



universidad
de león



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

Curso Académico 2015/2016

ÍNDICES DE EFICACIA EN LA PRUEBA DE NATACIÓN DE 50 METROS LIBRES

Efficacy indexes in swimming event of 50 metres freestyle

Autora: Silvia García Martín

Tutor: Alfonso Salguero del Valle

Fecha: 01/07/2016

VºBº TUTOR

VºBº AUTORA

Índice de abreviaturas, tablas y figuras.

ABREVIATURAS

Nombres

- **FINA:** Federación Internacional de Natación
- **RD:** Real Decreto
- **RFEN:** Real Federación Española de Natación
- **SPSS:** Statistical Package for Social Sciences
- **TFG:** Trabajo de Fin de Grado
- **ULE:** Universidad de León

Niveles

- **NN:** nivel nacional
- **NP:** nivel provincial
- **NT:** nivel territorial

Categorías

- **CA:** categoría alevín
- **CI:** categoría infantil
- **CJA:** categoría junior, absoluto joven y absoluto

Medidas

- **%RR:** porcentaje respecto al record
- **E:** envergadura
- **FC:** frecuencia de ciclo
- **IC:** índice de ciclo
- **IE:** índice/s de eficacia
- **IE1:** índice de eficacia 1
- **IE2:** índice de eficacia 2
- **IE3:** índice de eficacia 3
- **IE4:** índice de eficacia 4
- **LC:** longitud de ciclo
- **LM:** longitud de la mano
- **LP:** longitud del pie
- **P:** peso
- **PA:** parámetros antropométricos

- **PN:** parámetros del nado.
- **T:** talla
- **TN:** tiempo de nado
- **VN:** velocidad de nado

Unidades de medida

- **kg:** kilogramos
- **m:** metros
- **mm:** milímetros
- **s:** segundos

TABLAS

Tabla 1. Comparación entre sexo, índices y porcentaje del record.....18

Tabla 2. Comparación entre categoría, índices y porcentaje del record.....19

Tabla 3. Comparación entre nivel, índices y porcentaje del record.....20

Tabla 4. Parámetros del nado y sexo.....20

Tabla 5. Parámetros del nado y categorías.....21

Tabla 6. Parámetros del nado y nivel.....21

Tabla 7. Correlaciones.....23

FIGURAS

Figura 1. Análisis temporal de las pruebas de natación (Llana, 2002).....10

Figura 2. Número de nadadores por club y su organización por provincia.....13

Índice

Resumen.....	6
Abstract.....	6
1. Justificación del trabajo	7
2. Introducción.....	7
2.1. Historia de la prueba de 50 metros libres	9
2.2. Análisis cinemático cuantitativo de la técnica.....	10
3. Objetivos	12
4. Competencias a desarrollar por el estudiante.....	12
5. Metodología	13
5.1 Muestra.....	13
5.2 Protocolo y procedimiento.....	13
5.3 Instrumental	15
5.4 Medidas directas.....	16
5.5 Medidas indirectas	16
5.6 Análisis estadístico	17
6. Resultados estadísticos.....	18
6.1. Índices de eficacia y porcentajes del record de España respecto al sexo, las categorías y los niveles.....	18
6.2. Parámetros del nado respecto al sexo, las categorías y los niveles	20
6.2 Correlaciones.....	22
7. Discusión.....	24
7.1 Índices de eficacia y porcentajes del record de España respecto al sexo, las categorías y los niveles.....	24
7.2 Parámetros del nado respecto al sexo, las categorías y los niveles	24
7.3 Correlaciones.....	25
8. Conclusiones.....	26
9. Aplicaciones y valoración personal.....	27
10. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación	27
11. Referencias	27

12. Anexos	31
12.1. Consentimiento	31
12.2 Cuestionario.....	33
12.3 Tablas de recogida de datos	35
12.4 Tablas resumen de los records de España en la prueba de 50m libres a 15 de febrero. (Modificado de RFEN).....	36

Resumen

En este trabajo se ha realizado un análisis cinemático cuantitativo de la prueba de 50 metros libres, con el objetivo de analizar una serie de índices de eficacia, tras la recogida de una serie de parámetros del nado y antropométricos que pudieran servir para determinar el nivel real de los nadadores, atendiendo a las variables sexo, categoría y nivel competitivo. La muestra estuvo compuesta por 76 nadadores con una media de edad de 14,5 ($\pm 2,34$) años, pertenecientes a seis clubes diferentes de las provincias de Ávila, Valladolid y León. Además de los índices de eficacia, se calculó el porcentaje de los tiempos obtenidos en la prueba con respecto al record de España en función de la edad de los nadadores. No se encontraron diferencias entre sexos al comparar los índices **y se pudo ver como éstos están influenciados por las categorías y el nivel de los nadadores**. Se observó que el aumento de la longitud de ciclo incide directamente en los índices y por tanto en la mejora de la eficacia.

Palabras clave: análisis cinemático-cuantitativo, natación, índices de eficacia, velocidad, 50 metros libres.

Abstract

In this work, a quantitative kinematic analysis of the 50 metres freestyle has been realized, with the target of analyzing a series of efficacy indexes in the swimming technique, after data collection taken from swimming and anthropometric parameters, which could serve to compare between swimmers without taking into account sex, category and competitive level. The sample consisted of 76 swimmers with an age average of 14.5 \pm 2.34 years old, which belong to six clubs of the provinces of Avila, Valladolid and Leon. Besides the percentage of the times on the test compared to the record from Spain according to the swimmers age was calculated from those efficacy indexes. Differences among both sexes weren't found when we compared the indexes and it could be observed how these indexes are influenced by swimmer's category and level. It was observed that the increase in the distance per stroke affects to the indexes and therefore in the improve of efficacy.

and so on the improvement of the efficacy

to bigger competitive level, bigger efficacy on the swimming technique. All the obtained conclusions in this work can be useful to coaches and swimmers to improve the efficiency in this event.

Key words: quantitative kinematic analysis, swimming, efficacy indexes, speed, 50 metres freestyle.

1. Justificación del trabajo

El trabajo de fin de grado (TFG) tiene su origen en el Real Decreto (RD) 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. En este RD se indica que todas las enseñanzas de Grado concluirán con la elaboración y defensa de un TFG, por lo que el presente trabajo constituirá el último paso en mi formación como estudiante del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en la Universidad de León (ULE). El trabajo que realizo, ciñéndome a Normativa para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado en los Estudios de Grado de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la ULE, corresponde a la modalidad específica y al tipo experimental según esta, además se encuentra dentro de los temas propuestos por mi tutor del TFG, el profesor Alfonso Salguero del Valle, como análisis cualitativo y/o cuantitativo de la técnica en natación de competición. En este TFG se abordará un análisis cinemático cuantitativo de la prueba de 50 metros (m) en natación, centrado fundamentalmente en el análisis de la eficacia de nado a través de una serie de índices, en base a una investigación transversal de recogida de datos a nadadores pertenecientes a seis clubes deportivos de natación de las provincias de Ávila, Valladolid y León.

Me decanto por esta temática tras el curso de la asignatura optativa de Ampliación de Natación, que imparte mi tutor, así como tras la realización del taller sobre Aspectos Teórico-Prácticos para la mejora de la Velocidad del Nadador que impartió Antonio Oca en el Centro de Alto Rendimiento de León en el año 2014. Ambos cursos aumentaron tanto el propio interés de ampliar mis conocimientos, aprendizajes y competencias en relación a la natación, como el ánimo de seguir en contacto con esta modalidad deportiva, ahora desde la perspectiva de la investigación de campo. La realización de este trabajo me será de gran ayuda y utilidad tanto para conseguir uno de mis objetivos en el presente curso académico como es obtener el título en Entrenadora Superior de Natación así como para conseguir el principal, ser graduada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. También espero pueda servir de ayuda a los entrenadores de los clubes a los que se ha investigado y como referencia para futuras investigaciones relacionadas con la temática.

2. Introducción

Para comenzar creo conveniente hacer referencia a algunas definiciones sobre el término eficacia. Para Kent (2003, p.237) la eficacia es la “Capacidad para conseguir con éxito el resultado esperado”, para Cejuela (2006, p.1) se define como “el proceso en el que, en las mismas condiciones, se realiza una misma acción en menor tiempo”, al analizar las anteriores definiciones llegamos a la misma conclusión que Sánchez (2014, p.1) “...la eficacia se centra en el resultado...”, por lo que para que un nadador pueda mantener o

mejorar su rendimiento lo principal sería tener en cuenta su eficacia, ya que esta se relaciona de forma directa con el resultado, que en este deporte podría considerarse como el tiempo de realización de la prueba. Según Reyes (1998) para lograr la mayor velocidad posible en la natación se busca, en la medida de lo posible, reducir la resistencia al avance y aplicar la mayor fuerza propulsiva, por lo que desde el principio de la natación moderna se ha tomado el tiempo que se tarda en recorrer una distancia determinada como referente en las pruebas de natación. Por tanto el máximo rendimiento en natación estaría determinado por los records y los tiempos personales obtenidos en la realización de las pruebas, por lo que cuanto más cercana se encuentre la marca del nadador respecto al tiempo record de una prueba concreta, mayor rendimiento conseguirá en dicha prueba.

