

# *Trabajo Fin de Grado.*

## **Estudio piloto sobre el efecto del entrenamiento de dominadas en la prueba 50 metros libres en nadadores de nivel autonómico.**

Pilot study about the pull-up training effect on the  
50 freestyle test in regional level swimmers.

**Autor/es.** Carlota Pardo Atarés

**Tutor.** Sebastian Jan Sitko Sarna

**Fecha de presentación.** 08/06/2023



## **Resumen.**

El objetivo de este estudio fue observar la influencia de las dominadas en la prueba de 50 metros libre en nadadores de nivel autonómico. Para ello se utilizó una muestra de 8 nadadores, hombres y mujeres, de diferentes categorías que competían a nivel autonómico. La intervención duró 7 semanas en las que se incluyó el ejercicio de dominadas al entrenamiento de fuerza habitual de estos deportistas. Para observar la posible mejora del rendimiento, se realizaron 4 test al comenzar y al finalizar la intervención. En estos test los sujetos tuvieron que realizar 3 dominadas a la máxima velocidad, 30 segundos en los que debían ejecutar el máximo número de dominadas posibles, 15 metros de nado crol a la máxima potencia partiendo desde dentro de la piscina y sin impulso, y por último 50 metros crol a la máxima velocidad. Tras el análisis estadístico observamos que al finalizar la intervención los nadadores mejoraron la prueba de 50 metros libre, siendo muy determinante la mejora adquirida en el primer parcial de 25 metros.

## **Palabras clave.**

Rendimiento en natación, entrenamiento de fuerza, fuerza-explosiva, resistencia a la fuerza explosiva,

## **Abstract.**

The aim of this study was to observe the influence of pull-ups on the 50-meter freestyle test in regional level swimmers. For this purpose, a sample of 8 swimmers, both male and female, from different categories competing at the regional level was used. The intervention lasted for 7 weeks, during which pull-ups were included in the regular strength training of these athletes. To assess the potential improvement in performance, 4 tests were conducted at the beginning and end of the intervention. In these tests, the subjects had to perform 3 pull-ups at maximum speed, spend 30 seconds executing the maximum number of pull-ups possible, swim 15 meters freestyle at maximum power starting from inside the pool without any push-off, and finally swim 50 meters freestyle at maximum speed. After the statistical analysis, it was observed that at the end of the intervention, the swimmers improved their performance in the 50-meter freestyle test, with the improvement acquired in the first 25 meters being particularly influential.

## **Keywords.**

Swimming performance, strength training, explosive strength, resistance to explosive strength.

## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
1.1. <i>Estudios sobre el efecto de las dominadas en nadadores.....</i>	<b>14</b>
<b>2. Objetivos e hipótesis de la investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Metodología.....</b>	<b>17</b>
3.1. <i>Participantes.....</i>	<b>17</b>
3.2. <i>Diseño del estudio.....</i>	<b>18</b>
3.3. <i>Variables y medidas.....</i>	<b>22</b>
3.4. <i>Procedimiento.....</i>	<b>23</b>
3.5. <i>Análisis de datos .....</i>	<b>25</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>27</b>
4.1. <i>Descripción de la muestra.....</i>	<b>27</b>
4.2. <i>Resultados de 3 dominadas a la máxima velocidad.....</i>	<b>27</b>
4.3. <i>Resultados de la realización de dominadas durante 30 segundos.....</i>	<b>30</b>
4.4. <i>Resultados de las pruebas en piscina.....</i>	<b>32</b>
<b>5. Discusión.....</b>	<b>34</b>
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>41</b>
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>42</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>50</b>
<b>9. CEICA, documento de información para el deportista y consentimientos informados.....</b>	<b>52</b>

## 1. Introducción.

La natación se entiende como la “destreza del ser humano para desplazarse en un medio líquido, el agua, gracias a las fuerzas propulsivas que produce con los movimientos de los miembros superiores, inferiores y cuerpo, que le permiten superar las resistencias que se oponen al avance” (Saavedra et al., 2003).

La natación competitiva es un deporte único, que se asocia a la capacidad del deportista de completar una distancia determinada en el menor tiempo posible (Willems et al., 2014). Para Arellano, (1992) la natación competitiva es la “actividad en la que el ser humano practica un deporte olímpico reglamentado con el objetivo de desplazarse de la forma más rápida posible en el agua, gracias a las fuerzas propulsivas que genera con los movimientos de los miembros superiores, inferiores y cuerpo, que le permiten vencer las resistencias que se oponen al avance del nadador”.

Este deporte se compone por 4 estilos, que pueden nadarse de forma individual o de forma combinada. En todos ellos, el éxito está determinado por la capacidad de generar fuerza de propulsión a la vez que se debe reducir las resistencias del nadador al avanzar hacia delante, además se incluyen fuerzas de arrastre activas, fuerzas de propulsión efectivas y la eficiencia de la propulsión y la potencia en la salida (Toussaint & Beek, 1992)

El estilo mariposa se define como el “*desplazamiento del nadador en el agua con una posición ventral y movimiento simultáneo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, a la vez que se realiza una ondulación de todo el cuerpo que coordinada con los miembros superiores permite la respiración*” (Raúl Arellano, 1992). El nadador debe llevar los dos brazos al frente de forma simultánea y dirigirlos hacia atrás juntos, simultánea y simétricamente, a la par que mantiene de frente con los hombros paralelos

a la superficie del agua (Peña Chavez et al., 2013). En este estilo los pies se mueven de forma simultánea acompañados de movimientos ondulatorios de las piernas (Peña Chavez et al., 2013).

El estilo espalda se basa en el *“desplazamiento del nadador con una posición dorsal del cuerpo y un movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, las primeras con una circunducción completa y las con un batido, a la vez que se realiza un giro en el eje longitudinal”* (Raúl Arellano, 1992). Para el nado a espalda debe haber una propulsión continua, una vez que un brazo comienza la fase de tracción el otro debe estar terminando la fase de empuje, a la vez que se da el movimiento alterno de los pies (Maglischo, 2003)

El estilo de braza se considera como el *“desplazamiento en posición ventral a la vez que se da un movimiento simultáneo, simétrico y coordinado de las extremidades superiores, con una trayectoria circular, e inferiores, con una patada, este movimiento se realiza simultáneo con un ascenso y descenso de hombros y caderas que permite la respiración”* (Raúl Arellano, 1992). Durante el nado braza hay fluctuaciones en la velocidad intraciclo, debido a una mayor oposición del medio al avance del cuerpo en forma de resistencias (Kolmogorov et al., 1997).

Por último, el estilo crol supone *“el desplazamiento con una posición decúbito prono del cuerpo y un movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores, con una circunducción completa, e inferiores, con un batido, a la vez que se coordina con una rotación de la cabeza para conseguir la respiración”* (Raúl Arellano, 1992). Este estilo se considera el más rápido y eficaz de los cuatro estilos. Para (Maglischo, 2011), al igual que la mariposa está determinado por la posición del cuerpo, la acción de piernas y de brazos, la respiración y la coordinación del estilo completo. Este estilo también se

denomina estilo libre, debido a que en las pruebas con esta denominación es el nadador el que decide a que estilo nadar, salvo en las pruebas de individuales de estilos o en los relevos en las que siempre se debe nadar a crol (Cuartero, 2010). En este estilo la acción de brazos se divide en diferentes fases: entrada, agarre, tirón, empuje y recobro (Leguísamo, 2016) y la acción de piernas se inicia desde la cadera, como si fuese un movimiento de látigo, manteniendo las rodillas casi estiradas, con las piernas cerradas y juntas.

Las pruebas que se permiten realizar en la natación competitiva van desde los 50 a los 1500 metros, se caracterizan por la realización de los diferentes estilos nombrados, ya sea de forma única o como combinación de estilos. Las pruebas permitidas en el actual programa olímpico son 50m, 100m, 200m, 400m, 800m y 1500m a estilo libre, 50m, 100m y 200m a espalda, braza y mariposa, 100m, 200m y 400m estilos, que combinan mariposa, espalda, braza y crol. Además, también están incluidas las pruebas de relevos por equipos, que van desde los 4x50 a los 4x200.

Este estudio se centrará únicamente en la prueba de 50 metros libres, nadada al estilo crol en piscina de 25 metros. Este estilo es el más rápido y el tiempo total de la prueba, según Arellano et al., (1994) está determinado por el tiempo de salida, el tiempo de nado, el tiempo de viraje y el tiempo de llegada.

Esta prueba, y la natación en general está basada en parámetros de flotación, equilibrio, estabilización, respiración, resistencias al avance, acciones tendentes al desplazamiento y aspectos energéticos (Chollet, 2003).

El principal objetivo de la *salida* es alcanzar la mayor distancia horizontal en el menor tiempo posible, siendo (Gómez et al., 2010) en esta prueba es uno de los factores del

rendimiento más determinantes llegando a cubrirse con ella un 30% de la distancia total de la prueba (Bishop et al., 2013). Siendo está determinada por el tiempo de reacción, que depende de las capacidades neuromusculares, la potencia de salto y la habilidad para desplazarse a una alta velocidad durante el deslizamiento subacuático (Breed & Young, 2003). Tal y como se expone en el reglamento, el nadador tiene permitido tras cada salida y viraje permanecer 15 metros completamente sumergido, por lo que se favorece en mayor medida la velocidad durante estos metros, debido a que al avanzar por debajo de el nadador no se ve expuesto a la resistencia que ofrece el agua en forma de oleaje (Raúl Arellano et al., 2002).

Respecto al *tiempo de nado*, en el 50m libres los nadadores tienden a seguir un estilo de nado parabólico, además tienen una salida, un desarrollo y un final de prueba muy rápidos, y son capaces de mantener dicha velocidad durante toda la prueba (Robertson et al., 2009). El producto entre la frecuencia de ciclo y la longitud de brazada nos da como resultado la velocidad de nado, la cual se ve influenciada por los diferentes incrementos y descensos de estos dos factores (Gómez et al., 1997).

Tener un dominio de la frecuencia de ciclo y la velocidad permite al atleta ir a una velocidad constante, adaptándose con mayor eficacia a las velocidades utilizadas, disminuyendo el gasto energético y retrasando la fatiga (Seyfried, 2007). Por lo que la velocidad en gran parte está determinada por la capacidad del nadador de generar fuerza máxima a una elevada frecuencia de brazada (frecuencia de brazadas por unidad de tiempo) (Giroid et al., 2007) , de conseguir una óptima longitud de brazada (distancia recorrida en una brazada) (Giroid et al., 2012) y de mantener una correcta posición y una buena técnica durante toda la prueba.



La frecuencia y longitud del ciclo están afectados directamente por factores antropométricos como la estatura, la constitución física, la superficie de los segmentos de propulsión y la capacidad de flotación, los cuales finalmente afectan a la velocidad de nado y al tiempo final de la prueba (Trinidad & Lorenzo, 2012). Además estos nadadores tienen un somatotipo mesomórfico, niveles más bajos de grasa corporal, mayor estatura y masa muscular que los nadadores de resistencia (Strzala & Tyka, 2009).

El viraje en esta prueba de 50 metros libre en piscina de 25 metros pueden llegar a justificar casi el 20,5% del tiempo total de la prueba (Thayer & Hay, 1984). El tiempo en el que se realiza el viraje es de 0,3-0,5s a 1,5, este tiempo es muy determinante ya que está relacionado con la velocidad de salida del viraje y como consecuencia, con la velocidad de la segunda parte de la prueba (Cossor et al., 1999). El tiempo de viraje se podría reducir aplicando una fuerza mayor durante la fase de impulso y reduciendo el tiempo de contacto con la pared durante el giro, lo que llevaría a una reducción del tiempo total de la prueba (Blanksby et al., 1995).

