la prueba 200 metros obstáculos (figura 9 y tabla 13) las diferencia solo son significativas en la primera mitad (TP500 y TP1000) de la prueba ($p < 0,05$), mientras que en la segunda mitad (TP1500 y TP2000) no son significativas ($p > 0,05$).

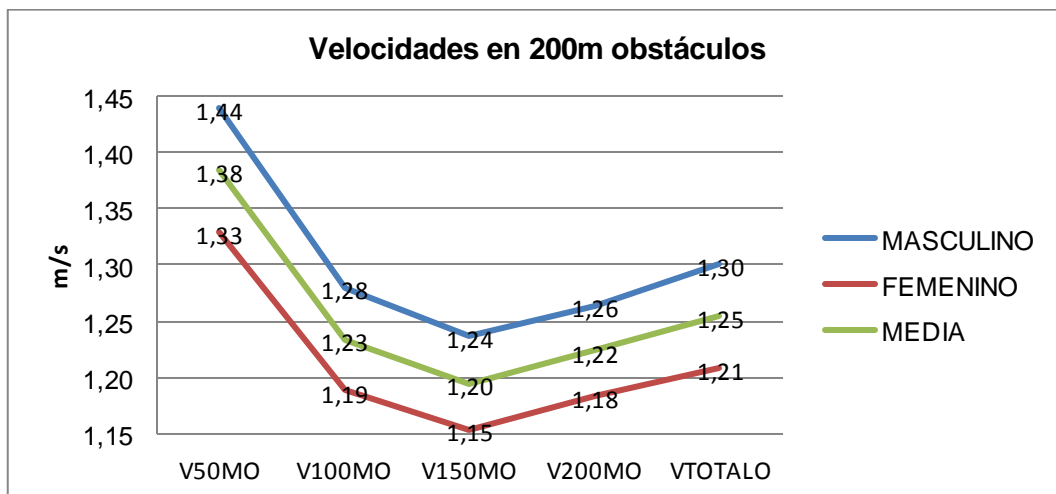


Figura 9. Gráfica de las velocidades parciales en m/s en la prueba de 200 metros obstáculos.

Tabla 13. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en velocidades parciales y totales expresados en m/s en la prueba 200 metros obstáculos.

SEXO		V50MO	V100MO	V150MO	V200MO	VTOTALO
MASCULINO	Media	1,44	1,2800	1,24	1,26	1,30
	SD	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10
FEMENINO	Media	1,33	1,19	1,15	1,18	1,21
	SD	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	Media	1,38	1,23	1,20	1,22	1,25

	SD	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Valor p		0,014*	0,035*	0,064	0,075	0,035*
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.						

- **Frecuencia de ciclo**

En la variable FC, hemos obtenido los datos de cada parcial de 25 metros en la prueba de 200 metros libre. Podemos observar que la FC a lo largo del transcurso de la prueba va disminuyendo, tal y como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Mínimos, máximos, media y desviación típica de las FC por largo y FC media en la prueba 200 metros libre expresados en ciclos/min.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
FC1	38,79	56,47	46,40	4,70
FC2	35,06	49,70	42,20	4,22
FC3	34,33	49,79	40,79	4,31
FC4	33,40	48,56	40,46	4,37
FC5	33,93	49,98	39,49	4,07
FC6	33,13	47,02	39,24	3,83
FC7	33,41	48,56	39,67	3,88
FC8	34,10	52,24	40,81	4,02
FCMEDIA	35,27	49,70	41,13	3,82

En la figura 10 se muestran las diferencias encontradas a lo largo de las pruebas entre las variables independientes sexo y las FC parciales, vemos además la media de la totalidad de la muestra para poder tomarla como referencia.