Sobre los estudios en los que se mide la eficacia de nado, cabe destacar a Rodríguez (2005) en el cual se estudió la eficacia de nado en relación a parámetros antropométricos (PA), como la altura y la longitud de segmentos corporales, con respecto al tiempo total de la prueba, lo que muestra el nivel de forma física del momento en el que se realiza la prueba así como el porcentaje de la mejora teórica que el nadador puede conseguir. Algunos estudios plantean el análisis de la eficacia del nadador a partir del análisis de parámetros del nado (PN) como la longitud de ciclo (LC), la frecuencia de ciclo (FC) y el tiempo total de nado (TN) (Arellano, 1992; Seyfried, 2007). Otros como el de Platonov y Fessenko (1994) estudian la eficacia a través del análisis de PA, para clasificar según sus características, a los nadadores en función del estilo y de las distancias de las pruebas.

Arellano y Morales (2005) dicen que establecer las relaciones entre la frecuencia y la amplitud de los movimientos de los segmentos corporales con la velocidad de desplazamiento, es la forma más objetiva de cuantificar la eficacia de éstos movimientos. Las relaciones entre la frecuencia de ciclo, la longitud de brazada y la velocidad de nado (VN) son por tanto marcadores de la eficacia de la técnica de nado.

Con la aparición de los Juegos Olímpicos modernos se desarrollan de las diferentes técnicas de nado y aparecen los cuatro estilos de competición oficial que la Federación Internacional de Natación (FINA) reconoce, estos estilos son mariposa, espalda, braza y libre. Según el reglamento de la Real Federación Española de Natación (RFEN) en todas las pruebas con el nombre "estilo libre" el nadador puede nadar a cualquier estilo, excepto en las pruebas de estilos individual o por equipos, en las cuales que se puede nadar cualquier estilo que no sea espalda, braza o mariposa. En la actualidad la totalidad de los nadadores eligen la técnica de crol para la realización de estas pruebas, por ser por lo general la más rápida y eficaz, aunque no sea una técnica como tal descrita en el reglamento. Cada nadador adaptará el estilo/s elegido a sus características buscando el máximo rendimiento,

por lo que no todos los nadadores tienen la misma forma de realizar la técnica de nado. Como Llana, Soriano, Pérez, del Valle y Sala (2012, p.28) afirman “La tendencia actual es que para alcanzar la máxima eficiencia, cada nadador tiene que adaptar el modelo técnico a sus características personales”. Por lo que es muy importante conocer a la perfección el reglamento así como las características de cada nadador para la realización de las pruebas, ya que esto condicionará cómo realizará el nadador la prueba en cuestión, con el fin de hallar el mejor resultado en la misma.

2.1. Historia de la prueba de 50 metros libres

La natación ha tenido una importante evolución gracias a la evolución de la adaptación física y de la economía de la técnica de los nadadores por medio de las ciencias aplicadas, que podemos observar sobre todo en la evolución de las marcas, tanto a nivel mundial como nacional. Según Llana et al. (2012) el perfeccionamiento de los estilos de competición ha ido de la mano de las aportaciones de la biomecánica, a partir de los estudios de James Counsiman en 1960, quien realizó las primeras filmaciones estroboscópicas, y del equipo de Richard Sclinhauf, que a principios de los años 80 realizó el primer estudio cinemático de la técnica de nado al equipo americano.

Según Alsina (2007) es los juegos de San Luis en 1904 donde aparece la prueba de 50 yardas (45,72m), en la que ya se usaba el crol en distancias cortas o en los metros finales de otras pruebas por considerarse agotador, es en estos juegos donde tras un empate entre Scott Leary y Zoltan de Halmay, con un tiempo de 28,2 segundos (s), Scott Leary se proclama campeón en el desempate con un tiempo de 28s frente a 28,8s. Tanto Camiña (1993) como Cancela, Camiña, Lorenzo y Pariente (2008) dicen que la prueba de 50m libres tiene poca historia como prueba internacional y que fue introducida en el mundial del año 1986 en Madrid, la cual ganó Matt Biondi, así como también ganó la misma prueba en Seúl en el año 1988.

La prueba de 50m libres se caracteriza por ser la más prueba más corta de velocidad. Los records mundiales para esta prueba, recogidos en la FINA en piscina corta de 25m a día 10 de febrero de 2016, son los siguientes, el record masculino lo tiene actualmente el nadador francés Florent Manaudou, con un tiempo de 20,26s, conseguido en el 12º Campeonato del Mundo de Natación celebrado en Doha en el 2014, y el record femenino es de la nadadora holandesa Ranomi Kromowidjojo que consiguió un tiempo de 23,24s tanto en la Copa del Mundo celebrada en Eindhoven en el año 2013, como en Indianápolis en 2015.

Se ha tomado como referencia a la RFEN para poder comparar los records anteriores con los records de España, tanto femeninos como masculinos, en la prueba de 50m en piscina de 25m, a fecha de 15 de febrero del 2016. El record masculino lo tiene el nadador Rafael

Muñoz con una marca de 21,26s, en Sant-Paul en el año 2008 así como el record actual femenino, lo consiguió la nadadora Fátima Gallardo, con un tiempo de 24,8s, en Madrid en el año 2015.

Actualmente los nadadores tienden a especializarse en un tipo de prueba concreto, como puede ser la prueba de velocidad de 50m, aunque no siempre ha sido así. Según Arellano, Ballius y Escoda (2007) existe un aumento de los nadadores que participan en las pruebas de 50m sin participar en ninguna otra y haciendo de esta prueba su especialidad, aunque poco tiempo atrás la inscripción en esta prueba dependía de la inscripción en otra prueba, lo que limitaba que el nadador se especializara en pruebas de velocidad, aunque por el momento sigue habiendo nadadores que ganan las dos pruebas de velocidad de 50 y 100m.

2.2. Análisis cinemático cuantitativo de la técnica

Mediante el análisis cinemático obtenemos información descriptiva del movimiento, ésta puede ser acerca de desplazamientos, velocidades y aceleraciones lineales o angulares y se obtiene al utilizar diferentes instrumentos de medida (Llana, 2002). En el presente trabajo se busca analizar la relación entre una serie de PA y de PN que determinarán los índices de eficacia (IE), con el fin de obtener información sobre el movimiento que realizan los nadadores en la prueba de 50m.

Como se dijo con anterioridad, normalmente los resultados de los nadadores se reflejan en los tiempos totales de las pruebas que realizan. Para el análisis de las pruebas, el tiempo total se suele dividir en tiempos más cortos, como podemos ver en la Figura 1 (Llana, 2002).

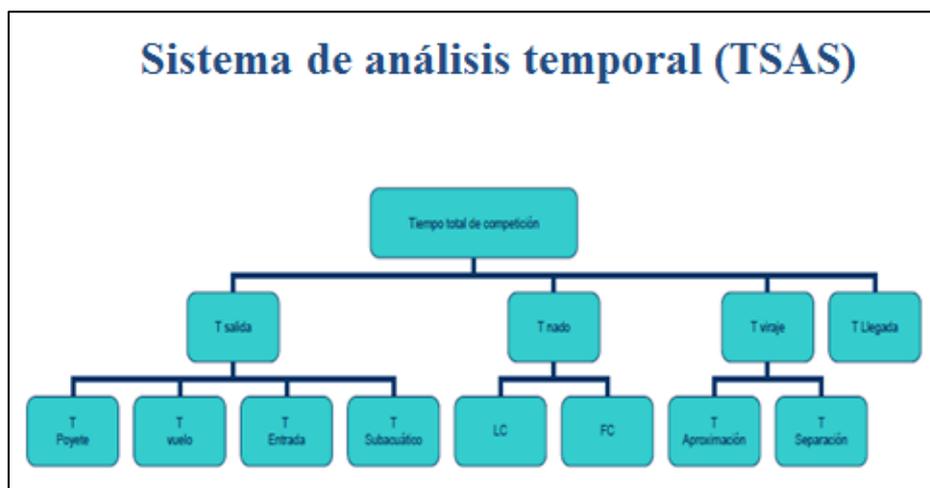


Figura 1. Análisis temporal de las pruebas de natación (Llana, 2002)

Teniendo éstas variables temporales en cuenta, podemos conocer cuáles son las que más influyen en los resultados de la prueba en los nadadores. El principal objetivo de la natación de competición es realizar la prueba en el menor tiempo posible, por lo que el tiempo es la

principal variable medida en las competiciones. El tiempo total de la prueba de 50m en piscina de 25m para Llana (2002) se compone por los tiempos parciales de salida, nado, viraje y llegada.