El rendimiento en la última fase de la prueba, la *llegada*, se verá influenciado por la capacidad del nadador de mantener óptimos niveles de potencia, velocidad y técnica en los últimos 10 metros de la prueba (Becerra, 2014).

En natación el deportista transfiere energía cinética al agua, generando fuerza propulsiva la cual representa uno de los factores clave en crol (Caputo et al., 2006). Para Pelot & Darmiento, (2012) la velocidad y la fuerza, entendida como la capacidad del músculo para generar la máxima tensión a una velocidad dada, son factores determinantes en las pruebas de velocidad de natación.

En esta prueba, a pesar de durar una media de unos 28 segundos, el metabolismo aeróbico aporta en torno al 17,8 y 29,1% de la energía necesaria (Ring et al., 1996). Estos mismos autores muestran que la aportación del metabolismo aeróbico se da en la última parte de la prueba, debido a un gran descenso de los niveles de fosfocreatina y a la incapacidad de la glucólisis anaeróbica para producir altas cantidades de ATP.

En este sprint el metabolismo anaeróbico es el responsable de proporcionar ATP en un 84,7%, siendo el sistema anaeróbico láctico el que más energía produce (58,9%) seguido del sistema anaeróbico aláctico (25,8%) (Capelli et al., 1998). Por lo que tal y como expusieron Ring et al., (1996) el sistema glucolítico es el que predomina en esta prueba, comenzando a activarse a los 6 segundos del comienzo de la prueba y siendo fundamental para la refosforilación de la fosfocreatina, que se traduce en una mayor cantidad de ATP.

Debido a las altas demandas del sistema glucolítico se producen elevadas concentraciones de lactato, lo que es responsable de que aparezca la fatiga muscular en las últimas fases de la prueba (Strzala & Tyka, 2009). El lactato disminuye la capacidad de los músculos de producir fuerza, lo que altera la capacidad del nadador de mantener una óptima longitud de brazada y alterando su técnica y mecánica de brazada, que da como resultado una reducción en la velocidad de nado (Trinidad & Lorenzo, 2012).

Parece ser que es la fuerza de las extremidades superiores el factor más influyente de esta prueba, ya que intervienen en mayor medida para generar fuerza propulsiva, que las extremidades inferiores (Girolid et al., 2012). Así que, tal y como dicen Aspenes et al., (2009) una ganancia de fuerza en las extremidades superiores se traduce como un aumento en la longitud de brazada, lo que es un factor clave en el rendimiento de esta prueba.

En natación, en la prueba de 50 metros crol, se presta especial atención a la fuerza máxima, que se dará en contracciones de tipo dinámico, y a la fuerza explosiva, debido a que ambas determinan en gran medida la fuerza de tracción que el nadador desarrolla en el tiempo de nado, además de su influencia en la salida (Farto & Carral, 2003). También, como nombra Aspenes et al., (2009) la fuerza máxima está relacionada con el incremento de la longitud de brazada y como consecuencia con la velocidad, por lo que tiene una relación directa con el rendimiento. Las ganancias de fuerza dinámica máxima en el nadador producen que este emplee menos esfuerzo al aplicar fuerza, retrasando la aparición de fatiga y pudiendo mantener con facilidad los valores óptimos de fuerza y potencia durante más tiempo, así que será un factor determinante en la llega, los últimos 10 metros de la prueba (Becerra, 2014).

El objetivo de los nadadores velocistas es llegar a ser lo más potentes posibles, debido a que la potencia es el resultado de trabajo partido de tiempo, por lo que a mayor potencia, menor tiempo, así que si consiguen mantener esta potencia durante todo el tiempo que dure la prueba el rendimiento se verá aumentado (Pelot & Darmiento, 2012). Además Dominguez et al., (2012) indican la determinante repercusión que tiene la generación de potencia en la velocidad de nado durante la prueba de 50 metros crol, debido a la relación lineal con la máxima velocidad de nado independientemente de la fatiga o del nivel técnico. A lo que Toussaint et al., (2002) añaden que la potencia permite mantener una longitud de brazada y una velocidad de nado constantes durante toda la prueba.

El estilo crol exige que los nadadores tengan una gran fuerza en acciones de cadena cinética cerrada para mover su propio cuerpo alrededor de un punto de fijación (Ellenbecker & Davies, 2001). Los ejercicios de cadena cinética cerrada se pueden definir como los ejercicios en los que el segmento terminal no puede moverse libremente o esta

restringido. Un ejercicio de fuerza en cadena cinética cerrada muy adecuado para nadadores serían las dominadas y los fondos (Coyne et al., 2015). Siendo las dominadas incluidas a menudo en baterías de test que evalúan el rendimiento físico (Larsson et al., 2015).

En el estudio de Baker & Newton, (2004) respecto a los ejercicios de tracción de las extremidades superiores, confirman que las dominadas con agarre prono son uno de los ejercicios más utilizados y verificador para desarrollar y evaluar la fuerza de tracción de las extremidades superiores. Los autores Kruse et al., (2021) definen las dominadas como un ejercicio que se utiliza para desarrollar la fuerza, la resistencia y la potencia, y se realiza colgándose de una barra recta fija montada en la pared, se realiza utilizando como resistencia el peso corporal mientras se tracciona el cuerpo y la barbilla hacia la barra.

Durante el nado a crol en la fase de inicio, el músculo encargado de fijar y estabilizar la escápula es el romboides (Heinlein & Cosgarea, 2010). También trabajan en esta fase el músculo redondo menor, seguido de la activación del pectoral (Martens et al., 2015).

Al comenzar la fase de empuje el primer músculo responsable de generar el movimiento es el pectoral mayor, luego suma el redondo menor y el dorsal ancho, para así trabajar los tres juntos (Krishnan et al., 2004). Además, en esta fase, se co-activan los músculos bíceps y tríceps braquial para estabilizar la articulación del codo (Lauer et al., 2013). El flexor y extensor cubital del carpo también muestran grandes picos de activación durante esta fase y, la muñeca se encuentra fuertemente fijada por los músculos de la mano y el antebrazo, que permiten transmitir la fuerza de la extremidad hacia el cuerpo con el fin de moverse hacia delante (Caty et al., 2007). En la fase intermedia y final del empuje participan el serrato anterior, el pectoral mayor y el dorsal ancho, con el fin de mover el

cuerpo hacia delante, pero en la fase final, el dorsal ancho aumenta su actividad para extender el brazo (Heinlein & Cosgarea, 2010).

En la última fase del empuje el deltoides posterior y medio, junto con el supraespinoso llevan el húmero hacia la extensión y a abducción. Esta secuencia sigue con la activación del deltoides posterior que extiende el brazo, el deltoides medio que lo abduce y el deltoides anterior que flexiona el hombro para que la mano pueda nuevamente entrar al agua (Heinlein & Cosgarea, 2010). Además se da un alto nivel de co-activación del bíceps y tríceps braquial, antes de que la mano entre en el agua, actuando para controlar su velocidad de movimiento justo antes de su entrada en el agua (Lauer et al., 2013).

Por último, en la fase de recobro, el deltoides y los músculos del manguito rotador son determinantes para reposicionar el brazo y continuar con el ciclo (McLeod, 2009).

La mayoría de estos músculos nombrados son también utilizados en las dominadas; el dorsal ancho, encargado de realizar el movimiento de tirón para conseguir pasar la barbilla por encima de la barra; el redondo mayor y menor para ayudar al dorsal ancho a realizar el movimiento del tirón; el bíceps que también trabaja conjuntamente con el dorsal; el bíceps braquial, debido a que los antebrazos también tienen una gran implicación; el trapecio que sostiene gran parte del peso; el deltoides; el pectoral que sirve de ayuda del dorsal ancho. Además el agarre en pronación tiene una mayor transferencia a la biomecánica del estilo crol (Kruse et al., 2021), además hay una mayor activación del trapecio medio (Youdas et al., 2010) y del dorsal ancho (Raizada et al., 2019)

Así que, la musculatura utilizada durante la prueba de 50 metros crol y la musculatura utilizada durante las dominadas con agarre prono es prácticamente la misma, siendo el músculo dorsal ancho el principal que se activa durante las dominadas y durante el nado

(Martens et al., 2015). Por lo que de acuerdo con Morouco et al., (2012) se podría utilizar este ejercicio como predictor del rendimiento de natación y así mismo se podría realizar para desarrollar adaptaciones al entrenamiento.

### ***1.1. Estudios sobre el efecto de las dominadas en nadadores.***

Aunque no hay mucha literatura científica sobre la relación entre el rendimiento en las dominadas y el rendimiento en natación, encontramos los siguientes artículos que tratan esta temática:

En el estudio de Storck, (2017) evaluaron la correlación entre el press de banca, las dominadas y el rendimiento en la prueba de 400 metros estilo libre se utilizó una muestra de 15 nadadores de unos 18 años. Se observó una gran correlación entre las dominadas y el rendimiento debido a que son más específicas del propio deporte y más similares en cuanto al movimiento que el press de banca.

En el estudio de Pérez et al., (2018) trataron de analizar si el rendimiento en ejercicios en seco como son las dominadas y el CMJ podrían ser predictores del rendimiento en natación con una muestra de 12 nadadores masculinos jóvenes de una media de 19 años. Se mostró que, en las dominadas, el número máximo de repeticiones hasta el fallo no es un buen predictor del rendimiento en natación, pero si lo es el análisis de la mecánica durante este ejercicio y se dio una correlación entre el RM relativo en el ejercicio de dominadas y el rendimiento en natación.

En el estudio de Kruse et al., (2021) trataron de observar si el diferente agarre en las dominadas influye en el rendimiento de los sprints de nadadoras de secundaria La intervención duro 4 semanas y se dividieron a los sujetos en grupo experimental y grupo

control. Observaron que el agarre supino tuvo ligeras mejoras, mayores que el agarre en pronación, por lo que el agarre puede influir en los tiempos de 50 metros libre en nadadoras jóvenes.

En el estudio de Costill et al., (1991) observaron que los test de fuerza y potencia en seco están significativamente relacionados con el rendimiento en las pruebas de velocidad nadadas a crol en nadadores jóvenes. Los autores Sharp & Troup, (1982) también encontraron una fuerte correlación ( $r=0,9$ ) entre la fuerza muscular de las extremidades superiores y el rendimiento en las pruebas de sprint nadadas a crol. Además, de un total de 95 ejercicios de entrenamiento de resistencia en seco utilizados por entrenadores de natación y acondicionamiento de élite, los ejercicios de entrenamiento de resistencia más populares y efectivos fueron las dominadas y las sentadillas (Crowley et al., 2018).

A modo de conclusión podemos observar que la musculatura utilizada durante el nado a crol y la musculatura utilizada durante las dominadas, además, si estas se realizan con agarre prono tienen una mayor similitud al propio movimiento del nado a crol y a mariposa. A lo que se añade que diversos estudios han encontrado una correlación significativa entre las dominadas y el rendimiento en natación. Además, el entrenamiento en seco de la fuerza y la potencia produce mejoras en el rendimiento de los nadadores.

A pesar de ello, hay una incongruencia entre los autores, debido a que los estudios sobre los efectos de las dominadas en nadadores aún son muy escasos y con métodos muy distintos. Así que el objetivo de este estudio será observar si el entrenamiento de las dominadas puede incrementar el rendimiento de nadadores de nivel autonómico en la prueba de 50 metros a crol, convirtiéndose este ejercicio en un predictor del rendimiento en nadadores.