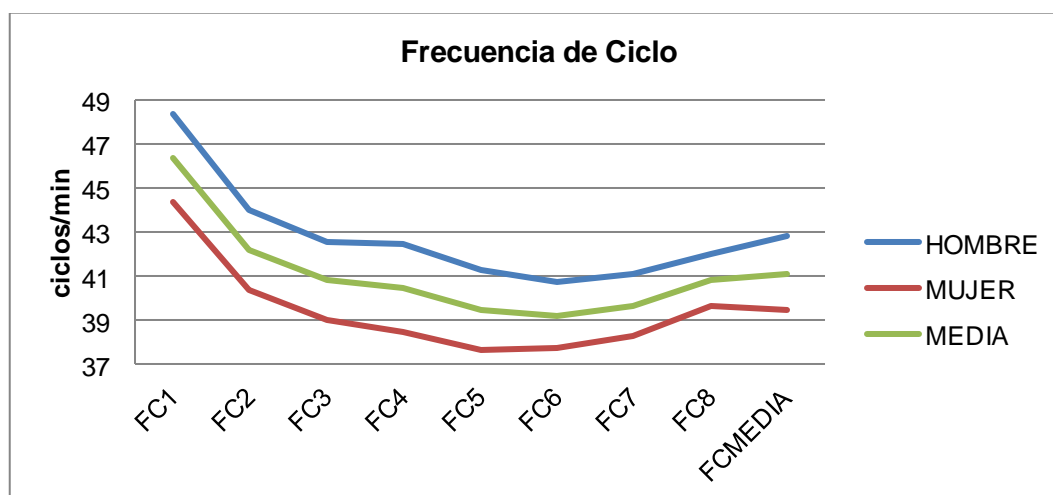


Figura 10. Gráfica de las FC en ciclos/min en la prueba 200 metros libre.

Si observamos la tabla 15 se puede ver que solo se existe una diferencia significativa, a la mitad de la prueba, (FC4 y FC5) y en la media de las FC.

Tabla 15. Media, desviación típica y nivel de significación entre las variables sexo y la FC expresada en ciclos/min en la prueba 200 metros libre.

SEXO		FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FCMEDIA
HOMBRE	Media	48,39	44,01	42,60	42,45	41,32	40,76	41,06	42	42,82
	SD	5,64	5,11	4,89	4,29	4,55	3,81	4,54	4,97	4,36
MUJER	Media	44,40	40,38	38,98	38,47	37,66	37,73	38,28	39,63	39,44
	SD	2,43	2,06	2,82	3,62	2,59	3,38	2,61	2,49	2,33
Total	Media	46,40	42,20	40,79	40,46	39,49	39,24	39,67	40,81	41,13
	SD	4,70	4,22	4,31	4,37	4,07	3,83	3,88	4,02	3,82
Valor p		0,055	0,052	0,057	0,038*	0,041*	0,075	0,110	0,196	0,044*

** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.

- **Longitud de Ciclo**

En la variable Longitud de Ciclo (LC), hemos obtenido los datos de cada parcial de 25 metros en la prueba de 200 metros libre. En la tabla 16 se muestra como la LC va disminuyendo a lo largo de la prueba.

Tabla 16. Mínimos, máximos, media y desviación típica de LC por largo y LC media expresados en m/ciclo de la prueba 200 metros libre.

	Mínimo	Máximo	Media	SD
LC1	1,77	2,51	2,15	0,21
LC2	1,83	2,50	2,05	0,20
LC3	1,67	2,42	2,05	0,19
LC4	1,69	2,34	2,01	0,18
LC5	1,66	2,34	2,00	0,19
LC6	1,58	2,38	1,99	0,20
LC7	1,61	2,42	1,97	0,19
LC8	1,57	2,36	2,01	0,18
LCMEDIA	1,70	2,38	2,03	0,18

En la figura 11 se observan las diferencias a lo largo de la prueba entre las variables independientes sexo y las LC parciales, además pueden observar la media de la totalidad de la muestra para poder tomarla como referencia. Si nos fijamos en la tabla 17 veremos que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) en ninguna parte de la

prueba. También se puede observar como a partir del séptimo parcial los chicos tienen un repunte en su LC más marcado que las chicas.