De Aymerich y Guibelalde (2005) citando a Hay (1985) consideran que el tiempo de nado viene determinado por la distancia y la velocidad media de la prueba, citando estos autores también a Thayer y Hay (1984) esta última además será el resultado del producto entre la longitud de ciclo y la frecuencia de ciclo. Por tanto el aumento y descenso de la velocidad son el resultado de las variaciones en la FC y la LC. Mencionar que el concepto de índice de ciclo fue introducido por Costill, Kovaleski, Porter, Fielding, y King (1985) como un índice de la eficiencia y la economía en el ciclo, siendo el resultado del producto de la longitud de ciclo y la velocidad.

Según Arellano et al. (2007) los velocistas normalmente son nadadores que realizan las salidas más rápido, nadan a mayor velocidad y sus frecuencias son más altas respecto a otros nadadores especialistas en pruebas de mayor duración. Estos autores comentan que se han observado en la mayor parte de investigaciones diferencias entre sexos en la longitud de ciclo, aunque las frecuencias de ciclo eran similares.

Para De Aymerich y Guibelalde (2005) los parámetros del nado, como los tiempos, la velocidad, la frecuencia de ciclo, la longitud de ciclo y el índice de ciclo, que son los que se medirán en este trabajo, son datos de gran validez de cara al entrenamiento, si el nadador y el entrenador saben hacer un buen uso de ellos. Además diferentes autores, cuyo propósito principal es medir y evaluar la técnica de nado, definen y utilizan estas variables en piscina de 25m (Arellano, De Aymerich, Sánchez y Ribera, 1993; Camarero, Moreno y Tella, 1994).

Para Strzala y Tyka (2009) la altura y la envergadura así como la estructura corporal son determinantes en la velocidad en altos y medios niveles de rendimiento, comentan también que los nadadores de velocidad muestran mayor estatura respecto a nadadores especialistas en pruebas de resistencia, además estas variables también muestran cierta relación con la longitud de brazada.

En el análisis cinemático cuantitativo que se llevará a cabo en este trabajo se van a relacionar PN (TN, VN, IC, FC y LC) con PA, como la talla (T) y la envergadura (E). Los índices de eficacia que se van a utilizar para comparar a diferentes nadadores son valores relativos, que relacionarán variables como son el índice de ciclo y el tiempo total en la prueba, con respecto a la talla y la envergadura de los nadadores. Como se ha visto anteriormente son indicadores válidos para la descripción de la técnica, por lo que el fin principal es describir la eficacia de la técnica de nado en relación a dichas medidas, con

respecto a las variables sexo, categoría y nivel competitivo. Con el desarrollo del trabajo se pretende que los entrenadores de los respectivos clubes conozcan los datos correspondientes a cada nadador, ya que pueden ser una buena referencia a tener en cuenta en los entrenamientos.

3. Objetivos

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

Objetivo principal:

- Determinar la eficacia de la técnica de nado de un grupo de nadadores en la realización de la prueba de 50m libres, a través de un análisis cinemático cuantitativo de la técnica.

Objetivos secundarios:

- Comparar porcentualmente el tiempo de nado de los nadadores en la prueba con el record de España correspondiente a su edad, tomando como referencia los records de España de la RFEN en piscina de 25m a 15 de Febrero de 2016.
- Analizar las posibles diferencias en los parámetros cuantitativos teniendo en cuenta las variables independientes sexo, categoría y nivel competitivo.
- Proporcionar información cuantitativa a los entrenadores sobre las características de los nadadores que pueda ayudar a mejorar la técnica y el rendimiento de cada uno de ellos, si se establecen estrategias de entrenamiento y competición teniendo en cuenta dicha información.

4. Competencias a desarrollar por el estudiante

Atendiendo a la guía docente de la asignatura TFG correspondiente al Grado en Ciencias de la Actividad Física y del deporte de la ULE las competencias que se han desarrollado son las siguientes:

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

- B502. Aplicar los principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales a los diferentes campos de la actividad física y del deporte.

5. Metodología

5.1 Muestra

En el estudio participaron 76 nadadores con una edad comprendida entre los 11 y 21 años y una media de 14,5 ($\pm 2,34$) años, de los cuales 42 eran hombres (55,3%) y 34 mujeres (44,7%). Los nadadores pertenecen a diferentes niveles competitivos de los que el 6,6% compete a nivel provincial (NP), el 80,3% a nivel territorial (NT) y el 13,2% a nivel nacional (NN). Además pertenecen a cinco categorías diferentes según las categorías que establece la RFEN para la temporada 2015/2016, el 25% de la muestra corresponde a la categoría alevín (CA), el 52,6% a la infantil (CI) y el 22,4% a la junior, absoluto joven y absoluto (CJA). Debido a la escasa representación de forma individual de estas tres categorías se decidió refundirlas en una sola y así conseguir una mayor homogeneidad en la distribución de los grupos. Estos nadadores pertenecen a diferentes clubes de la comunidad de Castilla y León, pertenecientes a las provincias de León, Valladolid y Ávila como se puede ver en la Figura 2.

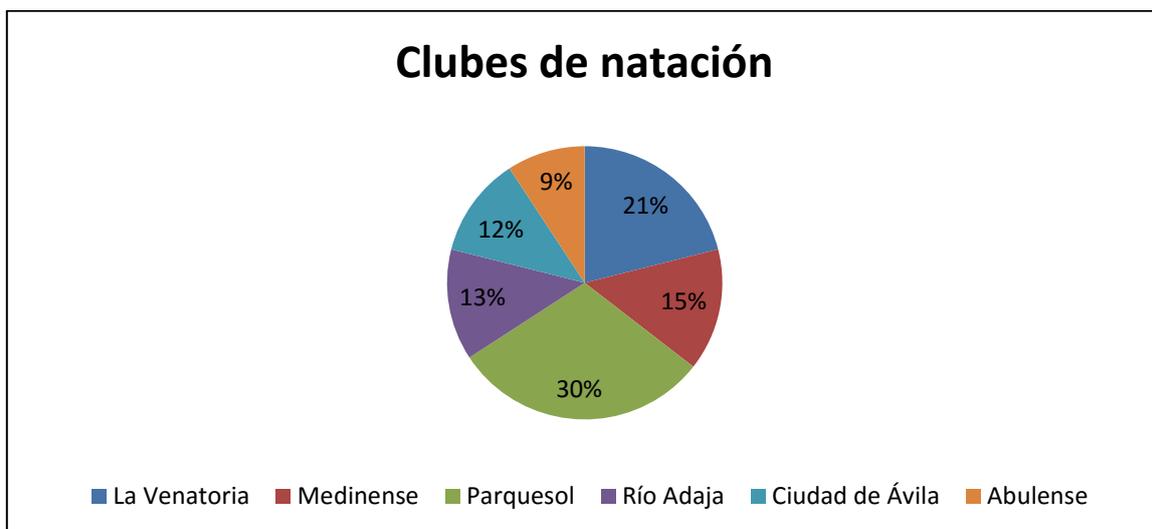


Figura 2. Porcentajes de nadadores de cada club.

5.2 Protocolo y procedimiento

El primer paso fue realizar la búsqueda de clubes de natación en la comunidad de Castilla y León, por la facilidad en cuanto a la movilidad, se eligieron las provincias de León, Ávila y Valladolid. Una vez localizados los clubes de estas provincias se contactó con algunos de ellos tanto por correo electrónico como por teléfono, para obtener su confirmación de participación en el estudio, tras informarles sobre el trabajo en general, así como sobre los objetivos y procedimientos a seguir en la realización del mismo. Una vez confirmada la participación se concertaron los días en los que se proporcionaría la información sobre el

trabajo y se administrarían y recogerían los consentimientos, para posteriormente concretar otras fechas en las que los nadadores rellenarían los cuestionarios, realizarían las pruebas de 50m y serían tomadas las medidas antropométricas.

Tras contactar con los clubes, se informó a todos los participantes sobre el propósito de la investigación y se obtuvo el visto bueno de los nadadores tras firmar el consentimiento de participación en el estudio, también se informó a los padres de los nadadores sobre el propósito del trabajo ya que la mayoría de los participantes eran menores de edad y por tanto también tuvieron que firmar su consentimiento.

En la siguiente fecha concertada con cada club se administró a cada participante el cuestionario sociodemográfico, el cual se explicó previamente y se resolvieron las dudas que surgieron tras su administración, todos respondieron al cuestionario para nadadores antes de proceder a realizar las mediciones de los PA.