## 2. Objetivos e hipótesis de la investigación

Tal y como se nombra anteriormente, los estudios que analizan la influencia de las dominadas en el rendimiento de la prueba 50 metros libres son escasos. A lo que se añade que los pocos estudios que hay sobre esta temática son con muestras y métodos muy distintos.

Por ello el objetivo principal de este estudio es observar la influencia de las dominadas en la prueba de 50 metros libre en nadadores de nivel autonómico. Además, a la par que se observa la influencia de este ejercicio en la prueba de 50 metros libre, podremos conocer otros datos interesantes que este ejercicio puede aportar al rendimiento de los nadadores. Estos objetivos secundarios serán los siguientes:

- Conocer la influencia de las dominadas en los 15 primeros metros de una prueba.
- Observar si tras el entrenamiento de estas se mejora en los 15 primeros metros de una prueba.
- Conocer valores de Potencia Media, Velocidad Media, Velocidad máxima, RM y nºmáximo de dominadas en 30 segundos, de cada sujeto, obtenidos durante la realización de dominadas.
- Observar si tras el entrenamiento de las dominadas se producen mejoras en alguno de estos factores.
- Posibilidad de los sujetos de utilizar en su entrenamiento habitual los datos obtenidos en la intervención, tanto los tiempos de las pruebas de nado como los valores de las pruebas de dominadas.

A modo de conclusión, la principal hipótesis de la investigación será verificar la influencia de las dominadas en la prueba de 50 metros crol y en la prueba 15 metros de arrancada a crol en nadadores de nivel autonómico.



### 3. Metodología

#### 3.1. *Participantes.*

Para el estudio se escogieron 11 nadadores de diferentes categorías, 8 masculinos y 3 femeninos, de edades comprendidas entre los 15 y los 26 años, de equipo de natación A.D.Zoiti89.

Antes de ser seleccionados tuvieron que pasar unos criterios de inclusión;

- Pertenecer a la sección de competición del equipo.
- Estar comprometidos con la competición.
- Asistir a los entrenamientos en piscina un mínimo de 3 días a la semana.
- Asistir a los entrenamientos en seco un mínimo de 2 días a la semana.
- Para las mujeres, tener menos de 30 segundos en la prueba 50 metros libre.
- Para los hombres, tener menos de 26 segundos en la prueba 50 metros libre.
- No tener lesiones o molestias que impidan realizar los entrenamientos con regularidad.

Todos los nadadores que decidieron participar en la intervención tras haber pasado los criterios de inclusión aceptaron participar de forma totalmente voluntaria.

La realización del siguiente estudio fue desempeñada en las instalaciones del equipo A.D.Zoiti89, por lo que cualquier posible riesgo fue cubierto por el propio seguro de responsabilidad civil que disponía el propio equipo.

Para la realización del estudio fue necesaria la aprobación del comité ético (CEICA), por lo que el número de permiso para poder llevar a cabo la intervención fue PI23-1619.

### 3.2. *Diseño del estudio.*

La intervención duro 7 semanas desde el miércoles 12 de abril de 2023, hasta el miércoles 7 de junio de este mismo año. Este estudio se basó en incluir el entrenamiento del ejercicio dominadas durante las 2 sesiones de entrenamiento en seco que estos nadadores realizan todas las semanas, por lo que no supuso ninguna modificación en sus sesiones habituales de entrenamiento en seco. El entrenamiento en piscina no fue intervenido por lo que los nadadores siguieron sus entrenamientos semanales habituales con su correspondiente planificación y sin ningún ejercicio añadido de la propia intervención.

Dentro de la propia intervención, al comenzar y al acabar, se llevaron a cabo 4 test para conocer el rendimiento previo de los nadadores y poder compararlo con el rendimiento adquirido gracias a la intervención. Para así conocer si esta pudo producir alguna mejora en el rendimiento de los nadadores escogidos.

De estos 4 test, dos analizaron el rendimiento en piscina y dos analizaron la fuerza de las extremidades superiores a través del ejercicio de dominadas. Para los test de fuerza los nadadores fueron instruidos y previamente a recoger los datos necesarios pudieron probar los test con la finalidad de estar más familiarizados con la prueba. De forma más específica los ejercicios fueron los siguientes:

#### *Test de fuerza explosiva de los miembros superiores.*

Para la medición de la fuerza explosiva de los miembros superiores se realizó una prueba en la que los sujetos tuvieron que realizar 3 dominadas a la máxima velocidad y potencia. Se pidió a los sujetos que comenzarán las dominadas colgando de la barra con agarre en

pronación (debido a que es más similar a la técnica del nado), con el cuerpo completamente extendido, sin doblar ni codos ni piernas.

Cuando los sujetos estaban colgados de la barra, sin nada de balanceo se les daba una señal para que pudiesen comenzar a hacer las 3 dominadas a la máxima velocidad y potencia. Entre cada dominada no podían parar a descansar, estas tenían que ser seguidas y solo se consideraban correctas si el participante pasaba la barra con la barbilla.

El rendimiento en este ejercicio se registró a través de un encoder lineal de la marca Vitruve, directamente conectado al dispositivo iOS, en el que podíamos ir observando, mientras se realizaba el propio ejercicio, todas las variables de interés. Esto nos sirvió para poder dar feedback instantáneo al deportista. El encoder estaba colocado en el suelo, justo debajo del sujeto y se enganchaba al cuerpo de este con un cinturón. Por lo que debían realizar las dominadas de la forma más vertical posibles, sin balanceos que pudiesen provocar datos erróneos. En ese caso, esa domina que había sido errónea era eliminada.

#### *Test de fuerza resistencia de los miembros superiores.*

Para la medición de la fuerza resistencia de los miembros superiores se realizó una prueba en la que los sujetos tuvieron que realizar el máximo número de dominadas durante 30 segundos. Se pidió a los sujetos que comenzarán las dominadas colgando de la barra con agarre en pronación (debido a que es más similar a la técnica del nado), con el cuerpo completamente extendido, sin doblar ni codos ni piernas y sin tocar el suelo.

Cuando los sujetos estaban colgados de la barra, sin nada de balanceo se les daba una señal para que pudiesen comenzar a hacer las dominadas a la vez que el cronómetro

comenzaba a contar los 30 segundos. Conforme estos pasaban se iba avisando a los sujetos cada 10 segundos del tiempo que les faltaba, salvo en los últimos 10 segundos que se iba avisando a los sujetos cada 5 segundos. Entre cada dominada podían parar a descansar con las piernas y los brazos extendidos y sin tocar el suelo, pero cada sujeto decidió si descansar o no. Esta prueba no consistía en realizar las dominadas a la máxima velocidad, sino en poder realizar el mayor número durante 30 segundos.

El rendimiento en este test también se registró a través de un encoder lineal de la marca Vitruve, directamente conectado al dispositivo iOS, en el que podíamos ir observando, mientras se realizaba el propio ejercicio, todas las variables de interés. Esto nos sirvió para poder dar feedback instantáneo al deportista y para saber si el sujeto debía de parar antes de llegar a 30 segundos debido a que no conseguía pasar la barra de dominadas con la barbilla. Cuando esto ocurría en más de una dominada seguida el sujeto debía de parar, si esto solo ocurría en alguna dominada de forma aleatoria esa se eliminaba y sus valores no contaban para los resultados finales. El encoder estaba colocado en el suelo, justo debajo del nadador y se enganchaba al cuerpo de este con un cinturón.

#### *Test de fuerza explosiva en piscina.*

Para la medición de la fuerza explosiva en piscina se realizó una prueba en la que los sujetos tuvieron que partir desde el interior de la piscina y realizar una arrancada a máxima velocidad hasta los 15 metros. Se pidió a los sujetos que comenzarían la prueba dentro de la piscina, colocados en posición de flecha (horizontal), con los pies casi pegados a la pared, la cabeza dentro del agua y sin mover el cuerpo. A la señal debían de romper la resistencia del agua y comenzar a nadar a crol a la máxima velocidad hasta los 15 metros. Estos delimitados con unas banderas, pero los sujetos debían de pasar en 2-3

metros esta marca para que así ninguno se parase antes de llegar a los 15 metros. En el caso de que esto pasase, que un sujeto se diese impulso o saliese antes de la señal, debían repetir la prueba.

El rendimiento en este test se registró como el tiempo final de la prueba medido con cronómetro. Para saber el tiempo exacto de cada sujeto sin que hubiese ningún tipo de condicionante antropométrico (envergadura de los brazos), el cronómetro no se paró hasta que cada sujeto paso la marca de los 15 metros con la cabeza.

#### Test de resistencia a la fuerza explosiva en piscina.

Para la medición de la resistencia a la fuerza explosiva en piscina se realizó una prueba de 50 metros crol a la máxima velocidad. Esta prueba se comenzó desde el trampolín por lo que había que salir de cabeza desde, además al ser en piscina de 25, los sujetos tuvieron que realizar el viraje y se pudieron coger tiempos parciales de los primeros 25 metros y de los segundos 25 metros. Se pidió a los sujetos que no saltasen a la piscina hasta la señal de comienzo en la que el cronómetro comenzaba a contar. En el caso de que algún sujeto saliese antes de la señal, la prueba debía repetirse.

El rendimiento en este test se registró con el tiempo final de la prueba medido con cronómetro. Además, al realizarse en una piscina de 25 metros, se cogieron los tiempos parciales del primer 25 y del segundo 25. Esto se realizó parando el cronómetro cuando los sujetos tocaban la pared del viraje con los pies. Para el tiempo final, el cronómetro se paró cuando los sujetos tocaban la pared con la mano.

### 3.3. *Variables y medidas.*

Las variables y medidas utilizadas fueron distintas en cada prueba, pero todas ellas nos han permitido hacer una comparación del rendimiento entre la primera medición y la segunda medición.

En el test de fuerza explosiva de los miembros superiores en el que se realizaron 3 dominadas a la máxima velocidad, se obtuvieron valores de cada dominada: Velocidad Máxima de ejecución (m/s), Velocidad Media de ejecución (m/s), Potencia Media (W) y 1RM.

En el test de fuerza resistencia de los miembros superiores en el que se realizan el máximo número de dominadas durante 30 segundos, se obtuvieron valores de cada dominada: Velocidad Máxima de ejecución (m/s), Velocidad Media Propulsiva (m/s), Potencia Media (W) y nº máximo de dominadas en 30 segundos.

En estos dos test los valores necesarios se hallaron gracias al encoder líneal Vitruve. El encoder líneal se considera el instrumento gold standard para la medición de la velocidad durante la realización de determinados ejercicios de fuerza. El encoder Vitruve se puede conectar a través de su aplicación al móvil, mostrando gran cantidad de los datos en tiempo real que permiten dar un feedback instantáneo.

En el test de fuerza explosiva en piscina, en el que los nadadores debían realizar una arrancada de 15 metros a la máxima velocidad. Se obtuvo un único valor referido al tiempo final de la prueba, cuando el sujeto pasaba la línea de 15 metros con la cabeza.

En el test de resistencia a la fuerza explosiva en piscina, en el que los nadadores debían realizar la prueba de 50 metros libre a la máxima velocidad. Se obtuvieron 3 valores, el tiempo final de la prueba, cuando el sujeto tocaba la pared final con la mano, el tiempo referido al primer parcial de 25 metros, cuando el sujeto tocaba la pared con los pies al realizar el viraje, y el tiempo referido al último parcial de 25 metros, cuando el sujeto tocaba la pared final con la mano.

#### **3.4. Procedimiento**

En el siguiente apartado explicare el procedimiento de toda la intervención y el procedimiento de cada test.