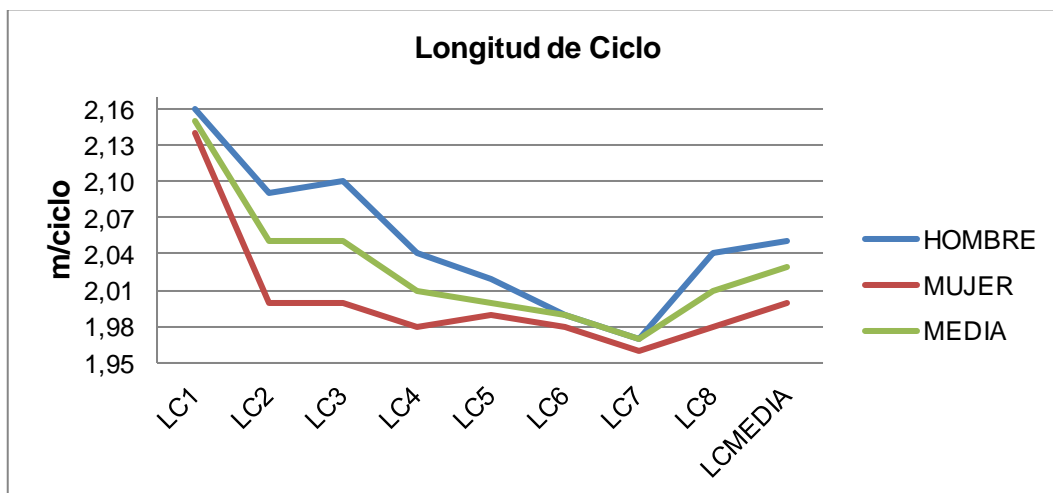


Figura 11. Gráfica de las LC en m/ciclo en la prueba 200 metros.

Tabla 17. Media, desviación típica y nivel de significación entre la variable sexo en LC expresado en m/ciclo en la prueba 200 metros libre.

SEXO		LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7	LC8	LCMEDIA
HOMBRE	Media	2,16	2,09	2,10	2,04	2,02	1,99	1,97	2,04	2,05
	SD	0,24	0,26	0,22	0,21	0,24	0,23	0,23	0,20	0,22
MUJER	Media	2,14	2,00	2,00	1,98	1,99	1,98	1,96	1,98	2,00
	SD	0,18	0,10	0,15	0,14	0,15	0,18	0,15	0,17	0,14
Total	Media	2,15	2,05	2,05	2,01	2,00	1,99	1,97	2,01	2,03
	SD	0,21	0,20	0,19	0,18	0,19	0,20	0,19	0,18	0,18
Valor p		0,901	0,345	0,279	0,446	0,723	0,957	0,893	0,518	0,604
** La diferencia es significativa a nivel 0,01. * La diferencia es significativa a nivel 0,05.										

- **Correlaciones**

En la tabla 18 se muestra el análisis realizado de las correlaciones entre las diferentes variables analizadas durante el estudio. Las correlaciones pueden servir de ayuda para conocer si los nadadores deben mejorar algún aspecto para incrementar el rendimiento y si el trabajo de esa variable puede incidir indirectamente sobre otra.

Tabla 18. Análisis correlacional entre las variables altura, envergadura, tiempo y velocidades totales de las dos pruebas y LC y FC. (C.P.= Correlación de Pearson).

		ALTUR A	ENV.	TTOTA L	VTOTA L	TTOTAL O	VTOTAL O	LCMEDI A	FCMEDI A
ALTURA	CP		,933**	-,430	,423	-,322	,345	-,118	,517*
	Sig		,000	,058	,063	,167	,136	,619	,020
ENV.	CP			-,369	,357	-,216	,233	-,081	,434
	Sig			,109	,122	,361	,323	,733	,056
TTOTAL	CP				-,997**	,907**	-,893**	-,399	-,470*
	Sig				,000	,000	,000	,081	,036
VTOTAL	CP					-,916**	,906**	,402	,469*
	Sig					,000	,000	,079	,037
TTOTAL O	CP						-,997**	-,383	-,420
	Sig						,000	,096	,066
VTOTAL O	CP							,362	,431
	Sig							,117	,058
LCMEDI A	CP								-,616**
	Sig								,004
FCMEDI A	CP								
	Sig								

** La relación es significativa a nivel 0,01. * La relación es significativa a nivel 0,05.

Por ejemplo, observamos la importancia que tiene la FC al correlacionarse con las variables velocidad y LC, ya que si la velocidad aumenta la FC también aumenta y viceversa, al contrario que pasa con la LC, si la velocidad aumenta la LC va a disminuir y al contrario, esto pasa a lo largo de la prueba analizada.

También podemos observar otra importante correlación, que se corresponde con la relación de los tiempos de las pruebas con las demás variables, ya que si el tiempo de la prueba aumenta, las variables velocidad, FC y LC van a disminuir y si los tiempos de la prueba disminuyen, las variables velocidad, FC y LC van a aumentar, esto quiere decir que el tiempo de la prueba es bastante importante para las demás variables analizadas.