La toma de medidas antropométricas se realizó formando grupos reducidos, de no más de tres personas. Las medidas se tomaron siguiendo las pautas de Canda (2012), sobre medidas corporales generales del peso (P), la estatura y la envergadura, así como sobre longitudes de segmentos para las longitudes del pie (LP) y de la mano (LM).

Después de la toma de los PA se realizó un calentamiento tipo por parte de todos los nadadores. Consistió en realizar movimientos articulares y estiramientos, durante 5 minutos, siguiendo un orden progresivo desde la cabeza a los pies, dejando después 2 minutos para que calentaran libremente lo que ellos consideraran necesario, posteriormente se realizaron 3-4 series al estilo crol de 25m a sprint saliendo desde el poyete y para finalizar se nadaron 100m estilo crol suaves. Tras la realización del calentamiento se dio a conocer el orden de las tres primeras personas que realizarían la prueba, conociéndose el nombre del siguiente tras finalizarla el primero de la serie.

Por último, según el orden marcado, los nadadores realizaron la prueba de 50m al estilo crol en piscina de 25m. Para su realización se informó a los nadadores sobre las siguientes consideraciones a tener en cuenta, tenían que imaginarse que estaban en una competición, por lo que las reglas serían las mismas, por tanto, el fin principal era realizar la prueba en el menor tiempo posible, para lo que tendrían que ir a un ritmo igual al de competición. La salida se realizó desde el poyete, de la forma más cómoda para cada uno, de la misma forma a la que suele realizarla en competición, además tanto el nado como el viraje tienen que realizarse siguiendo la pauta de realizar al 100% el total de la prueba, no se puede olvidar que el total de la prueba se realizará a la máxima velocidad.

Para la medición de los PN en la prueba, el cronometrador se colocó en un lateral de la piscina a 12,5m del poyete. Para la toma de los tiempos totales fue quien dio la salida siguiendo las pautas que marca el reglamento de la RFEN sobre las salidas en las pruebas de estilo libre, además para la llegada se aproximó a la pared de la piscina para ser más exacto en su medición. El cronometrador también midió la frecuencia de ciclo, realizando las mediciones en el centro de la piscina, se tomó una medición por cada 25m sobre las que después se halló la media.

Tanto las medidas antropométricas como las tomadas en la prueba se registraron en las tablas de recogida de datos correspondientes a cada uno de los nadadores.

Tras la recogida de los datos se halló el porcentaje del tiempo obtenido en la prueba de 50m libres con respecto a los records de España en dicha prueba en función de la edad de cada nadador.

Todos los datos obtenidos de los nadadores se recogieron en una base de datos para proceder a su posterior análisis. Una vez analizados los datos, se redactó un informe para cada entrenador con los datos obtenidos tras los análisis y con los datos obtenidos de cada nadador correspondiente a su club, para lo que se tuvo en todo momento en cuenta la confidencialidad de los nadadores.

5.3 Instrumental

Se administró el informe de consentimiento (anexo 12.1), para informar a los nadadores sobre el estudio y contar con su aprobación sobre la participación en este, así como también el cuestionario de práctica deportiva para nadadores (anexo 12.2), para conocer las características sociodemográficas de la muestra. Para la recogida de las mediciones de los parámetros del nado y antropométricos se hizo uso de las tablas de recogida de datos (Anexo 12.3).

En lo que se refiere a la toma de las mediciones antropométricas se utilizó una cinta métrica (CESCORF) extensible de precisión $\pm 1\text{mm}$ (milímetros) y 2m de longitud, una escuadra y una regla escolares Faber Castell y una báscula (Taurus Oslo) de precisión $\pm 0,1\text{kg}$ (kilogramos). El material empleado para la toma de los parámetros del nado y la realización de la prueba fue un cronómetro Interval 2000 Split/Rate Watch y un silbato Fox 40 Classic Profesional.

La referencia utilizada para la obtención de los porcentajes respecto a los records de España (%RR) en la prueba de 50m libres en piscina de 25m a 15 de febrero de 2016 se obtuvo de la RFEN, sobre estos records podemos encontrar un resumen con los datos utilizados en el Anexo 12.4.

Todos los datos obtenidos de los nadadores se recogieron en una base de datos, mediante el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences 21.0.0. (SPSS). Estos datos también se recogieron agrupando a los nadadores según sus respectivos clubes utilizando la aplicación Microsoft Excel 2010.

5.4 Medidas directas

Las medidas directas que se tomaron para conocer los parámetros antropométricos fueron el peso (kg), la talla (m), la envergadura (m), la longitud del pie y la longitud de la mano (ambas en centímetros), como se ha comentado con anterioridad, se han seguido las pautas técnicas según Canda (2012), de las que a continuación se comentará lo más relevante sobre cada una de ellas.

Para medir el peso el nadador coloca los pies sobre la báscula distribuyendo el peso por igual, sin tener contacto de ningún tipo y con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo. La talla se midió colocando al sujeto contra la pared de modo que contacten los talones juntos, las nalgas y la parte superior de la espalda con ella, la mirada al frente, facilitando la extensión de la columna, tras colocar al sujeto se le pide que realice una inspiración sin despegar los talones del suelo y se toma la medición. La envergadura se midió colocando al sujeto en la misma posición que para la toma anterior, pero con los brazos extendidos a la altura de los hombros y con las manos en posición de supinación, tras decirle al sujeto que extienda al máximo las extremidades superiores, se toma la medida desde cada parte distal del dedo más largo de las manos. Para medir la longitud del pie se colocará el talón del pie derecho contra la pared, con ambos pies a la altura de los hombros y distribuyendo el peso entre ambos, se tomó la medida desde ese punto hasta el dedo más distal. La medición de la mano se realizó desde la punta del dedo medio hasta la base de la mano. Todas las mediciones se realizaron sin materiales, únicamente con el bañador.

Las medidas directas tomadas sobre los parámetros de nado durante la prueba de 50m fueron el tiempo de nado y la frecuencia de ciclo, estas se han definido siguiendo a De Aymerich y Guibelalde (2005). El tiempo de nado se consideró como el tiempo que transcurre desde la señal de salida hasta el contacto de la mano en la pared en la llegada, se midió en segundos. La frecuencia de ciclo se midió dos veces en la realización de la prueba, una vez en cada 25m, por lo que la frecuencia de ciclo final será el promedio de las mediciones, se registró en ciclos/s.

5.5 Medidas indirectas

Las medidas indirectas que se tomaron fueron la velocidad, la longitud de ciclo, el índice de ciclo, los cuatro índices de eficacia propuestos y el porcentaje en función del record de España. Se indicará a continuación cómo se han calculado cada una de ellas.

La velocidad de nado es la relación entre el espacio recorrido en la prueba y el tiempo de nado, se utilizará la siguiente fórmula para definirla $VN=50m/TN$ (m/s), también se considerará la siguiente $VN=FC \times LC$ (m/s). La longitud de ciclo se hallará utilizando la anterior fórmula, por tanto $LC=VN/FC$ (m/ciclos), esta queda definida por tanto, como la distancia que el nadador consigue desplazar su cuerpo con cada ciclo de brazos. El índice de ciclo se determinará mediante la fórmula siguiente $IC=VN \times LC$ (m²/s-ciclo). Estas medidas se han tomado siguiendo la referencia de De Aymerich y Guibelalde (2005).

Los índices de eficacia definidos como 1 y 3 (IE1 y IE3) se han extraído de Rodríguez (2005), estos se calculan de la siguiente manera $IE1=IC/T$ y $IE3=IC/E$, estos son positivos, a mayor valor obtenido, mayor será la eficacia de nado. Para calcular los índices de eficacia 2 y 4 (IE2 y IE4) se utilizarán las siguientes fórmulas $IE2=TN/(50m/T)$ y $IE4=TN/(50m/E)$, ambos se han extraído de Costill et al. (1985), a menor valor obtenido al utilizar estos índices mayor será la eficacia obtenida.

Para calcular el porcentaje respecto al record se ha tomado como el 100% la mejor marca del campeonato de España en función de la edad, con respecto a este, se ha calculado el correspondiente a cada nadador en función de la marca obtenida en la prueba de 50m.

5.6 Análisis estadístico

Para el tratamiento estadístico de los datos se creó una base recopilatoria de todos los datos de los nadadores. La codificación y análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 21.0.0 para Windows, y la aplicación Microsoft Excel 2010. Se llevó a cabo una estadística descriptiva para la obtención de los resultados generales de la investigación, a partir de valores expresados en media aritmética, desviación típica y frecuencias para la muestra total. Para la significación estadística de las diferencias entre sexos, categorías y niveles se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) con el test Post Hoc Bonferroni, lo que nos permitió observar las distintas modulaciones entre índices de eficacia, porcentajes obtenidos respecto al record de España, tiempos de nado, velocidades de nado, índices de ciclo, frecuencias de ciclo y longitudes de ciclo. Por último se realizó un análisis de correlaciones bivariadas entre las distintas variables analizadas para lo que se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. En todos los casos se utilizó un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

6. Resultados estadísticos

6.1. Índices de eficacia y porcentajes del record de España respecto al sexo, las categorías y los niveles

Se han calculado los IE de todos los nadadores, así como los %RR en función de la edad de los nadadores. Como se puede comprobar en la Tabla 1 al comparar los IE y el %RR con respecto a la variable independiente sexo no se han encontrado diferencias significativas.