La intervención se realizó durante 7 semanas, desde el miércoles 12 de abril del 2023 al miércoles 7 de junio del 2023. Durante la primera semana de la intervención se realizaron los test de dominadas y con 48h de separación los test en piscina. De esta misma forma se repitieron la última semana de la intervención para poder realizar una comparación Pre y Post.

Durante todo el tiempo que duro la intervención se incluyeron las dominadas durante los entrenamientos en seco y/o de fuerza que los nadadores realizan de forma habitual dos días a la semana, miércoles y viernes durante 1 hora. Por lo que la intervención no supuso ningún tiempo extra al entrenamiento habitual. El entrenamiento de piscina no tuvo ninguna modificación, ya que los nadadores debían seguir con su planificación habitual, estos se realizaban durante 5 días a la semana, de lunes a viernes y durante 1.45 horas. En la **tabla 1**. de los anexos se especifica la planificación temporal seguida durante toda la intervención, con los entrenamientos específicos que se hicieron cada día.

El día previo a la realización del test de dominadas los sujetos no podían realizar ningún tipo de entrenamiento en seco y/o con sobrecargas para así no estar fatigados, pero el entrenamiento en piscina se mantuvo. Para la realización del test de dominadas todos los sujetos siguieron el mismo calentamiento (tanto en las mediciones previas como en las post), empezaron por algo de movilidad, series muy suaves de ejercicios de hombro con goma y de flexiones, después realizaron 2 series de 3 dominadas asistidas con goma a la máxima velocidad y tras 3 minutos de descanso realizaron el primer test, 3 dominadas a la máxima velocidad. Tras 15 minutos de descanso se realizó el segundo test, 30 segundos realizando el máximo número de dominadas posible. En el apartado 3.3 se determina las pautas para la realización de estas dos pruebas. Tras acabar los test los sujetos siguieron su sesión habitual de gimnasio. La semana previa a la intervención se instruyó a los participantes para que trataran de realizar cada dominada lo más rápido posible, aunque estos ya conocían este ejercicio, debido a que mensualmente estaban acostumbrados a realizarlo en alguna sesión. En el primer test se determinó la VMP (m/s), la  $V_{m\acute{a}x}$  (m/s), la Potencia Media (W) y el 1RM. En el segundo test se determinó la VMP (m/s), la  $V_{m\acute{a}x}$  (m/s), la Potencia Media (W) y el nº de dominadas realizado.

48 horas más tarde, cuando los nadadores ya no estaban fatigados, se realizaron los test en piscina. Todos los nadadores siguieron el mismo calentamiento, el mismo que suelen hacer previamente a una competición. Comenzaron con algo de movilidad fuera del agua, calentaron con 500 metros de nado libre, 8 series de 50 metros en las que combinaban ejercicios de técnica y nado a pies, 2 series de 50 metros en las que realizaron diferentes cambios de ritmo y 4-5 salidas desde el trampolín a máxima velocidad hasta los 12,5 metros. Primero se realizó la prueba de 15 metros de arrancada nadados a crol y a la máxima velocidad, en el apartado 3.3 queda plasmado como tuvieron que realizar los



sujetos esta prueba, aunque suele ser muy habitual en sus entrenamientos por lo que no fue necesario que los nadadores fueran instruidos. Tras 10 minutos de descanso activo, en los que los nadadores hicieron unos 300 metros de nado suave, 4 series de 100 metros progresivas sin acabar a una velocidad elevada y 100 metros de nado suave. Los nadadores realizaron la segunda prueba, 50 metros crol a la máxima velocidad, saliendo desde el trampolín, igualmente esta prueba esta especificada en el apartado 3.3 y los nadadores no necesitaron ser instruidos ya que realizan esta prueba habitualmente. Tras realizar las mediciones, los nadadores siguieron con su entrenamiento habitual. En el primer test se determinó el tiempo final de la prueba (s), en el segundo test se determinó el tiempo final de la prueba (s) y el tiempo parcial de cada 25 (s).

Ambos test, de dominadas y de nado se realizaron de la misma manera en las mediciones de la primera semana de la intervención como en las mediciones de la última semana de la intervención. Siguiendo las mismas condiciones previas, el mismo calentamiento, el descanso y orden de las pruebas.

### **3.5. *Análisis de datos***

El análisis de los datos se realizó a través de la plataforma de software IBM SPSS que ofrece un análisis estadístico avanzado, una amplia biblioteca de algoritmos, análisis de texto, extensibilidad de código abierto, integración con big data y un fácil despliegue en las aplicaciones (Software IBM SPSS).

Para testear si los datos seguían una distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, para muestras de  $n < 50$ . Si el valor obtenido de  $p$  era mayor que  $\alpha$  (0,05) no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que los datos siguen una

distribución normal, pero si el valor obtenido de  $p$  era menor o igual que  $\alpha$  (0,05), entonces sí que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis relativa, por lo que esos datos no seguirían una distribución normal.

Tras esto, se aplicó la prueba T student para muestras relacionadas, en los datos que sí seguían una distribución normal. Para los datos que no seguían una distribución normal se aplicó la prueba de Wilxcom para muestras relacionadas. Con ambas pruebas obtuvimos el valor  $p$  de dos muestras relacionadas. Si el valor  $p$  era menor o igual que  $\alpha$  (0,05) la hipótesis nula debía ser rechazada, por lo que se aceptaba la hipótesis del investigador, así que ese dato era estadísticamente significativo como para decir que la realización de dominadas producía mejoras en ese factor observado. En el caso contrario, si el valor  $p$  era mayor que  $\alpha$  (0,05) la hipótesis nula debía ser aceptada, por lo que se rechazaba la hipótesis del investigador.

## 4. Resultados

En este estudio piloto se observó la relación entre el rendimiento en la prueba de 50 metros libre nadada a crol y el entrenamiento de dominadas durante las sesiones en seco.

### 4.1. Descripción de la muestra.

11 sujetos asistieron a la primera prueba, pero 3 de ellos no realizaron toda la intervención, por lo que fueron excluidos del estudio. Así que la muestra quedo conformada por 8 sujetos del equipo de competición del A.D.Zoiti 89 natación, de ellos, 3 mujeres y 5 hombres de 15 a 26 años de edad y sus datos descriptivos se muestran en la *tabla 1*.

	<i>Todos los sujetos (n=8)</i>	<i>Mujeres (n=3)</i>	<i>Hombres (n=5)</i>
<i>Edad</i>	21,15 ( $\pm$ 6,25)	21 ( $\pm$ 2)	21,4 ( $\pm$ 6,4)
<i>Peso (kg)</i>	65,03 ( $\pm$ 12,98)	58,52 ( $\pm$ 9,25)	68,93 ( $\pm$ 8,77)
<i>Tiempo en la 50 metros libre (</i>	00:26;22 ( $\pm$ 3,2)	00:28;68 ( $\pm$ 1,3)	00:24;74 ( $\pm$ 1,19)

*Tabla 1. La Tabla muestra la edad, peso y tiempo en la prueba de 50 metros libre como una media de todo el grupo, y con hombres y mujeres por separado.*

Los resultados que se muestran a continuación se basan en la comparación de los datos obtenidos en la primera medición, antes de comenzar la intervención, con los datos obtenidos al finalizar la intervención. Los resultados se analizarán con una media de todos los sujetos y se hará una división en las cuatro pruebas medidas: 3 dominadas a la máxima velocidad posible, 30 segundos realizando el máximo número de dominadas, arrancada hasta los 15 metros y 50 metros crol a la máxima velocidad.

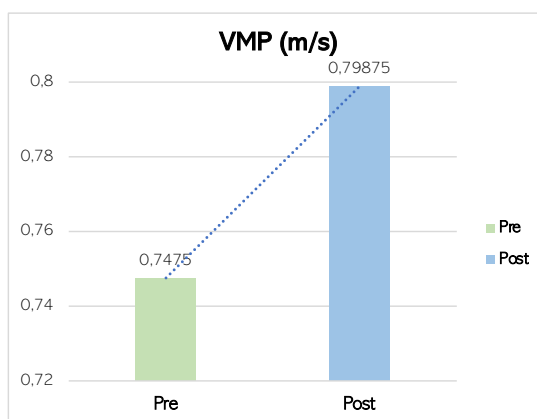
### 4.2. Resultados de 3 dominadas a la máxima velocidad.

En esta prueba se pudo observar la fuerza explosiva, que se entiende como la capacidad del sujeto de generar fuerza en un tiempo dado, haciendo referencia a la relación entre

fuerza aplicada y el tiempo en el que se aplica esa determinada fuerza (Badillo & Gorostiaga, 1995).

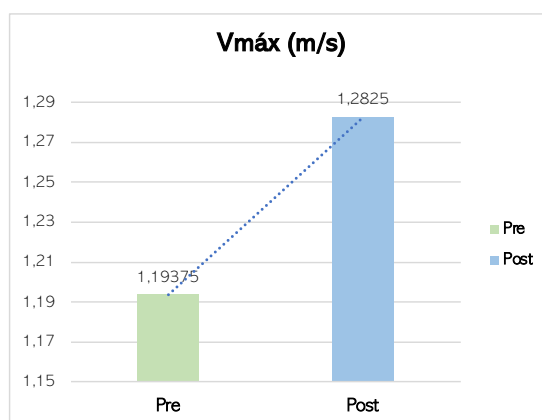
En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de VMP (m/s) de los sujetos, medidos con el encoder líneal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<b>VMP (m/s)</b>	0,7475	0,7987	P = 0,088



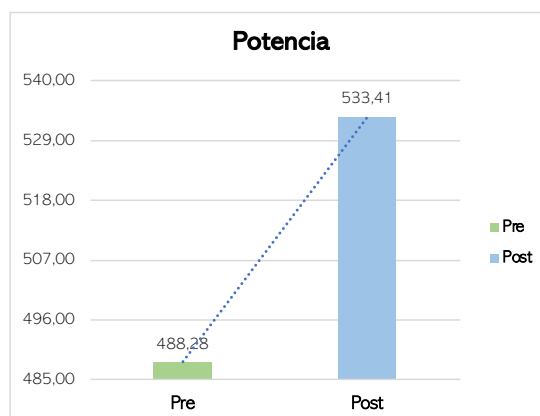
En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de Vmáx (m/s) de los sujetos, medidos con el encoder líneal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<b>Vmáx (m/s)</b>	1,193	1,282	P = 0,208



En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de Potencia media de los sujetos, medidos con el encoder líneal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<b>Potencia media (W)</b>	488,28	533,41	P = 0,050*



En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de 1 RM de los sujetos, medidos con el encoder lineal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<b>1RM (kg)</b>	102,13	103,70	P = 0,419

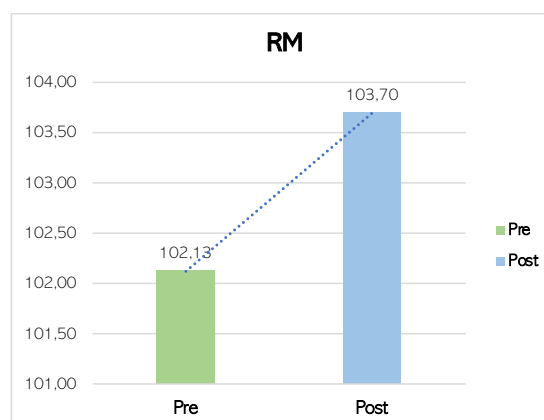


Tabla resumen de los datos obtenidos en cada una de las variables de interés medidas durante la prueba de tres dominadas realizadas a la máxima velocidad:

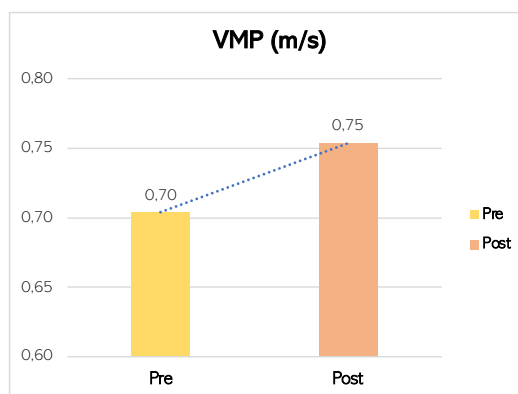
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<b>VMP (m/s)</b>	0,7475	0,7987	P = 0,088
<b>Vmáx (m/s)</b>	1,193	1,282	P = 0,208
<b>Potencia media (W)</b>	488,28	533,41	P = 0,050*
<b>1RM (kg)</b>	102,13	103,70	P = 0,419

### 4.3. Resultados de la realización de dominadas durante 30 segundos.

En esta prueba se midió la fuerza resistencia, que se entiende como la capacidad de resistir al agotamiento durante cargas de larga duración o repetitivas en un trabajo muscular estático o dinámico (Ehlenz et al., 1990)

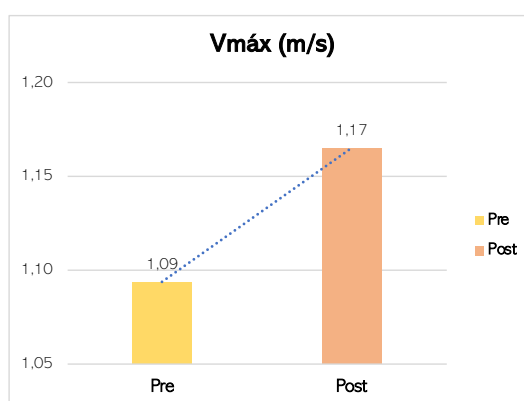
En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de VMP (m/s) de los sujetos, medidos con el encoder líneal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>VMP (m/s)</i>	0,70	0,75	P = 0,172



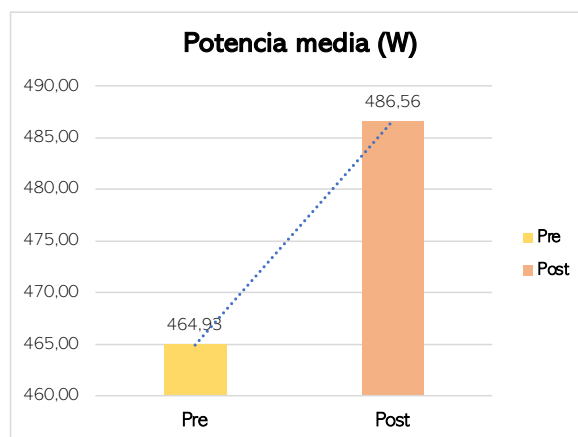
En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de Vmáx (m/s) de los sujetos, medidos con el encoder líneal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>Vmáx (m/s)</i>	1,09	1,17	P = 0,214



En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de Potencia media de los sujetos, medidos con el encoder lineal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>Potencia media (W)</i>	464,93	486,56	P = 0,161



En la siguiente gráfica se muestra los datos medios de 1 RM de los sujetos, medidos con el encoder lineal Vitruve.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>Nº de dominadas en 30 s</i>	12	14	P = 0,011*

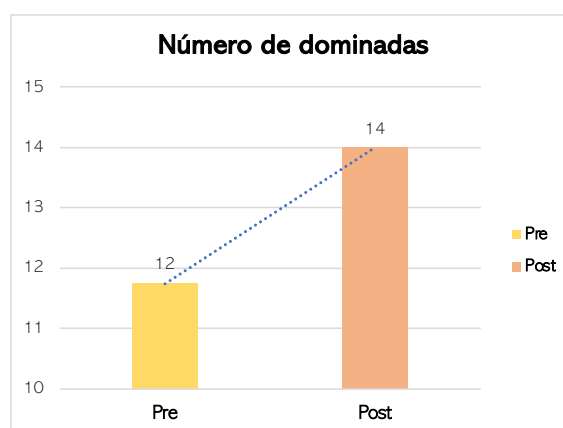


Tabla resumen de los datos obtenidos en cada una de las variables de interés medidas durante la prueba de realización del máximo número de dominadas durante 30 segundos posible:

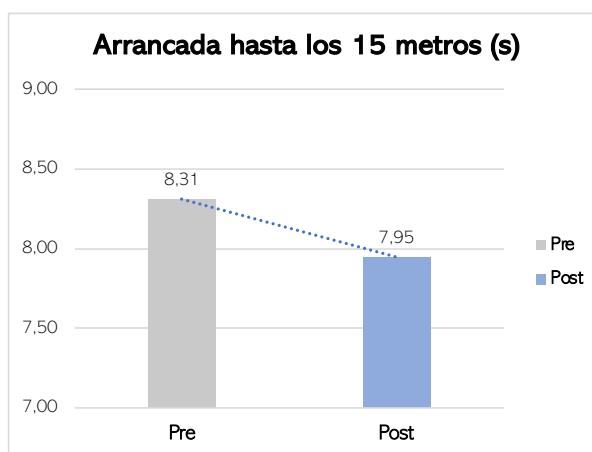
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
--	------------	-------------	----------

<i>VMP (m/s)</i>	0,70	0,75	P = 0,172
<i>Vmáx (m/s)</i>	1,09	1,17	P = 0,214
<i>Potencia media (W)</i>	464,93	486,56	P = 0,161
<i>Nº de dominadas en 30 s</i>	12	14	P = 0,011*

#### 4.4. Resultados de las pruebas en piscina.

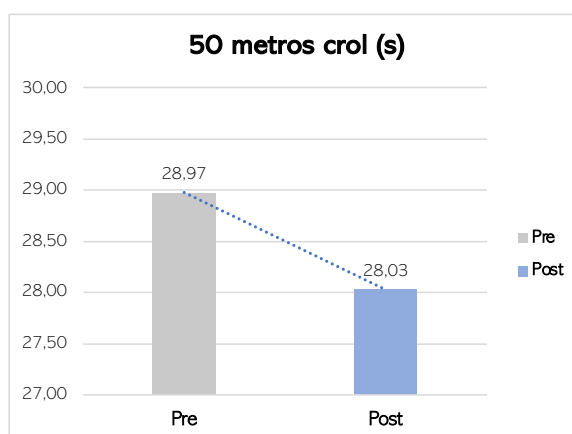
En la siguiente gráfica se muestra los tiempos medidos en la arrancada, desde el interior de la piscina, sin impulso, hasta los 15 metros, a estilo crol.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>Arrancada hasta los 15 metros (s)</i>	8,31	7,95	P = 0,004*



En la siguiente gráfica se muestra los tiempos medidos en la prueba de 50 metros crol a la máxima velocidad.

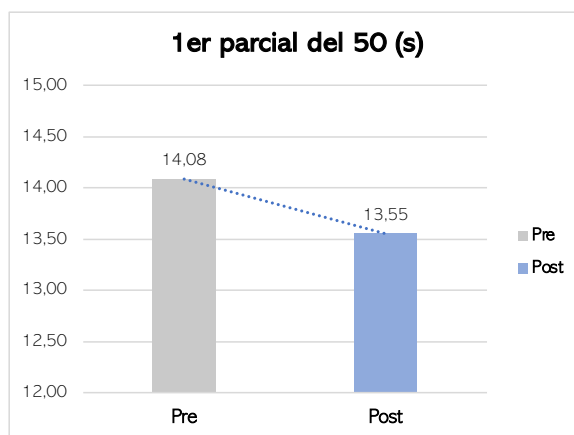
	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>50 metros crol (s)</i>	28,97	28,03	P = 0,004*





En la siguiente gráfica se muestra los tiempos medidos en el primer parcial de la prueba 50 metros crol a la máxima velocidad.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>1<sup>er</sup> parcial (s)</i>	14,08	13,55	$P = < 0,001^*$



En la siguiente gráfica se muestra los tiempos medidos en el segundo parcial de la prueba 50 metros crol a la máxima velocidad.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>2<sup>o</sup> parcial (s)</i>	14,87	14,45	$P = 0,069$

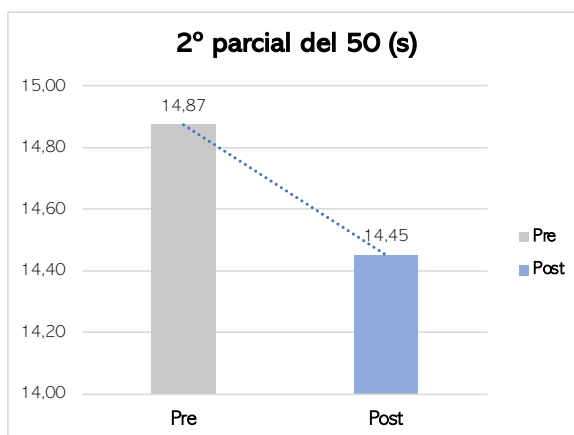


Tabla resumen de los datos obtenidos en cada una de las pruebas en piscina:

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>	<i>P</i>
<i>Arrancada hasta los 15 metros (s)</i>	8,31	7,95	$P = 0,004^*$
<i>50 metros crol (s)</i>	28,97	28,03	$P = 0,004^*$
<i>1<sup>er</sup> parcial (s)</i>	14,08	13,55	$P = < 0,001^*$
<i>2<sup>o</sup> parcial (s)</i>	14,87	14,45	$P = 0,069$

## 5. Discusión

Este ha sido el primer estudio que ha investigado el efecto del entrenamiento de las dominadas en la prueba de 50 metros libre en nadadores de nivel autonómico. En el presente apartado se van a discutir los hallazgos principales dividiéndolos test a test, tal y como se han mostrado en los resultados.

Los programas de entrenamiento de fuerza son muy comunes entre los nadadores (Aspenes et al., 2009), aunque sus beneficios están algo cuestionados, ya que muchos entrenadores piensan que puede provocar un aumento de la hipertrofia o una disminución de la flexibilidad que podría aumentar las fuerzas de arrastre y a consecuencia disminuir el rendimiento del nadador (Newton et al., 2002). Por lo que surgen dos supuestos; la mejora de la potencia es uno de los componentes más determinantes de un programa de fuerza en nadadores (Toussaint, 2007); y los ejercicios seleccionados deben tener transferencia al propio deporte, con patrones de movimiento involucrados en la natación (Maglischo, 2003).

El entrenamiento de la fuerza y la potencia en seco en ejercicios como el jalón al pecho, el press de banca o el lanzamiento de pelota medicinal se han correlacionado positivamente con la potencia en natación (Morouço et al., 2011), por lo que estos valores de potencia obtenidos en estos ejercicios podrían ser predictores del rendimiento en natación. Aunque el estudio de Storck, (2017) mostró una mayor correlación entre las dominadas y el rendimiento en natación, respecto a los ejercicios de jalón al pecho y press de banca, debido a que este ejercicio es más específico y más similar a los movimientos que se realizan para el desplazamiento a crol y a mariposa

Respecto a los valores obtenidos en la primera prueba del presente estudio, donde se evaluó la fuerza explosiva mediante la realización de 3 dominadas a la máxima velocidad.