Por último, no hemos encontrado correlación entre la envergadura y las demás variables, al contrario de lo pensado al inicio del estudio, donde se pensó que sería relevante a la hora de correlacionarlo con la LC, sino que en este caso es la altura de los nadadores la que está correlacionada con su FC, siendo la FC más alta cuanto más alto es el nadador.

6. Discusión

Para llevar a cabo la discusión, seguiremos la misma estructura que en el apartado anterior.

- **Porcentaje de pérdida**

Observando los datos analizados en este apartado, si nos fijamos en la diferencia por sexos podemos afirmar que las chicas son más eficaces en el paso del obstáculo, ya que su porcentaje de pérdida es menor al de los chicos y está por debajo de la media, en cambio el de los chicos está por encima de la media. Respecto a la diferencia por categorías son los absolutos los que menor pérdida tienen y los únicos que están por debajo de la media, seguidos de los juveniles y siendo los junior los que mayor porcentaje de pérdida tienen. En cambio si juntamos las dos variables, sexo y categoría, observamos que son las chicas juveniles las que menor porcentaje de pérdida tienen, pero son los chicos de esta categoría los que mayor porcentaje de pérdida tienen, lo que esto hace que en la media por categorías no sean los que menor porcentaje de pérdida tienen.

Estos datos nos indican la eficacia de cada nadador a la hora de afrontar el paso de obstáculos en esta prueba, ya que cuanto menor pérdida de tiempo se tenga significará que el paso del obstáculo se realiza de una forma más rápida y eficaz, al contrario de si la pérdida es mayor que resultará de una peor técnica y eficiencia en el paso del obstáculo, siendo los juveniles los que mayor margen de mejora tienen a la hora de realizar esta prueba, por lo que se deberán plantear entrenamientos de potencia aeróbica y de capacidad anaeróbica láctica, siendo también decisivos la resistencia de fuerza láctica y resistencia a la velocidad para mejorar las zonas del paso del obstáculo (Abralde y Meana, 2003).

Según Abbralde (2005), las chicas suelen iniciarse más temprano en la práctica del salvamento deportivo, unos dos años antes, que los chicos puede ser este el motivo de que las chicas tengan una mejor técnica y por lo tanto una menor pérdida que los chicos. Teniendo en cuenta que respecto a categorías los absolutos son los que menos pérdida tienen, esto es debido a que son los que más tiempo llevarán en este deporte y más experiencia tiene en este tipo de pruebas.

- **Tiempos y velocidades**

En este apartado discutiremos los tiempos y velocidades a la vez ya que estas dos variables están inversamente relacionadas, por tanto cuando hablemos de un aumento del tiempo entenderemos que la velocidad disminuye y viceversa.

Cuando analizamos los tiempos parciales de los nadadores en las dos pruebas, vemos que a excepción del primer largo, los tiempos son muy parecidos y apenas varían 1 segundo, siendo los primeros 50 metros de la prueba la parte más rápida. La razón de esta diferencia puede ser debido a que en la primera parte de la prueba se encuentra la salida (Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet y Tourny, 1996) y es el momento en el que los nadadores se encuentran con un mayor rendimiento físico y más explosivos respecto al resto de la prueba en la que entra en juego la fatiga, ya que a medida que avanza la prueba el rendimiento disminuye debido al cansancio acumulado tanto físico como mentalmente y es por eso que la velocidad va a disminuir.

Respecto a la diferencia que existe entre sexos se observa que los tiempos tanto parciales como totales de las dos pruebas son mayores en las mujeres, siendo al revés cuando hablamos de las velocidades en la que son mayores en los hombres. Si observamos las gráficas de tiempos se puede apreciar como los tiempos de las mujeres están por encima de la media total y la de los hombres se encuentran por debajo de esta, al contrario de lo que sucede con las velocidades, esto es debido, según Arrellano et al. (2002) y Arrellano, Brown, Cappaert y Nelson (1994), a que los hombres poseen más fuerza muscular y una mayor LC que las mujeres, lo que llevará a una mayor fase de empuje que implica un mayor desplazamiento del nadador.

Si nos ponemos a observar las diferencias existentes entre las diferentes categorías, observamos como en la prueba de 200 metros libre los que menos tiempo tienen y por tanto más velocidad obtienen son los junior, pero en cambio en la prueba de 200 metros obstáculos los que menos tiempo tienen son los absolutos, esto puede ser debido a que los absolutos tienen una mejor técnica y mayor experiencia en el paso del obstáculo respecto a las otras dos categorías ya que llevan más tiempo en este deporte (Abralde, 2005), tal y como se ha explicado en el apartado anterior.