Tabla 1. Comparación entre sexo, índices y porcentaje del record

		IC/E IE1	T50/(50/ E) IE2	IC/T IE3	T50/(50/T) IE4	%RR
Masc.	Media	1,76	1,10	1,79	1,08	68,15
	SD	0,32	0,09	0,32	0,10	
Fem.	Media	1,64	1,10	1,67	1,09	65,58
	SD	0,23	0,08	0,25	0,08	
Total	Media	1,71	1,10	1,74	1,08	67,00
	SD	0,29	0,09	0,29	0,09	
p		0,069	0,943	0,063	0,944	0,421

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente sexo en los índices de eficacia y el porcentaje del record en función de la edad. Índice de ciclo (IC). Tiempo en los 50 metros (T50). Sexo masculino (Masc.). Sexo femenino (Fem.). Índice de eficacia 1 (IE1). Índice de eficacia 2 (IE2). Índice de eficacia 3 (IE3). Índice de eficacia 4 (IE4). Porcentaje respecto al record de España (%RR). Envergadura (E). Talla (T). La relación es significativa a nivel 0,05

Al comparar esos mismos datos con respecto a la variable categoría, podemos ver en la Tabla 2 que no se han encontrado diferencias significativas entre CA y CI en ninguno de los IE ni en el %RR. Tampoco se han encontrado diferencias en IE2, IE4, ni en el %RR al comparar a CJA con CA y con CI. Pero sí se han encontrado diferencias significativas al comparar la CJA con las CA y con CI tanto en el IE1 y en IE3.

Tabla 2. Comparación entre categoría, índices y porcentaje del record

		IC/E IE1	T50/(50/ E) IE2	IC/T IE3	T50/(50/T) IE4	%RR
CA	Media	1,62	1,10	1,64	1,09	67,69
	SD	0,17	0,08	0,17	0,07	
CI	Media	1,65	1,11	1,68	1,10	66,13
	SD	0,30	0,09	0,30	0,09	
CJA	Media	1,93	1,08	1,98	1,06	68,27
	SD	0,26	0,09	0,27	0,09	
CA-CI	p	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
CI-CJA	p	0,003	0,814	0,001	0,378	1,000
CA-CJA	p	0,004	1,000	0,001	0,937	1,000

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente categoría en los índices de eficacia y el porcentaje del record en función de la edad. Índice de ciclo (IC). Tiempo en los 50 metros (T50). Categoría alevín (CA). Categoría infantil (CI). Categoría junior, absoluto joven y absoluto (CJA). Índice de eficacia 1 (IE1). Índice de eficacia 2 (IE2). Índice de eficacia 3 (IE3). Índice de eficacia 4 (IE4). Porcentaje respecto al record de España (%RR). Envergadura (E). Talla (T). La relación es significativa a nivel 0,05.

Como se puede observar en la Tabla 3, al comparar los datos de este apartado con respecto al nivel competitivo de los nadadores se observan diferencias significativas en todos los IE y en el %RR al comparar a los nadadores que compiten a NN con los que lo hacen a NT y NP. No encontrándose ninguna diferencia significativa al comparar NP y NT.

Tabla 3. Comparación entre nivel, índices y porcentaje del record

		IC/E	T50/(50/ E)	IC/T	T50/(50/T)	%RR
		IE1	IE2	IE3	IE4	
NP	Media	1,44	1,20	1,46	1,18	52,70
	SD	0,14	0,08	0,14	0,10	
NT	Media	1,69	1,11	1,71	1,09	65,79
	SD	0,28	0,08	0,28	0,08	
NN	Media	1,69	1,02	2,02	0,99	81,52
	SD	0,22	0,06	0,25	0,05	
NP-NT	p	0,156	0,070	0,163	0,077	0,072
NT-NN	p	0,012	0,006	0,005	0,001	0,001
NP-NN	p	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente nivel en los índices de eficacia y el porcentaje del record en función de la edad. Índice de ciclo (IC). Tiempo en los 50 metros (T50). Índice de eficacia 1 (IE1). Índice de eficacia 2 (IE2). Índice de eficacia 3 (IE3). Índice de eficacia 4 (IE4). Porcentaje respecto al record de España (%RR). Envergadura (E). Talla (T). Nivel provincial (NP). Nivel territorial (NT). Nivel nacional (NN). La relación es significativa a nivel 0,05.

6.2. Parámetros del nado respecto al sexo, las categorías y los niveles

Podemos ver en las Tablas 4 y 5 que al comparar los PN con respecto al sexo así como con respecto a las categorías se han encontrado diferencias significativas en todos ellos excepto en la FC.

Tabla 4. Parámetros del nado y sexo

		VN	TN	FC	LC	IC
Masc.	Media	1,57	32,14	0,81	1,93	3,06
	SD	0,16	3,46	0,08	0,24	0,61
Fem.	Media	1,46	34,24	0,81	1,80	2,66
	SD	0,11	2,63	0,08	0,21	0,43
Total	Media	1,52	33,08	0,81	1,87	2,88
	SD	0,15	3,26	0,08	0,23	0,57
p		0,003	0,005	1,000	0,021	0,002

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente sexo y los parámetros del nado. Sexo masculino (Masc.). Sexo femenino (Fem.). Velocidad de nado (VN). Tiempo en los 50 metros (TN). Frecuencia de ciclo (FC). Longitud de ciclo (LC). Índice de ciclo (IC). La relación es significativa a nivel 0,05.

Tabla 5. Parámetros del nado y categorías

		VN	TN	FC	LC	IC
CA	Media	1,44	34,90	0,80	1,78	2,58
	SD	0,10	2,56	0,07	0,15	0,33
CI	Media	1,51	33,33	0,83	1,83	2,79
	SD	0,14	3,15	0,08	0,23	0,55
CJA	Media	1,65	30,46	0,79	2,08	3,44
	SD	0,13	2,64	0,09	0,19	0,46
CA-CI	p	0,164	0,173	0,874	1,000	0,387
CI-CJA	p	0,002	0,003	0,466	0,000	0,000
CA-CJA	p	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente categoría y los parámetros del nado. Categoría alevín (CA). Categoría infantil (CI). Categoría junior, absoluto joven y absoluto (CJA). Velocidad de nado (VN). Tiempo en los 50 metros (TN). Frecuencia de ciclo (FC). Longitud de ciclo (LC). Índice de ciclo (IC). La relación es significativa a nivel 0,05.

Como se puede ver en la Tabla 6, se han encontrado diferencias significativas en la VN y el TN entre todos los niveles competitivos. También se han encontrado en el IC al comparar a los nadadores de NN tanto con los de NP como con los de NT.

Tabla 6. Parámetros del nado y nivel

		VN	TN	FC	LC	IC
NP	Media	1,35	37,00	0,78	1,73	2,33
	SD	0,07	1,92	0,10	0,13	0,15
NT	Media	1,51	33,32	0,81	1,86	2,84
	SD	0,13	3,04	0,08	0,23	0,54
NN	Media	1,69	29,66	0,84	2,00	3,41
	SD	0,10	1,97	0,06	0,22	0,54
NP-NT	p	0,038	0,023	1,000	0,616	0,134
NT-NN	p	0,001	0,000	0,622	0,251	0,008
NP-NN	p	0,000	0,001	0,904	0,098	0,001

Nota: Valores medios (media), desviación típica (SD) y nivel de significación (p) entre la variable independiente nivel y los parámetros del nado. Nivel provincial (NP). Nivel territorial (NT). Nivel nacional (NN). Velocidad de nado (VN). Tiempo en los 50 metros (TN). Frecuencia de ciclo (FC). Longitud de ciclo (LC). Índice de ciclo (IC). La relación es significativa a nivel 0,05.

6.2 Correlaciones

En la Tabla 7 se muestra el análisis realizado de las correlaciones entre las diferentes variables que se han analizado durante el estudio. Estas correlaciones pueden servir de ayuda para conocer si los nadadores deben mejorar algún aspecto para incrementar el rendimiento y a su vez nos permite conocer si el trabajo de esa variable puede incidir directamente sobre otra.