Podemos observar en las gráficas que la media del grupo fue mejor en todos los valores obtenidos en la segunda medición, al finalizar la intervención. Tanto en la VMP (Pre. 0,7475 m/s respecto a Post. 0,7987 m/s), como en la  $V_{\text{máx}}$  (Pre. 1,193 m/s respecto a Post. 1,282 m/s) en la Potencia media (Pre. 488,28 W respecto a Post. 533,41 W) y en el 1RM (Pre. 102,13 kg respecto a Post. 103,70 kg).

Pero la estadística nos muestra que solo los valores obtenidos en la Potencia media (W), en los que se comparan el Pre y el Post tienen un valor estadísticamente significativo ( $p = 0,050$ ). Por lo que podríamos confirmar que en el presente estudio el entrenamiento de dominadas ha producido una mejora ligeramente significativa respecto a la Potencia media en la realización de 3 dominadas a la máxima velocidad. Pero la mejora observada en las gráficas de VMP ( $p=0,088$ ),  $V_{\text{máx}}$  ( $p=0,208$ ) y 1RM ( $p=0,419$ ) no es lo suficiente como para considerarse significativa, por lo que, en este estudio no se puede confirmar que tras el entrenamiento de dominadas se mejore en la VMP,  $V_{\text{máx}}$  y 1RM en la realización de 3 dominadas a la máxima velocidad.

Estos mismos resultados también se hallaron en el estudio de Morouço et al., (2011) donde se observó una correlación positiva ( $r=0.68$ ) entre la potencia media máxima y el rendimiento en natación. Aunque en el presente estudio no se ha dado ninguna relación suficientemente significativa entre el 1RM de dominadas y el rendimiento en natación, en el estudio de Crowe et al., (1999) sí que se dio, reportaron una correlación positiva ( $r=0.64$ ) entre el 1RM en un ejercicio de tracción lateral y el rendimiento en natación.

En la segunda prueba se evaluó la fuerza resistencia mediante la realización del máximo número de dominadas durante treinta segundos. En las gráficas podemos observar que la media del grupo fue mejor en todos los valores obtenidos en el test realizado al finalizar la intervención, respecto a los valores obtenidos al comenzar la intervención. Tanto en la

VMP (Pre. 0,70 m/s respecto a Post. 0,75 m/s), como en la  $V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$  (Pre. 1,09 m/s respecto a Post. 1,17 m/s) en la Potencia media (Pre. 464,93 W respecto a Post. 486,56 W) y en la realización de dominadas (Pre. 12 dominadas respecto a Post. 14 dominadas)

La estadística nos muestra que solo los valores obtenidos en el número de dominadas realizadas, en los que se comparan el Pre y el Post tienen un valor estadísticamente significativo ( $p = 0,011$ ). Por lo que podríamos confirmar que en el presente estudio el entrenamiento de dominadas ha producido una mejora significativa respecto al número de dominadas medio que los sujetos son capaces de realizar durante treinta segundos. A diferencia de lo ocurrido con el número de dominadas, la mejora observada en las gráficas de VMP ( $p=0,172$ ),  $V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$  ( $p=0,214$ ) y Potencia media ( $p=0,161$ ) no es lo suficiente como para considerarse significativa, por lo que, en este estudio no se puede confirmar que tras el entrenamiento de dominadas se mejore en la VMP,  $V_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}}$  y la Potencia media en la realización del máximo número de dominadas en 30 segundos.

Aunque en este estudio no se dio una mejora significativa en la VMS durante la prueba de fuerza resistencia en dominadas, en el estudio de Pérez et al., (2018) sí que hubo una correlación positiva ( $r = 0.88$ ) entre la velocidad media en la prueba de número máximo de dominadas y el rendimiento en natación. Aunque estos mismos autores concluyen que el número máximo de repeticiones hasta el fallo muscular en dominadas no son un buen predictor del rendimiento en natación. Aunque en el estudio de Halet et al., (2009) determinaron que existe una correlación muy fuerte entre el máximo número de repeticiones en dominadas y en jalón al pecho en el rendimiento en la prueba de 50 metros crol en nadadoras universitarias de élite. A lo que Sánchez et al., (2015) añaden que el rendimiento en una prueba en la que se busca el número máximo de dominadas debe estar relacionado con la masa corporal. También Jhonson et al., (2000) de acuerdo con esto último, dicen que las correlaciones entre las dominadas y las dimensiones

antropométricas sugieren que la capacidad para realizar dominadas está fuertemente influenciada por factores de composición corporal.

En la tercera prueba, realizada en piscina, se evaluó la fuerza explosiva mediante la realización de una arrancada hasta los 15 metros. Esto suponía que el nadador desde dentro del agua y sin impulso debía realizar 15 metros a crol a la máxima velocidad. En las gráficas podemos observar que todos los valores de la segunda medición fueron mejores que los de la primera medición, por lo que la media del grupo mostro que todos los nadadores habían ido más rápido en la segunda medición. Ya que el tiempo medio en la primera medición fue de 8,31 segundos y en la segunda medición fue 7,95 segundos.

Gracias a los valores obtenidos en la estadística vemos que la comparación entre la primera medición y la segunda es estadísticamente significativa, siendo este bastante fiable debido a que el valor obtenido de  $p$  es muy pequeño ( $p=0,004$ ). Por lo que podríamos confirmar la hipótesis de que en el presente estudio el entrenamiento de dominadas ha producido una mejora significativa respecto a prueba de 15 metros de arrancada sin impulso realizada a crol.

En esta prueba la importancia de las extremidades inferiores se redujo drásticamente, debido a que el comienzo de la prueba fue desde el interior de la piscina y sin ningún tipo de impulso. Los nadadores debían permanecer en posición de flecha en el interior de la piscina. A diferencia de la prueba de 50 metros libre, que al ser desde el trampolín y tener la fase de viraje, las extremidades inferiores pueden llegar a cubrir un 30% de la distancia total de la prueba (Bishop et al., 2013), llegando a influir positivamente en el rendimiento de la prueba, aproximadamente un 10% (Morris et al., 2016)

En la última prueba, también realizada en piscina, se evaluó la resistencia a la fuerza explosiva mediante la realización de 50 metros crol a la máxima velocidad. En la que se

hayo el tiempo final de la prueba y los tiempos parciales de cada 25 ya que la prueba fue realizada en piscina de 25 metros. En las gráficas podemos observar que todos los valores de la segunda medición fueron mejores que los de la primera medición, por lo que la media del grupo mostro que todos los nadadores habían nadado más rápido en la segunda medición. Tanto en el tiempo final de la prueba (Pre. 28,97s respecto a Post. 28,03s), en el tiempo del primer parcial de la prueba (Pre. 14,08s respecto a Post. 13,55s) y en el tiempo del segundo parcial (Pre. 14,87s respecto a Post. 14,45s).

Además de verse una mejora en las gráficas con la estadística observamos que los valores obtenidos en el tiempo final de la prueba ( $p=0,001$ ) y en el primer parcial de la prueba ( $p<0,001$ ) son estadísticamente significativos, pero no podemos decir lo mismo con los valores obtenidos en el segundo parcial de la prueba ( $p=0,069$ ). Por lo que podríamos confirmar la hipótesis de que en el presente estudio el entrenamiento de dominadas ha producido una mejora significativa respecto a prueba de al tiempo final de la prueba de 50 metros libre y al tiempo obtenido en el primer parcial de esta misma prueba.

Tal y como ya he nombrado antes, la fuerza explosiva de los miembros inferiores es muy determinante para la salida y el viraje, especialmente en distancias cortas. Por lo que estudios previos como el de West et al., (2011) reportaron una correlación moderada entre la habilidad de salto vertical y el rendimiento en la salida. Pero Morouço et al., (2011) en su estudio, no encontraron una correlación significativa entre el trabajo realizado durante el CMJ o la potencia propulsora media máxima en el salto de sentadilla con la velocidad máxima en natación. Así que para Dalamitros et al., (2014) esta prueba puede estar mayormente influida por factores técnicos como la posición del cuerpo en el agua o la efectividad de las extremidades inferiores.

En el estudio de Morouço et al., (2011) midieron la fuerza muscular como la potencia propulsora en el jalón lateral y el rendimiento de natación se midió como la producción de fuerza durante un esfuerzo máximo de 30 segundos que relaciona la natación y la velocidad de natación. Los resultados que obtuvieron mostraron una correlación entre  $r=0,65$  y  $r=0,69$ . Este resultado fue muy similar al mostrado en el estudio de Pérez et al., (2018) en el que se dio una correlación de  $r=0,63$ . En estos dos estudios los métodos utilizados fueron distintos, pero ambos resultados muestran la importancia de la fuerza y resistencia de la musculatura de la espalda implicada en natación durante pruebas de unos 30 segundos a crol.

Aunque todos los datos obtenidos no hayan sido estadísticamente significativos se ha demostrado que el entrenamiento en seco mejora la fuerza y la potencia (Morouco et al., 2012) y reduce los desequilibrios musculares que suelen encontrarse en este deporte (Cohen, 1988). Por lo que se confirma que para la mejora del rendimiento es determinante incluir un entrenamiento de fuerza en seco combinado con las sesiones de entrenamiento de natación.

Queda demostrado que, aunque el entrenamiento en seco de la fuerza y la potencia produzca mejoras en el rendimiento de los nadadores en pruebas de corta distancia, sigue habiendo incongruencia, por lo que se necesitan muchas más investigaciones que usen unos métodos similares para determinar estos resultados con veracidad. Morouco et al., (2012) determinó que se deberían evaluar: grupos homogéneos de sujetos, parámetros de fuerza y potencia en más ejercicios de fuerza con requerimientos musculares similares a los movimientos en natación, que parámetros son más apropiados para explicar la variación en la velocidad de nado tal y como podría ser una repetición máxima en un determinado ejercicio o un desplazamiento de determinados metros a la máxima velocidad.

En este estudio hemos podido encontrar diversas limitaciones que han podido condicionar el resultado final de la intervención. Principalmente la muestra escogida fue muy pequeña, únicamente pudieron realizar toda la intervención 8 sujetos, lo que determinó que no se pudiesen realizar dos grupos, un grupo control y un grupo experimental, para así contrastar los resultados del estudio con mayor veracidad. Además, al ser sujetos de un club pequeño, las edades y en consecuencia categorías a las que pertenece cada nadador son muy distintas, lo que también provoca que estos resultados estén condicionados por las edades de los participantes. Ya que, con sujetos de edades más tempranas, como es en este caso 15 años, se pueden dar cambios mucho más significativos que con sujetos de mayor edad (25 años), por lo que habría sido idóneo que todos los sujetos tuviesen la misma edad. Otro delimitante que se ha dado en el estudio es que 5 sujetos eran masculinos y 3 sujetos eran femeninos, pero todos los datos han sido tratados con medias generales, siendo que los hombres consiguen un 50 metros crol mucho más rápido que las mujeres y valores de fuerza, potencia y RM mayores. Por lo que habría sido mejor una muestra que tuviese el mismo número de hombres y mujeres, o que hubiese sido una muestra de únicamente hombre o únicamente mujeres. Por último, otro delimitante que se pudo dar fue los hábitos de cada sujeto el día de las mediciones, aunque tuvieron pautadas unas determinadas condiciones a seguir durante el día previo y el propio día de la medición, no podemos corroborar a ciencia cierta que los sujetos siguiesen estas pautas estrictamente.

Por último, el estudio también se pudo ver limitado por el entrenamiento habitual que los nadadores realizaban en piscina. Siendo que la planificación coincidió con un periodo de preparación de una competición, por lo que puede ser que la mejora observada en los tiempos de 50 metros libre estuviese favorecida por la propia planificación que los nadadores estaban siguiendo, debido a que la misma semana de las mediciones, los



nadadores acababan con una competición para la cual habían estado entrenando para llegar a un estado óptimo la misma semana que se hicieron las mediciones finales.