- **Frecuencia de Ciclo y Longitud de Ciclo**

A continuación discutiremos los datos obtenidos de la FC y la LC a la vez, ya que estas dos variables están relacionadas directamente entre sí.

Fijándonos ahora en la FC y la LC por largo de la prueba 200 metros libre, observamos como en el primer largo la FC y la LC es mayor que en el resto de la prueba y a medida que transcurre la prueba estas disminuyen y vuelven a aumentar un poco en los dos últimos largos, aunque en la LC observamos como en el sexto y séptimo largo la LC disminuye más que en el resto de la prueba y esto puede ser debido al aumento de la fatiga en los nadadores y estos intentan aumentar la velocidad reduciendo la LC, pero en este caso al disminuir tanto la FC como la LC consiguen que la velocidad en vez de aumentar disminuya más (Costill et al, 1985).

Se ha pensado que esto puede suceder por el acumulo de fatiga del nadador a lo largo del transcurso de la prueba o por un déficit de fuerza del nadador, lo que conlleva que el movimiento de brazos sea más lento y por consiguiente se verá reflejado en una disminución de la velocidad que es lo que ocurre, como hemos explicado en el apartado anterior. Un cambio en la LC y FC pueden ser también interpretados como una estrategia para lidiar con factores tales como la fatiga (Hellard et al, 2008), estos autores también nos explican que el aumento de la LC y FC están relacionados con una alta condición física, por lo que una disminución de estas variables nos indica que se necesita una mejora de la condición física de los nadadores.

Según Arrellano et al. (1994) la LC de los hombres debería ser superior a la de las mujeres ya que se envergadura es mayor que la de las chicas, como hemos podido contrastar en el estudio, por lo que podemos afirmar que los hombres del estudio no aprovechan al máximo su envergadura, por lo que no son todo lo eficientes que podrían. Esto nos hace ver que la LC es uno de los elementos en los que más hincapié hay hacer en los entrenamientos.

Atendiendo a la diferencia por sexos de la FC, podemos observar, al igual que pasa con la velocidad, como en las mujeres la FC es menor que en los hombres, si nos fijamos en la LC veremos que los hombres tienen una LC más uniforme que las mujeres, las cuales empiezan con una LC muy similar a la de los hombres pero a lo largo de la prueba su LC disminuye mucho más que en los hombres y también se puede comprobar cómo en todo el transcurso de la prueba la FC y la LC de las

mujeres está por debajo de la media y las de los hombres están por encima de la media, esto es debido a la diferencia que hay de capacidad física, altura y peso entre hombres y mujeres (Barghamadi et al, 2012).

Si nos fijamos en la división por categorías, según Barghamadi et al. (2012), a medida que aumenta la edad se tiende a reducir la FC, en este caso al tener un rango de edad pequeño no podemos hacer esta afirmación, ya que se observa que las diferencias no son significativas, y en este caso son los juveniles los que menor FC tienen, siendo la de junior y absolutos muy parecida entre ellos. Esto puede ser debido a una mejor condición física o una mejor técnica de nado de los juveniles.

Respecto a la LC relacionada con las diferentes categorías, se observa como a los que menos les varía la LC es a los juveniles y los que más cambio en la LC tienen son los absolutos, esto puede ser debido a que los absolutos tengan peor condición física que los demás nadadores o acumulen más fatiga en el cuerpo (Hellard et al, 2008; Kennedy, Brown, Chengalur y Nelson, 1990).