Por ejemplo, vemos que es muy significativa la correlación entre la VN y la LC, esta es positiva, por lo que al incrementarse la VN se incrementa la LC. No se han encontrado correlaciones significativas entre la FC y la VN. También podemos observar correlaciones muy significativas entre la VN con IC, con los IE y con el %RR, las correlaciones son muy significativas, vemos que si aumenta la VN aumentan IC, IE1, IE3 y el %RR, al contrario de lo que sucede con IE1 y IE3, que si aumenta la VN disminuyen.

La correlación entre el IC con la FC y la LC es muy significativa, siendo muy fuerte entre la LC, vemos que si aumenta el IC también lo hace la LC, pero con la FC la relación es inversa, esta aumenta a medida que disminuye el IC.

Como se puede observar las correlaciones entre los IE con la LC y la FC son muy significativas. Al aumentar la LC aumentan IE1 y IE3, por el contrario al aumentar la LC disminuyen IE2 y IE4. Sin embargo si la FC aumenta, disminuyen todos los índices. También vemos que la LC tiene una correlación muy significativa con el %RR, pero no se ha encontrado significación con este y la FC.

En las correlaciones entre VN con los PA vemos que son muy significativas, así como también lo son entre estos parámetros con LC, IC, con IE1 y IE3, a mayores sean T, E, P, LP y LM, mayor será la VN, el IC, IE1 y IE3. Entre los PA y el TN la correlación también es muy significativa, pero esta es inversa, si los PA aumentan el TN disminuye. No se han encontrado correlaciones significativas entre los PA y los IE 2 y 4, ni con el %RR y la FC.

Tabla 7. Correlaciones

		T	P	E	LP	LM	TN	VN	LC	FC	IC	IE1	IE2	IE3	IE4	%RR
T	CP		,720**	,907**	,567**	,788**	-,536**	,549**	,520**	-,116	,599**	,365**	,068	,382**	,025	,146
	Sig.		,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,317	,000	,001	,561	,001	,834	,208
P	CP			,703**	,528**	,623**	-,418**	,442**	,469**	-,146	,523**	,346**	,042	,377**	-,025	,079
	Sig.			,000	,000	,000	,000	,000	,000	,207	,000	,002	,716	,001	,833	,497
E	CP				,522**	,849**	-,564**	,580**	,478**	-,058	,587**	,308**	,098	,399**	-,070	,216
	Sig.				,000	,000	,000	,000	,000	,621	,000	,007	,399	,000	,546	,061
LP	CP					,605**	-,313**	,319**	,410**	-,211	,413**	,299**	,045	,308**	,013	,138
	Sig.					,000	,006	,005	,000	,068	,000	,009	,698	,007	,914	,236
LM	CP						-,478**	,503**	,441**	-,071	,532**	,300**	,077	,367**	-,052	,178
	Sig.						,000	,000	,000	,540	,000	,009	,510	,001	,652	,123
TN	CP							-,995**	-,596**	-,199	-,864**	-,796**	,764**	-,830**	,830**	-,759**
	Sig.							,000	,000	,085	,000	,000	,000	,000	,000	,000
VN	CP								,591**	,207	,868**	,790**	-,751**	,828**	-,819**	,762**
	Sig.								,000	,073	,000	,000	,000	,000	,000	,000
LC	CP									-,658**	,911**	,895**	-,337**	,895**	-,361**	,368**
	Sig.									,000	,000	,000	,003	,000	,001	,001
FC	CP										-,296**	-,342**	-,297**	-,316**	-,316**	,221
	Sig.										,009	,003	,009	,005	,005	,055
IC	CP											,949**	-,583**	,968**	-,630**	,604**
	Sig.											,000	,000	,000	,000	,000
IE1	CP												-,714**	,983**	-,701**	,620**
	Sig.												,000	,000	,000	,000
IE2	CP													-,688**	,951**	-,753**
	Sig.													,000	,000	,000
IE3	CP														-,731**	,651**
	Sig.														,000	,000
IE4	CP															-,805**
	Sig.															,000
%RR	CP															
	Sig.															

Nota: Tiempo (T). Peso (P). Envergadura (E). Longitud del pie (LP). Longitud de la mano (LM). Tiempo de nado (TN). Velocidad de nado (VN). Longitud de ciclo (LC). Frecuencia de ciclo (FC). Índice de ciclo (IC). Índice de eficacia 1 (IE1). Índice de eficacia 2 (IE2). Índice de eficacia 3 (IE3). Índice de eficacia 4 (IE4). Porcentaje respecto al record de España (%RR). Correlación de Pearson (CP). Significación (Sig.). El coeficiente de Pearson nos marca la fuerza de la relación entre las variables, esta será más fuerte cuanto más se aleja de 0, los signos + y - nos marcan la dirección de dicha relación. **La relación es significativa a nivel 0,01. * La relación es significativa a nivel 0,05.

7. Discusión

Para la realización de la discusión se seguirá la misma estructura que en el apartado de resultados.

7.1 Índices de eficacia y porcentajes del record de España respecto al sexo, las categorías y los niveles

Como se dijo anteriormente, no se han encontrado diferencias significativas entre sexos tanto al comparar los IE ni al comparar el %RR, por tanto no hay diferencias en la eficacia de nado al comparar a chicos y chicas. Esto indica que los índices pueden ser útiles para comparar entre diferentes nadadores con indiferencia de su sexo (Rodríguez, 2005)

Los resultados obtenidos indican que las categorías superiores tienen mejores índices de eficacia, lo cual puede deberse al mayor tiempo de práctica, lo que conlleva la automatización de la técnica que permite realizar las pruebas con mayor rapidez, economía y eficacia (Hernández, 2006). La pubertad será el periodo más importante de desarrollo de la fuerza y es a partir de este cuando se puede observar el incremento de esta capacidad, que será relevante en el rendimiento sobretodo en ciertos momentos de la prueba de 50m (Cancela y Ramírez, 2001).

7.2 Parámetros del nado respecto al sexo, las categorías y los niveles

En lo que se refiere a la VN, a la LC y al IC que relaciona a las anteriores, vemos que los chicos son más veloces, tienen mayor IC y LC que las chicas y estos a demás se encuentran por encima de la media del total de la muestra, así como las chicas se encuentran por debajo, además también se puede comprobar que la FC entre chicos y chicas es la misma. Al comparar el TN vemos como se encuentra por debajo de la media en los chicos y las chicas están por encima. Lo que indica que las chicas tienen menor VN y LC y mayor TN, esto puede deberse a que los chicos tienen mayor fuerza muscular y una mayor LC, lo que conduce a una mayor fase de empuje subacuática lo que conlleva a un mayor desplazamiento de los nadadores (Arellano, García, Gavilán, y Pardillo, 2002; Arellano y Morales, 2005).

Tanto los datos vistos anteriormente sobre la LC como los de la FC se corresponden con lo que comentan Arellano et al. (2007) sobre estos dos parámetros en cuanto al sexo, ligando esto con lo que se comentará a continuación, decir que también estamos en la línea de los resultados en Arellano y Morales (2005) quienes añaden que la FC tiende a estabilizarse y esta no se ve influida por la edad ni por el nivel de aprendizaje de los nadadores.

Al observar las comparaciones entre la categoría superior con respecto a las inferiores como muestra la Tabla 5 comprobamos que diferencias entre todos los PN excepto entre la FC, puede ser consecuencia, según Vorontsov y Binevsky (2003), de las diferencias de edad entre los grupos y por tanto al nivel de desarrollo de la fuerza, la potencia y la capacidad anaeróbica.

Los nadadores de NN tienen una media de velocidad mayor con respecto a los nadadores de NP y NT, también tienen menores TN con respecto a estas categorías, lo que era predecible ya que para competir a mayor nivel estos nadadores tienen que hacer mejores tiempos.

7.3 Correlaciones

En lo que respecta al TN decir que muestra correlación muy significativa tanto con los PN como con los PA, esta es una relación inversa, lo que quiere decir que a medida que aumenta cualquiera de estos parámetros disminuye el TN.

La VN muestra una correlación muy significativa con la LC, a medida que aumenta la VN aumenta la LC, no se han encontrado correlaciones significativas entre la VN y la FC. Como exponen Arellano y Morales (2005) las relaciones entre la FC, la LC y la VN son marcadores de la técnica de nado, además también De Aymerich y Gibelalde (2005) comentan que el aumento y el descenso de la VN son el resultado de las variaciones entre la FC y la LC. Por lo que con lo visto en este apartado y para este grupo concreto de nadadores, para conseguir mejoras en la VN se tendría que influir principalmente en la LC. Además se puede ver que la correlación es muy significativa entre la LC y la FC, a medida que aumenta la FC disminuye la LC, esto es que cuando aumenta el número de ciclos de brazadas en 25m, disminuye la longitud que se alcanza con cada ciclo de brazos, esto puede conllevar a una disminución de la eficacia y a un incremento de la fatiga en la prueba y por tanto a una disminución de la VN (Arellano et al., 2002).

Las correlaciones entre la LC y todos los IE así como también con el IC y con el %RR son muy significativas, si aumenta la LC aumenta el IC, el IE1, el IE3 y el %RR, en lo que se refiere al IE2 y al IE4 estos disminuyen si aumenta la LC. Todo ello indica que el aumento de la LC tendrá como resultado un aumento de la eficacia del nado.

La correlación que se muestra entre el IC con todos los IE y el %RR se ve que es muy significativa y que a medida que si aumenta el IC aumentan los IE, excepto en los IE2 y IE4, lo que significa que si aumenta el IC aumenta la eficacia del nado, ya que según Costill et al. (1985) el IC es un indicador de eficiencia y de economía de ciclo, ya que es el producto de la

LC y de la VN, que como se puede ver estas dos variables tienen el mismo tipo de correlación que el IC con los IE y el %RR.

8. Conclusiones

Para finalizar este trabajo se van a comentar las conclusiones a las que se ha llegado tras su realización, estas pueden ayudar tanto a los entrenadores como a los nadadores a la hora de lograr un mayor rendimiento durante la temporada.

1º/ Como se ha visto no se han encontrado diferencias entre sexo, pero si se encontraron al comparar el nivel competitivo en todos los índices, también al comparar entre las categorías superiores y las inferiores, aunque entre categorías solo en los índices 1 y 3. En el porcentaje respecto al record de España únicamente se encontraron diferencias significativas al comparar a los nadadores de los niveles provincial y territorial con respecto a los de nivel nacional. Además al comparar los PN entre chicas y chicos vemos que estas presentan menores VN, TN, IC y LC con respecto a los chicos, y como se ha visto no se encontraron diferencias entre ambos sexos al analizar los diferentes índices. Por tanto, se proponen estos indicadores como parámetros más realistas y veraces del nivel de los deportistas a la hora de establecer comparaciones, ya que su utilización resulta de mayor interés y aportan mucha más información que el mero registro temporal de la prueba.

2º/ Ni el sexo, ni la categoría, ni el nivel competitivo han resultado determinantes en la FC. También se ha comprobado que la LC guarda relación con el resto de variables, por lo que podemos afirmar que si se mantiene la FC y se aumenta el resto de variables aumentará. Si se atiende a la velocidad que es el producto de la FC y la LC, vemos el entrenamiento de la LC es la clave para conseguir aumentar la velocidad y por tanto el rendimiento de los nadadores en la prueba.

Como conclusión final, los análisis realizados sobre los índices de eficacia, podrán servir al entrenador para poder valorar a sus nadadores en las mismas condiciones, permitiéndole conocer en relación a otros nadadores su eficacia en el momento en que se aplican estos índices, añadir que mediante el porcentaje podrá conocer cuál es su posibilidad de mejora con respecto a la mejor marca para su edad. Además, se ha visto que si se trabajara en los entrenamientos la mejora de la LC se podría aumentar el rendimiento de los nadadores. Por tanto los análisis realizados para desarrollar este trabajo pueden ser una referencia a tener en cuenta en la planificación de los entrenamientos y para valorar la forma de los nadadores en un momento determinado de la temporada.

9. Aplicaciones y valoración personal

Estos índices pueden servir para llevar a cabo una valoración del nivel técnico de los nadadores, con ellos se puede conocer de forma más detallada el nivel de forma de cada nadador en relación a otros deportistas, aportando más información que un mero parámetro temporal, entendiéndose el estado de forma. El porcentaje con respecto al record es una referencia que indica la mejora que podría llegar a conseguir el nadador respecto a la mejor marca alcanzada para su edad y sexo, lo que nos permite ver cuán lejos o cerca se encuentra el nadador respecto a la mejor marca conseguida en España. Con estos índices se puede conocer de forma rápida y sencilla tanto el nivel de forma del nadador como su evolución a lo largo de la temporada si este análisis se realizase en diferentes momentos de la misma, así como también se podría ver la evolución acerca de los parámetros antropométricos y cinemáticos de los nadadores en el tiempo.

10. Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

Como limitaciones decir que la muestra no era totalmente homogénea en cuanto a edad, categoría y nivel, aun así los resultados obtenidos han sido los esperados. Lo ideal para la realización de las mediciones hubiese sido contar con varios observadores, lo cual hubiese reducido el % de error, asumible siempre en pruebas de cronometraje manual como ha sido el caso.

Tomar otras medidas antropométricas, como pliegues y perímetros, para conocer la composición corporal del nadador podrían ser de utilidad, ya que podrían influir en la eficacia de los nadadores, también servirían para ver la evolución de estas con el entrenamiento si se repiten las mediciones.

Podría ser de gran interés realizar una investigación similar a este TFG, tomando como muestra a dos grupos, uno formado por especialistas puros de la prueba de 50m y otro formado por nadadores de la misma categoría de edad no especialistas en la prueba.

11. Referencias

Alsina, G. (2007). Juegos Olímpicos: Saint Louis – 1904. Recuperado de: <http://www.notinat.com.es/VerNoticia.asp?id=978> [25/06/2016]

Arellano, R. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento y la técnica*. Tesis doctoral. Instituto Nacional de Educación Física de la Universidad de Granada, Granada.

- Arellano, R., Ballius, X., y Escoda, P. (2007). Campeonato del Mundo de Natación: Características Técnicas de las Pruebas de 50 m. *NSW: Natación, saltos/sincro, waterpolo*, 2, 39-44.
- Arellano, R., De Aymerich, J., Sanchez, J. A., y Ribera, J. (1993). *Análisis de la actividad competitiva en natación*. FINA Short Course (25 m). World Championships. Mallorca: FEN.
- Arellano R., García F., Gavilán A., y Pardillo S. (2002). *Estudio de los resultados de la competición en las pruebas de estilo libre en los campeonatos de España absolutos de natación 1999 y 2000*. Facultad de la Actividad física. Universidad de Granada.
- Arellano, R. y Morales, E. (2005). Análisis de las diferencias cuantitativas de la técnica entre los alumnos de una escuela de la natación. *Apunts: Educación física y deportes*, 79, 49-58.
- Camarero, S., Moreno, J. A., y Tella, V. (1994). Entrenamiento del ritmo en infantiles y juniors. *XIV Congreso de la Asociación Española de Técnicos de Natación*. Zaragoza: AETN.
- Camiña, F. (1993). *Natación 3. Técnica de la Natación*. A Coruña: Centro de documentación y ediciones deportivas Instituto Nacional de Educación Física de Galicia.
- Cancela, J.M., Camiña, F., Lorenzo, R. y Pariente, S. (2008). *Tratado de natación: de la iniciación al perfeccionamiento*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Cancela, J. M., & Ramírez, E. (2001). El entrenamiento de la fuerza en nadadores. Criterios a tener en cuenta para su desarrollo. *Revista digital EF deportes*, 7(37). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd37/fzanat.htm> [25/06/2016]
- Canda, A. S. (2012). *Variables antropométricas de la población deportista española*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Cejuela, R. (2006). Análisis de la natación: el índice de eficacia. *Sport Training Magazine*, 9, 24-27.
- Costill, D. L., Kovalski, J., Porter, D., Fielding, R. y King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: prediction in middle distance events. *International Journal of Sport Medicine* (6), 266-270
- De Aymerich, J. y Guibelalde I. (2005). Análisis de la competición en natación. *I Congreso Virtual de investigación en la Actividad Física y el Deporte*, 1-13. Vitoria-Gasteiz: Instituto Vasco de Educación Física.

FINA. (2016) *FINA 25m pool WORLD RECORDS*. Recuperado de: http://www.fina.org/sites/default/files/wr_25m_feb_10_2016.pdf [25/06/2016]

Hernández, T. (2006). Situaciones de entrenamiento en función de las exigencias atencionales que necesita la natación deportiva. *NSW: Natación, saltos/sincro, waterpolo*, (1), 38-44.

Kent, M. (2003). *Diccionario Oxford de medicina y ciencias del deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

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

Llana, S., Soriano, Pérez, P., del Valle, A., y Sala, P. (2012). Historia de la natación II: desde el Renacimiento hasta la aparición y consolidación de los actuales estilos de competición. *Citius, altius, fortius: humanismo, sociedad y deporte: investigaciones y ensayos*, 5(1), 9-43.

Platonov, V.N y Fessenko, S.L. (1994). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial del Estado*. Última modificación 3 de junio de 2016, núm. 260

Reyes, R. (1998). *Evolución de la natación española a través de los Campeonatos de España de natación de invierno y de verano desde 1977 a 1996*. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria.

RFEN. (2016). *Records de España – Piscina de 25 metros – A 16 de febrero de 2016*. Recuperado de: <http://www.rfen.es/publicacion/ficheros/espana25.pdf> [25/06/2016]

RFEN. (2014). *Reglamento de natación 2013-2017*. Recuperado de: [http://www.rfen.es/publicacion/userfiles/Reglamento%20tecnico%20Natacion%202013-2017%20-%20ESPANOL-INGLES-%20Enero%202015\(2\).pdf](http://www.rfen.es/publicacion/userfiles/Reglamento%20tecnico%20Natacion%202013-2017%20-%20ESPANOL-INGLES-%20Enero%202015(2).pdf) [25/06/2016]

Rodríguez, A. (2005). Análisis de la eficacia en nadadores según aspectos antropométricos: el Índice de Eficacia. *Comunicaciones técnicas*, 2, 3-8.

Sanchez, R. (2014). Entrenar despacio para nadar deprisa. *Natación progresiva*. Recuperado de: <http://www.natacionprogresiva.com/entrenardespacioparanadardeprisa.html> [25/06/2016]

Strzala, M., y Tyka, A. (2009). Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Medicina Sportiva*, 13(2), 99-107.

Seyfried, D. (2007). Better coaching of elite swimmers with the applied use of optimal individual stroke rate parameters. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(1), 144-147.

ULE. (2016). Guía docente de la Asignatura TFG. Recuperado de: https://guiadocente.unileon.es/docencia/guia_docent/doc/asignatura.php?asignatura=1402048yany_academic=2016_17yidioma=castydoc=N [25/06/2016]

ULE, (2016). Normativa para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado en los Estudios de Grado de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León. Recuperado de: <http://www.fcafd.unileon.es/documentos/NormativaTrabajosFindeGrado.pdf> [25/06/2016]

Vorontsov, A. y D. Binevsky (2003). Swimming speed, stroke rate and stroke length during maximal 100 m freestyle of boys 11-16 years of age. *Biomechanics and medicine in swimming XI*. J.-C. Chatard. Saint-Etienne, Université de Saint-Etienne. 9, 195-200.

12. Anexos

12.1. Consentimiento

INFORME DE CONSENTIMIENTO PARA EL ESTUDIO “EFICACIA EN LA PRUEBA DE 50 METROS EN NATACIÓN”

LEA la siguiente información y asegúrese de que comprende perfectamente el objetivo de esta investigación y su intervención en la misma, rellene y firme en caso de estar de acuerdo en participar en la misma:

De manera resumida, el presente estudio pretende analizar la eficacia de nado en la prueba de 50 metros libres, comparando a diferentes nadadores pertenecientes a la misma categoría, basándose en parámetros antropométricos y del nado.

PROCEDIMIENTOS a seguir en la realización de la investigación

Tras la toma de las medidas antropométricas y del calentamiento, se realizará la prueba de 50 metros estilo libre a la máxima velocidad posible, pudiendo realizarse únicamente al estilo crol, ya que es el estilo utilizado normalmente en este tipo de pruebas. La prueba podrá ser grabada en vídeo para la toma de datos posterior.

Se realizarán una serie de mediciones sobre los parámetros antropométricos (talla, peso, envergadura, longitud del pie y de la mano) y los parámetros del nado en la prueba la prueba de 50 metros (tiempo y frecuencia de ciclo). También se recogerá mediante un cuestionario una serie de datos sobre el entrenamiento de los nadadores. Éstas medidas servirán para obtener datos sobre la eficacia y poder así comparar a los nadadores.

BENEFICIOS

Se espera que los resultados y los datos recogidos proporcionen un potencial beneficio, ya que proporcionan información significativa que podría utilizarse de cara a la planificación del entrenamiento deportivo y para valorar el rendimiento del deportista con el entrenamiento. Los resultados del trabajo serán de interés científico y serán comunicados a todos los participantes, siempre y cuando no se haya manifestado con anterioridad y por escrito el deseo de no recibir este tipo de información.

GASTOS

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

CONFIDENCIALIDAD

Se garantiza la confidencialidad, en el tratamiento de los datos de los participantes, respetando las medidas de seguridad exigidas en la legislación vigente. Los investigadores del estudio podrán tener acceso a los resultados obtenidos, que podrán publicarse en revistas científicas sin que consten sus datos personales.

CONSENTIMIENTO

Después de haber leído y comprendido el objetivo del estudio, así como de resolver las dudas que pudieran haber surgido, el participante con nombre y apellidos

_____ da su conformidad para participar en el estudio. En caso de ser menor de edad su padre, madre o tutor _____ autoriza la realización de éste.

En _____ A día _____ de _____ de 2016

FIRMA:

Participante

Padre, Madre o Tutor

Responsable que informa

D./Dña _____

D./Dña _____

D./Dña _____

12.2 Cuestionario

Nombre y apellidos: _____ Código:

CUESTIONARIO PARA NADADORES

El presente cuestionario forma parte del Trabajo de Fin de Grado de Silvia García Martín, Eficacia en la Prueba de 50 metros en Natación. Su objetivo es establecer una serie de referencias individuales y colectivas para comparar los resultados obtenidos en la prueba de 50 metros crol.

Instrucciones: lea atentamente las preguntas y cuestiones relacionadas con la práctica deportiva de la natación. Contesta con un número entero a las preguntas y marca con una X donde corresponda. Si tienes alguna duda pregunta a tu entrenador.

INFORMACIÓN GENERAL	
1. ¿Cuál es tu edad?	
2. Sexo	Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>
3. Categoría	Benjamín <input type="checkbox"/> Alevín <input type="checkbox"/> Infantil <input type="checkbox"/> Cadete <input type="checkbox"/> Junior <input type="checkbox"/> Absoluto joven <input type="checkbox"/> Absoluto <input type="checkbox"/>
4. Nivel	Regional <input type="checkbox"/> Territorial <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/>

ENTRENAMIENTOS	
5. ¿Cuántas temporadas llevas practicado natación? (Incluye la actual)	
6. ¿Cuántas temporadas llevas compitiendo? (Incluye la actual)	
7. ¿Cuántos días entrenas a la semana?	
8. ¿Cuántas horas entrenas a la semana en el agua?	
9. ¿Cuántas horas entrenas a la semana en seco?	

ESPECIALIDAD	
10. ¿Qué tipo de nadador te consideras?	Velocista <input type="checkbox"/> Medio Fondista <input type="checkbox"/> Fondista <input type="checkbox"/>
11. ¿En qué prueba/s crees que tienes un mayor rendimiento?	<input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 200 <input type="checkbox"/> 400 <input type="checkbox"/> 800 <input type="checkbox"/> 1500
12. ¿Cuál consideras que es tu mejor estilo?	Libre <input type="checkbox"/> Mariposa <input type="checkbox"/> Braza <input type="checkbox"/> Espalda <input type="checkbox"/> Estilos <input type="checkbox"/>

13. ¿En el estilo crol consideras que tienes un buen rendimiento?

Sí

No

12.3 Tablas de recogida de datos

Nombre y apellidos: _____ Código:

PARÁMETROS DEL NADO		
Tiempo total (50m)	Frecuencia de ciclo 1 (25m)	Frecuencia de ciclo 2 (50m)

PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS				
Talla (m)	Peso (Kg)	Envergadura (m)	Longitud del pie (cm)	Longitud de la mano (cm)

12.4 Tablas resumen de los records de España en la prueba de 50m libres a 15 de febrero. (Modificado de RFEN).

RECORDS Y MEJORES MARCAS NACIONALES EN LA PRUEBA DE 50M LIBRES A 15 DE FEBRERO DE 2016 – PISCINA DE 25 M - MASCULINO							
	Record Nacional	18 años	17 años	16 años	15 años	14 años	13 años
Marca	21.26	22.35	22.32	22.12	23.35	24.28	25.24
Nadador	Rafael Muñoz	Aitor Martínez	Aitor Martínez	Aitor Martínez	Aitor Martínez	Joan Casanovas	Hugo González
Club	Navial	SEK-Sierra Oeste	SEK-Sierra Oeste	SEK-Sierra Oeste	SEK-Sierra Oeste	C.N. Sabadell	C.D. Covibar Rivas

RECORDS Y MEJORES MARCAS NACIONALES EN LA PRUEBA DE 50M LIBRES A 15 DE FEBRERO DE 2016 – PISCINA DE 25 M - FEMENINO							
	Record Nacional	17 años	16 años	15 años	14 años	13 años	12 años
Marca	24.80	24.89	25.49	26.17	26.04	26.50	27.74
Nadadora	Fátima Gallardo	Fátima Gallardo	Fátima Gallardo	Laura Gálvez	Fátima Gallardo	Nadia González	Tope
Club	C.N. Sabadell	C.N. Badajoz	C.N. Badajoz	C.N. Sant Andreu	C.N. Badajoz	R. Canoe N.C.	RFEN