## 6. Conclusiones

Tras la realización del estudio podemos concluir que la realización de dominadas durante 7 semanas, incluidas en dos sesiones de entrenamiento de fuerza semanales, pueden mejorar diferentes factores del rendimiento de los nadadores de nivel autonómico. En el presente estudio los nadadores mejoraron ligeramente su potencia media durante el ejercicio de dominadas a la máxima velocidad, también aumentaron el número de dominadas que fueron capaces de realizar durante 30 segundos y mejoraron considerablemente los tiempos en los primeros metros de la prueba cuando parten desde el interior de la piscina. Por último y más determinante, ya que era el principal objetivo del estudio, los nadadores mejoraron considerablemente su tiempo en la prueba de 50 metros libre, siendo especialmente determinante el tiempo obtenido en el primer parcial de 25 metros. Por lo que podríamos decir que el entrenamiento de dominadas mejoró el rendimiento de los nadadores de nivel autonómico escogidos en el estudio, siendo especialmente determinantes los primeros metros de la prueba hasta el viraje a los 25 metros.

## 7. Bibliografía.

- Arellano, Raúl. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento y la técnica*. Universidad de Granada.
- Arellano, Raul, Brown, P., Cappaert, J., & Nelson, R. C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, *10*(2), 189–199.
- Arellano, Raúl, Pardillo, S., & Gavilán, A. (2002). Underwater undulatory swimming: Kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. *Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports*, 29–41.
- Aspenes, S., Kjendlie, P.-L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, *8*(3), 357.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2004). An analysis of the ratio and relationship between upper body pressing and pulling strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(3), 594–598.
- Barbosa, T. M., Morais, J. E., Marques, M. C., Costa, M. J., & Marinho, D. A. (2015). The power output and sprinting performance of young swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(2), 440–450.
- Becerra, Á. T. (2014). Factores limitantes del rendimiento en un 50 libre. *E-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, *3*, 141–154.
- Bishop, C., Cree, J., Read, P., Chavda, S., Edwards, M., & Turner, A. (2013). Strength and conditioning for sprint swimming. *Strength & Conditioning Journal*, *35*(6), 1–6.
- Blanksby, B., Marshall, R. N., & Gathercole, D. G. (1995). Reliability of ground reaction

- force data and Freestyle tumble turns. *Journal of Human Movement Studies*, 28, 193–207.
- Breed, R. V. P., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Sciences*, 21(3), 213–220.
- Capelli, C., Pendergast, D. R., & Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78, 385–393.
- Caputo, F., Oliveira, M. F. M. de, Denadai, B. S., & Greco, C. C. (2006). Intrinsic factors of the locomotion energy cost during swimming. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12, 399–404.
- Caty, V., Aujouannet, Y., Hintzy, F., Bonifazi, M., Clarys, J. P., & Rouard, A. H. (2007). Wrist stabilisation and forearm muscle coactivation during freestyle swimming. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(3), 285–291.
- Chollet, D. (2003). *Natación deportiva*. Inde.
- Cohen, H. (1988). *Statistical Power Analysis for Behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cossor, J. M., Blanksby, B. A., & Elliott, B. C. (1999). The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(2), 106–116.
- Costill, D. L., Thomas, R., Robergs, R. A., Pascoe, D., Lambert, C., Barr, S., & Fink, W. J. (1991). Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23(3), 371–377.
- Coyne, J. O. C., Tran, T. T., Secomb, J. L., Lundgren, L., Farley, O. R. L., Newton, R. U., & Sheppard, J. M. (2015). Reliability of pull up & dip maximal strength tests. *J*

*Aust Strength Cond*, 23(4), 21–27.

Crowe, S. E., Babington, J. P., Tanner, D. A., & Stager, J. M. (1999). The relationship of strength to dryland power, swimming power, and swim performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(5), S255.

Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2018). Dry-land resistance training practices of elite swimming strength and conditioning coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2592–2600.

Cuartero, M. (2010). *Entrenamiento de las Especialidades de Natación*. Cultivalibros.

Dalamitros, A. A., Manou, V., & Pelarigo, J. G. (2014). Laboratory-based tests for swimmers: methodology, reliability, considerations and relationship with front-crawl performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 9(1), 172–187.

Dominguez, R., Izquierdo, M., & Arellano, R. (2012). An updated protocol to assess arm swimming power in front crawl. *International Journal of Sports Medicine*, 324–329.

Ehlenz, H., Grosser, M., & Zimmermann, E. (1990). *Entrenamiento de la fuerza* (Issue 796.41 E33e). México, MX: Ed. Roca.

Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2001). *Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise*. Human Kinetics.

Fontdevila, F. (1999). Introducción a la natación de competición: aspectos a tener en cuenta. *Comunicaciones Técnicas*, (1), 3-19.

Farto, E. R., & Carral, J. M. C. (2003). La formación de jóvenes nadadores: Evolución de la composición corporal y de los niveles de fuerza de desplazamiento en nadadores/as brasileños/as de edad comprendida entre los 13 y 23 años. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 65, 9.

Girold, Sébastien, Jalab, C., Bernard, O., Carette, P., Kemoun, G., & Dugué, B. (2012). Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming

- performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 497–505.
- Girold, Sebastien, Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J.-C., & Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 599–605.
- Gómez, A., del Cerro, R., & Freyre, F. (2010). La salida con agarre en Natación: Un análisis biomecánico. *Revista Científica Especializada En Ciencias de La Cultura Física y Del Deporte*, 7(14).
- Gómez, S. C., Muñoz, V. J. T., Murcia, J. A. M., & Orti, M. A. F. (1997). Perfil antropométrico en las pruebas de 100 y 200 m libres (infantiles y juniors). *Archivos de Medicina Del Deporte: Revista de La Federación Española de Medicina Del Deporte y de La Confederación Iberoamericana de Medicina Del Deporte*, 14(62), 461–468.
- Halet, K. A., Mayhew, J. L., Murphy, C., & Fanthorpe, J. (2009). Relationship of 1 repetition maximum lat-pull to pull-up and lat-pull repetitions in elite collegiate women swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1496–1502.
- Heinlein, S. A., & Cosgarea, A. J. (2010). Biomechanical considerations in the competitive swimmer's shoulder. *Sports Health*, 2(6), 519–525.
- Johnson, D, Lynch, J, Mayhew, J, Nash, K, and Cygan, J. Relationship of one repetition maximum lat-pull and pull-up performances to relative muscular endurance and body composition. *J Strength Cond Res* 14: 364, 2000.
- Kolmogorov, S. V, Rumyantseva, O. A., Gordon, B. J., & Cappaert, J. M. (1997). Hydrodynamic characteristics of competitive swimmers of different genders and performance levels. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(1), 88–97.
- Krishnan, S. G., Hawkins, R. J., & Warren, R. F. (2004). *The shoulder and the overhead*

- athlete*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Kruse, J., Shim, A., Morgan, V., & Ryan, K. (2021). Does pull up grip performance influence sprint times in high school female swimmers? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, S52–S53.
- Lauer, J., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Rouard, A. H. (2013). Phase-dependence of elbow muscle coactivation in front crawl swimming. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(4), 820–825.
- Larsson, H., Tegern, M., Monnier, A., Skoglund, J., Helander, C., Persson, E., Malm, C., Broman, L., & Aasa, U. (2015). Content validity index and intra-and inter-rater reliability of a new muscle strength/endurance test battery for Swedish soldiers. *PloS One*, 10(7), e0132185.
- Lauer, J., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Rouard, A. H. (2013). Phase-dependence of elbow muscle coactivation in front crawl swimming. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(4), 820–825.
- Leguísamo, V. A. (2016). *La técnica del estilo crol y su incidencia en el rendimiento físico del personal de aspirantes de la promoción 2013-2014 de la Esforse*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Humanas y de la ...
- Lewin, G. (1979). *Natación*. Madrid: Augusto Pila Teleña.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Human kinetics.
- Maglischo, E. W. (2011). *Natación: técnica, entrenamiento y competición*. Paidotribo.
- Martens, J., Figueiredo, P., & Daly, D. (2015). Electromyography in the four competitive swimming strokes: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(2), 273–291.
- McLeod, I. A. (2009). *Swimming anatomy*. Human Kinetics.
- Morouco, P. G., Marinho, D. A., Amaro, N. M., Pérez-Turpin, J. A., & Marques, M. C.

- (2012). Effects of dry-land strength training on swimming performance: a brief review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(2), 553–559.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J., Garrido, N., Marinho, D., & Marques, M. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of Human Kinetics*, 29(Special-Issue), 105–112.
- Morris, K. S., Osborne, M. A., Shephard, M. E., Skinner, T. L., & Jenkins, D. G. (2016). Velocity, aerobic power and metabolic cost of whole body and arms only front crawl swimming at various stroke rates. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 1075–1085.
- Navarro, F., & Gaia, A. O. (2011). *Entrenamiento físico de natación*. Cultivalibros.
- Newton, R. U., Jones, J., Kraemer, W. J., & Wardle, H. (2002). Strength and power training of Australian Olympic swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 24(3), 7–15.
- Pelot, T., & Darmiento, A. (2012). Strength and power training for the elite swimmer: can weights positively impact elite swim performance when “elite performance” requires 15–25 hours/week of practice. *Olympic Coach*, 23, 22–31.
- Peña Chavez, J. C., Montañez Miranda, S., & Vásquez Torres, N. (2013). *Mejoramiento de la fuerza a la resistencia de la natación en la brazada en los estilos libre y mariposa, por medio de una herramienta didáctica como estrategia pedagógica*.
- Pérez, J., Valenzuela, P., Aponte, C., & Izquierdo, M. (2018). Relationship between dryland strength and swimming performance: pull-up mechanics as a predictor of swimming speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1637–1642.
- Ring, S., Mader, A., Wirtz, W., & Wilke, K. (1996). Energy metabolism during sprint

- swimming. *Biomechanics and Medicine in Swimming VII. E & FN Spon, London*, 177–184.
- Robertson, E. Y., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Anson, J. M. (2009). Analysis of lap times in international swimming competitions. *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 387–395.
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital, Buenos Aires*, 7, 66.
- Sánchez-Moreno, M, Pareja-Blanco, F, Díaz-Cueli, D, and González-Badillo, JJ. Determinant factors of pull up performance in trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 2015.
- Seyfried, D. (2007). Better coaching the elite swimmer with the applied use of the optimal individual stroke rate parameters. *Research Yearbook*, 13(1).
- Sharp, R. L., & Troup, J. P. (1982). Relationship between power and sprint freestyle. *Med Sci Sports Exerc*, 14(1), 53–56.
- Software IBM SPSS. <https://www.ibm.com/es-es/spss>
- Storck, N. (2017). *Upper body strength and endurance and its relationship with freestyle swim performance in elite swimmers*.
- Strzala, M., & 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.
- Thayer, A. L., & Hay, J. G. (1984). Motivating start and turn improvement. *Swimming Technique*, 20(4), 17–20.
- Toussaint, H. M. (2007). Strength power and technique of swimming performance: Science meets practice. *Schwimmen Lernen Und Optimieren*, 43–54.
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl



- swimming. *Sports Medicine*, 13, 8–24.
- Toussaint, H. M., & Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming: implications for training programmes. *Sports Medicine*, 18, 384–405.
- Toussaint, H. M., Van den Berg, C., & Beek, W. J. (2002). “ Pumped-up propulsion” during front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 314–319.
- Trinidad, A., & Lorenzo, A. (2012). Análisis de los indicadores de rendimiento en las finales europeas de natación en pruebas cortas y en estilo libre. *Apunts. Educació Física i Esports*.
- West, D. J., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2011). Strength and power predictors of swimming starts in international sprint swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 950–955.
- Willems, T. M., Cornelis, J. A. M., De Deurwaerder, L. E. P., Roelandt, F., & De Mits, S. (2014). The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human Movement Science*, 36, 167–176.
- Youdas, J. W., Amundson, C. L., Cicero, K. S., Hahn, J. J., Harezlak, D. T., & Hollman, J. H. (2010). Surface electromyographic activation patterns and elbow joint motion during a pull-up, chin-up, or perfect-pullup™ rotational exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3404-3414.