- **Correlaciones**

Dentro de este apartado las variables analizadas, se puede apreciar como los tiempos analizados (TTOTAL y TTOTALO) tienen una correlación negativa con las demás variables, es decir, que si estas variables disminuyen las demás variables con las que están relacionadas van a aumentar y viceversa. Respecto a la variable FC podemos deducir gracias a los resultados que están relacionados directamente con la velocidad, esto quiere decir que si aumenta la FC, la velocidad también aumentará, aunque esta correlación no es muy significativa ya que lo que más afecta, según Barbosa et al (2011) y Keskinen (1997) a la velocidad de nado es la LC y no la FC durante la prueba; la relación que obtenemos de la FC con la LC es una correlación negativa, lo que significa que si una aumenta la otra disminuirá y viceversa, esto va a implicar que si a lo largo de la prueba la FC aumenta la LC disminuirá por lo que el nadador tendrá que realizar un mayor número de ciclos lo que implicará una menor eficacia de nado y mayor fatiga muscular en el transcurso de la prueba por lo que la velocidad disminuirá y las marcas realizadas serán peores (Arellano, 2010; Keskinen, 1997). Por último, podemos observar como existe una correlación positiva entre la FC y la altura, esta correlación nos indica como a mas altura del nadador mayor frecuencia de ciclo, por lo que podemos decir que los nadadores no son eficaces a la hora de la nadar, ya que lo más eficaz seria que a mayor altura o envergadura mayor fuera la LC y menor la FC (Arellano, 2010).

7. Conclusiones

Para terminar la realización de este trabajo, se ha podido llegar a unas conclusiones que ayudaran tanto a entrenadores como a nadadores a la hora de alcanzar un mejor rendimiento durante la temporada.

1º La velocidad más elevada se presenta en el primer tramo de la prueba de 200 metros obstáculos, ya que está la salida en ese tramo, y va decreciendo a lo largo de la prueba debido al cumulo de fatiga, además los hombres poseen mejores parciales a lo largo de la prueba que las mujeres.

2º Los hombres presentan una mayor FC que las mujeres pero la diferencia no es significativa, al igual que pasa con la LC donde las diferencias son menores. En las dos variables se observa una disminución a lo largo de la prueba, atendiendo a la formula $VC=FC \times LC$, por lo que estos dos factores serán determinantes en el entrenamiento a la hora de obtener una mejora del rendimiento en todos los nadadores.

3º Se ha encontrado una correlación significativa positiva entre la FC y la Velocidad y una correlación negativa entre la FC y el tiempo, restándole importancia a la LC en este caso, por lo que volvemos a lo anterior, estos parámetros deben ser entrenados para la mejora de la técnica y la mejora del rendimiento.

4º No hemos encontrado ningún tipo de correlación significativa entre la LC y la talla y envergadura de los nadadores. Por el contrario si hemos encontrado una correlación significativa positiva entre la FC y la altura. Atendiendo a nuestros resultados podemos decir que detectamos un punto débil en nuestros nadadores, la LC, la cual debe ser entrenada a través de las técnicas específicas que existen para ello, lo que nos permitirá que los nadadores sean más eficaces a la hora de nadar.

5º Con respecto a lo que más nos concierne en este estudio, el porcentaje de perdida en el paso del obstáculo, hemos sacado la conclusión de que las chicas tienen menor perdida que los chicos ya que estas suelen iniciarse en el deporte del salvamento acuático a más temprana edad que ellos; también hemos sacado la conclusión de que los absolutos tienen menor perdida ya que cuanto mayor es el nadador mas años lleva compitiendo en este deporte.

Como conclusión final, los análisis realizados (tiempo, velocidad, % de pérdida, FC y LC) servirán de ayuda para que el nadador sea consciente de sus errores y

podrán servir a los entrenadores como guía para mejorar los entrenamientos e incidir en los aspectos que mayor dificultad presenten sus nadadores, como por ejemplo la mejora de la LC y FC o la mejora de la técnica de paso del obstáculo para lograr una menor pérdida de tiempo, lo que dará la oportunidad de estos conocimientos hagan que la metodología de entrenamiento tanto en natación como en salvamento deportivo evolucione.

8. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

Durante la realización del estudio hemos encontrado con ciertas limitaciones:

- Los análisis se realizaron en la pretemporada, por lo que los tiempos no se realizaron en la mejor forma física posible de los nadadores.
- Las grabaciones se realizaron con una cámara estándar, pudiendo haberse grabado con una cámara de mayor calidad e imágenes de alta velocidad.
- El espacio de colocación de las cámaras era limitado debido a la infraestructura de la piscina.

También hemos recopilado ideas para futuras líneas de investigación, tales como:

- Análisis de la técnica del paso del obstáculo.
- Importancia de la talla y envergadura del nadador para un mayor rendimiento.