## 8. Anexos

**Tabla 1.** Temporalización de la intervención.

Abril						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
-	-	Test de dominadas	-	Test en piscina	-	-
17	18	19	20	21	22	23
-	-	$3 \times (3/5'' + 3/5'' + 3/5'')/2'$ o $3 \times (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')/2'$ o $3 \times (2/5'' + 2/5'' + 1/5'')/2'$ *Solo se hacen 3 series en total, dependiendo del nivel de cada uno se hace el bloque 1, el 2 o el 3.	-	$3 \times (3/5'' + 3/5'' + 3/5'')/2'$ o $3 \times (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')/2'$ o $3 \times (2/5'' + 2/5'' + 1/5'')/2'$ *Solo se hacen 3 series en total, dependiendo del nivel de cada uno se hace el bloque 1, el 2 o el 3.	-	-
24	25	26	27	28	29	30
-	-	$(3 \times (3/5'' + 3/5'' + 3/5'')/2') + (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 1/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ *Solo se hacen 3 + 1 series en total, dependiendo del nivel de cada uno se hace el bloque 1, el 2 o el 3.	-	$(3 \times (3/5'' + 3/5'' + 3/5'')/2') + (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 1/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ *Solo se hacen 3 + 1 series en total, dependiendo del nivel de cada uno se hace el bloque 1, el 2 o el 3.	-	-
Mayo						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
-	-	$(3 \times (3/5'' + 3/5'' + 3/5'')/2') + (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 2/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ $(3 \times (2/5'' + 2/5'' + 1/5'')/2') + (1/5'' + 1/5'' + 1/5'')$ *Solo se hacen 3 + 1 series en total, dependiendo del nivel de cada uno se hace el bloque 1, el 2 o el 3.	-	$4 \times 4/3'$ Al 60 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	-
8	9	10	11	12	13	14
-	-	$4 \times 4/3'$ Al 60 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	$4 \times 4/3'$ Al 60 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	-
15	16	17	18	19	20	21
-	-	$4 \times 3/3'$ Al 75 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	$4 \times 3/3'$ Al 75 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	-
22	23	24	25	26	27	28
-	-	$4 \times 2/3'$ Al 80 % del RM (cada uno respecto a su RM hallado el primer día)	-	$4 \times 5/3'$ A máxima velocidad *Dependiendo del nº de dominadas conseguidas en la prueba de 30 segundos estas serán asistidas con goma	-	-
29	30	31				
-	-	$4 \times 5/3'$	-			

		<b>A máxima velocidad</b>			
		*Dependiendo del nº de dominadas conseguidas en la prueba de 30 segundos estas serán asistidas con goma			

Junio						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
-	-		-	3 x 3/2' A máxima velocidad *Dependiendo del nº de dominadas conseguidas en la prueba de 30 segundos estas serán asistidas con goma	-	-
5	6	7	8	9	10	11
Test de dominadas	-	Test en piscina	-	-	-	-
12	13	14	15	16	17	18
-	-	-	-	-	-	-
19	20	21	22	23	24	25
-	-	-	-	-	-	-
26	27	28	29	30		
-	-	-	-	-		

## 9. CEICA, documento de información para el deportista y consentimientos informados.



### Informe Dictamen Favorable Trabajos académicos

C.I. PI23/161

5 de abril de 2023

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

#### CERTIFICA

**1º.** Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 05/04/2023, Acta Nº 07/2023 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

**Título: Estudio piloto sobre el efecto del entrenamiento de dominadas en la prueba 50 libres en nadadores de nivel autonómico.**

**Alumna: Carlota Pardo Atarés**  
**Tutor: Sebastian Jan Sitko Sarna**

**Versión protocolo: V2 01/04/2023**

**Versión documento de información y consentimiento: V2 01/04/2023**

**2º.** Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los consentimientos informados y el adecuado tratamiento de los datos, en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

**3º.** Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza

María González Hinjos  
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

## DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

**Título de la investigación:** Estudio Piloto sobre el efecto del entrenamiento de dominadas en la prueba 50 libres en nadadores de nivel autonómico.

**Investigador Principal:** Carlota Pardo Atarés      **Tfno:** 656376192      **mail:** 799739@unizar.es

**Centro:** Facultad de Ciencia de la Salud y del Deporte, Unizar. Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

### 1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en el Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y que se llevará a cabo en el A.D.Zoiti 89 natación. Su participación es absolutamente voluntaria, en ningún caso debe sentirse obligado a participar, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

### 2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque va a ser intervenido como nadador/a del Zoiti.89 debido a su pertenencia a la sección de competición de este mismo equipo, a su compromiso con los entrenamientos, tanto de agua como de físico. En total en el estudio participarán unos 11 nadadores/as de estas mismas características.

### 3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo de este estudio de investigación es realizar una intervención de 7 semanas en este grupo de nadadores, para observar si la realización de dominadas durante los entrenamientos de gimnasio puede tener algún tipo de efecto positivo, lo que supone una mejora, sobre el rendimiento de la prueba 50 libres.

### 4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

La persona voluntaria, si decide participar deberá de comprometerse con esta intervención que se realizará durante 7 semanas. Al comenzar la intervención (ya dentro de las 7 semanas), realizaremos unos test para conocer el estado de cada deportista. Estos test se realizarán en las instalaciones habituales del equipo, la Piscina Climatizada el Parque, aquí realizaremos exactamente 4 test, dos de dominadas y dos de nado, los cuales, también se repetirán al terminar la intervención, y en los que habrá que hacer lo siguiente:

- Test 1 de dominadas. 3 dominadas a la máxima velocidad posible.
- Test 2 de dominadas. 30 segundos realizando el mayor número de dominadas posible.
- Test 1 de nado. 15 metros de nado a crol a máxima velocidad, partiendo desde dentro del agua y sin impulso.
- Test 2 de nado. 50 metros a crol a máxima velocidad.

Cuando ya tengamos estos datos individuales de cada nadador. Comenzaremos a trabajar en base a los datos recogidos de cada nadador, el ejercicio de dominadas, en las sesiones habituales de gimnasio, es decir, los miércoles y los viernes en la Piscina Climatizada el Parque.

La última semana de este periodo de intervención, se volverán a repetir los 4 tests nombrados (2 de dominadas y 2 de nado), para ver si el ejercicio de dominadas incluido en los entrenamientos de gimnasio, ha producido alguna mejora en el rendimiento de los sujetos, fijándonos principalmente, en el test de 50 metros a crol.

La participación de los sujetos será voluntaria, por lo que no se recogerán datos asistenciales durante todas las semanas. Aunque los voluntarios deberán tener claro que, si no se pueden comprometer con el estudio y cometen reiteradas faltas, deberán salirse de la intervención. Esto no supondrá ningún tipo de sanción, ya que el proceso es completamente voluntario.

Todo el grupo será un grupo control, por lo que todos los deportistas deberán realizar la misma intervención, aunque basada en los datos individuales de cada nadador, siendo estos conocidos únicamente por la investigadora principal y por el propio sujeto.

#### **5. ¿Qué riesgos o molestias supone?**

El estudio no supondrá ningún riesgo para las personas voluntarias, pero en el caso de que alguno de los sujetos pueda sufrir alguna molestia a causa de la intervención deberá avisarlo con la máxima brevedad posible. Además, la intervención no obligará a los deportistas a realizar desplazamientos extras, ya que todo se realizará en las propias sesiones que los deportistas deben hacer semanalmente.

#### **6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?**

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento usted no obtendrá ningún beneficio por su participación si bien contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

En caso de que la participación le pueda suponer algún tipo de gasto al voluntario, ya sea por desplazamientos o molestias, se le reembolsarán los gastos derivados de esta.

#### **7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?**

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: Carlota Pardo Atarés

Finalidad: Sus datos personales serán tratados exclusivamente para el trabajo de investigación a los que hace referencia este documento.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) ante el investigador principal de este estudio, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (dpd@unizar.es). Si no viera atendida su petición podrá dirigirse en reclamación a la Agencia Española de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>). Puede encontrar más información en la web de la Unidad de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza: <https://protecciondatos.unizar.es/>

Así mismo, en cumplimiento de lo dispuesto en el RGPD, se informa que, si así lo desea, podrá acudir a la Agencia de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>) para presentar una reclamación cuando considere que no se hayan atendido debidamente sus derechos.

El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

A partir de los resultados del trabajo de investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

En esta investigación no se realizarán ningún tipo de grabación de voz ni de vídeo.

#### **8. ¿Quién financia el estudio?**

Este proyecto no estará financiado con ningún tipo de fondo.

#### **9. ¿Se me informará de los resultados del estudio?**

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

#### **11. ¿Puedo cambiar de opinión?**

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio. En caso de que decida retirarse del estudio puede solicitar la destrucción de los datos, muestras u otra información recogida sobre usted.

## **12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?**

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta y le reiteramos nuestro agradecimiento por contribuir a generar conocimiento científico.



## DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del PROYECTO:** Estudio Piloto sobre el efecto del entrenamiento de dominadas en la prueba 50 libres en nadadores de nivel autonómico.

Yo, ..... (nombre y apellidos del participante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: .....(nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mi relación con el investigador

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí no (marque lo que proceda)

Acepto que los datos seudonimizados derivados de este estudio se utilicen en un futuro en proyectos de la línea de investigación \_\_\_\_\_ (identificar línea), cuyo responsable es \_\_\_\_\_ (identificar el investigador responsable) siempre que hayan obtenido el dictamen favorable de un Comité de Ética de la Investigación y hayan solicitado los permisos oportunos: SI NO (marque lo que proceda).

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha: .....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador:

Fecha: .....

## DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO TUTOR O REPRESENTANTE

**Título del PROYECTO:** Estudio Piloto sobre el efecto del entrenamiento de dominadas en la prueba 50 libres en nadadores de nivel autonómico.

Yo, ..... (nombre y apellidos del padre/madre/tutor o representante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: .....(nombre del investigador)

Estoy de acuerdo con la participación de mi Hijo/hija/tutelado/representado:

.....(nombre y apellidos)

Comprendo que su participación es voluntaria.

Comprendo que puede retirarse del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en su relación con el investigador

Presto libremente mi consentimiento para que mi Hijo/hija/tutelado/representado participe en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de sus datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí no (marque lo que proceda)

Acepto que los datos seudonimizados derivados de este estudio se utilicen en un futuro en proyectos de la línea de investigación \_\_\_\_\_ (identificar línea), cuyo responsable es \_\_\_\_\_ (identificar el investigador responsable) siempre que hayan obtenido el dictamen favorable de un Comité de Ética de la Investigación y hayan solicitado los permisos oportunos: SI NO (marque lo que proceda).

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del padre/madre/tutor/representante: .....

Fecha: .....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador: .....

Fecha: .....