9. Bibliografía

- Abrales, J. (2011). *Orígenes y evolución historia del salvamento acuático deportivo*. Facultad de Deporte. Universidad de Murcia. Murcia.
- Abrales, J. (2005). *Estudio de los factores que influyen en el proceso de formación deportiva en salvamento y socorrismo*. International Lifesaving congress. Alicante.
- Abrales, J. y Rodríguez, N. (2004). Recursos metodológicos para la enseñanza de habilidades básicas del salvamento acuático como deporte. En González, M., Sánchez, J. y Gómez, J. (Eds.). *Preparación profesional y necesidades sociales. (Educación física, deporte, ocio, tercera edad, salud...)*, (pp. 751-754). La Coruña: Diputación de la Coruña.

- Abrales, J. y Meana, M. (2003). *Factores determinantes del rendimiento en las pruebas de salvamento acuático deportivo: 200 metros obstáculos*. III Congreso de Salvamento y Socorrismo de Galicia. Pontevedra.
- Arellano, R. (2004). *Aplicación de la evaluación biomecánica en el entrenamiento de nadadores*. Seminario Europeo de Entrenadores de Natación. Madrid.
- Arellano, R. (2010). *Análisis cinemático de la competición en natación*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Granada. Granada.
- Arellano, R., Ferro, A., Balius, X., Garcia, F., Roig, A., de la Fuente, B., Rivera, A., Ferreruela, M. y Floria, P. (2002). Estudio de los resultados de la competición en las pruebas estilo libre en los campeonato de de España Absolutos de natación 1999 y 2000. *Consejo Superior de Deportes. Series ICD, 32*, 51-86.
- 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.
- Aymerich, J. y Guibelalde, I. (2005). *Análisis de la competición en natación*. I congreso virtual de investigación en la Actividad Física y el Deporte. Vitoria-Gasteiz.
- Barbosa, T., Marinho, D., Costa, M. y Silva, A. (2011). *Biomechanics of competitive swimming strokes*. En Klika, V. (Ed.) *Biomechanics in Applications* (pp. 367-388). Croacia: Intech.
- Barghamadi, M., Behboodi, Z. y Singh, D. (2012). Biomechanical factors in 200m freestyle swimming and their relationships with Anthropometric Characteristics. *Iranian Journal of Health and Physical Activity, 3* (2), 49-54.
- 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.
- De la Fuente, B., García, F. y Arellano, R. (2002). Análisis cinemático y cinético de las salidas en natación en nadadores de alto nivel. *Consejo Superior de Deportes, Series ICD, 32*, 150-181.
- Ferro, A., Rivera, A., Ferreruela, M., Floría, P., García, F. y Arellano, R. (2002). Metodología para el análisis biomecánico de actividades desarrolladas en el medio acuático. *Consejo Superior de Deportes, Series ICD, 32*, 239-267.
- Hellard, P., Dekerle, J., Avalos, M., Caudal, M., Knopp, M. y Hauswirth, C. (2008). Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and

French National 2004 Championship semifinalists. *Journal of Sport Sciences*, 26 (1), 35-46.

- Kennedy, P., Brown, P., Chengalur, S. y Nelson, R. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100-meter events. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 6 (2), 187-197.
- Keskinen, K. (1997). *Evaluation of technique performances in freestyle swimming*. Departamento de Biología de la Actividad Física. Universidad de Jyväskylä, Finlandia.
- Llana, S. (2002). *El análisis biomecánico en natación*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Valencia. Valencia.
- Palacios, J. (1992). Salvamento acuático: un deporte desconocido. *Apunts Educación Física y Deportes*, 30, 46-56.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D. y Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 197-206.
- Sánchez, J.A. y Arellano, R. (2002). El análisis de la competición en natación: estudio de la situación actual, variables y metodología. *Consejo Superior de Deportes, Series ICD*, 32, 9-50.

Anexos

- Anexo 1

Nombre y Apellidos:			
Fecha de nacimiento:	Edad:	Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	
Años en competición: 1-3 <input type="checkbox"/> 4-6 <input type="checkbox"/> 7-10 <input type="checkbox"/> +10 <input type="checkbox"/>			
Categoría Salvamento:			
Especialidad Salvamento:		Especialidad Natación:	
Nivel de competición: Regional <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional (selección Española) <input type="checkbox"/>			
Horas de entrenamiento semanales: 4-6 <input type="checkbox"/> 7-9 <input type="checkbox"/> 10-12 <input type="checkbox"/> 12-14 <input type="checkbox"/> +14 <input type="checkbox"/>			
Peso:	Altura:	Envergadura:	IMC: