



Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Escrivá-Sellés, Francisco Ramón; González-Badillo, Juan José  
Efecto de dos periodos de entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento en  
los ejercicios de salto vertical, barracuda y boost en natación sincronizada  
Apunts Educación Física y Deportes, vol. 36, núm. 142, 2020, Octubre-, pp. 35-45  
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya  
España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551666110005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

UNEM [redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



## Efecto de dos periodos de entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento en los ejercicios de salto vertical, tintorera y *boost* en natación sincronizada

Francisco Ramón Escrivá-Sellés <sup>1\*</sup> y Juan José González-Badillo <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Católica de Valencia

<sup>2</sup> Universidad Pablo de Olavide, Sevilla



### Citación

Escrivá-Sellés, F. R. & González-Badillo, J.J. (2020). Effect of Two Periods of Power Training on Performance in the Thrust, Barracuda and Boost Exercises in Synchronised Swimming. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 142, 35-45. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/4\).142.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/4).142.05)

### Editado por:

© Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

### \*Correspondencia:

Francisco Ramón  
Escrivá-Sellés  
[ram\\_861@msn.com](mailto:ram_861@msn.com)

### Sección:

Entrenamiento deportivo

### Idioma del original:

Castellano

### Recibido:

20 de noviembre de 2019

### Aceptado:

15 de junio de 2020

### Publicado:

1 de octubre de 2020

### Portada:

Nuevos deportes olímpicos  
en Tokio 2020. Escalada.  
Foto: Escalada. Juegos  
Asiáticos 2018. Finales  
combinadas femeninas.  
Compite Kim Ja-in de  
Corea del Sur.  
Escalada líder.  
JSC Sport Climbing.  
Palembang, Indonesia.  
REUTERS / Edgar Su.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue comprobar el efecto de dos periodos de preparación diferenciados por los medios de entrenamiento de la fuerza (con/sin carga externa añadida-pesas), en deportistas de natación sincronizada. Se valoraron las variables rendimiento (altura) en salto vertical (CMJ) y los test específicos de *boost* y tintorera. Un grupo de nadadoras de categoría infantil/júnior ( $14 \pm 1$  años), sin experiencia en el entrenamiento de fuerza, fueron las participantes en el estudio ( $n=10$ ). Durante el primer periodo de preparación se trabajó la fuerza sin carga externa añadida. En el segundo, se trabajó la fuerza con carga externa añadida (cargada, sentadilla y saltos con carga). Las deportistas fueron testadas al finalizar la pretemporada (datos referencia) y tras cada periodo de intervención (14 semanas). El análisis estadístico mostró cambios significativos en el *boost* ( $p < .05$ ) y en el CMJ ( $p < .01$ ) tras el segundo periodo. No se encontraron cambios significativos en la tintorera. No se observó ningún cambio significativo durante el primer periodo. Se encontró relación positiva significativa entre el *boost* y la tintorera ( $p < .05$ ) y entre el CMJ y el *boost* ( $p < .01$ ) en todas las ocasiones que se midieron. El CMJ y la tintorera muestran correlación positiva pero nunca llega a la significación. Se encontró correlación significativa ( $r = .643$ ;  $p \leq .05$ ) entre los cambios en CMJ y en la tintorera y, próxima a la significación, con el *boost* ( $r = .602$ ;  $p = .065$ ). Los resultados muestran un mayor efecto del entrenamiento con carga externa añadida sobre el rendimiento de las nadadoras en el CMJ, existiendo transferencia sobre las acciones específicas, lo que probablemente lleve a la mejora del rendimiento competitivo.

**Palabras clave:** entrenamiento RFD, valoración, natación sincronizada, CMJ, test específico.

## Introducción

La natación sincronizada o natación artística es una disciplina deportiva olímpica que conjuga las modalidades de natación, danza, ballet y gimnasia. Las competidoras ejecutan (individualmente, por dúos o equipos) una coreografía de elaborados movimientos en el agua acompañados con música. Esta modalidad deportiva es conocida por los largos periodos de apnea y los característicos saltos en el agua (Hernández Mendizábal, 2015; Mountjoy, 1999, 2009; Peric et al., 2012; Ponciano et al., 2017; Sajber et al., 2013; Zamora, 2015).

Se trata de una modalidad donde el rendimiento de la deportista es valorado por jueces y, entre los aspectos a evaluar se encuentra la precisión de posiciones y transiciones, el control, la extensión, altura, claridad y uniformidad de los movimientos (FINA, 2017; Hernández Mendizábal, 2015).

En los últimos años se ha ido acercando a un perfil más atlético, incluyendo en las coreografías elementos acrobáticos, incrementando la velocidad de movimiento y, en su conjunto, exigiendo de las deportistas una mayor capacidad para generar fuerza por unidad de tiempo (Zamora, 2015).

De este modo, una de las habilidades fundamentales en la natación sincronizada son los saltos, cuando las deportistas, empleando técnicas específicas de esta modalidad, elevan su cuerpo, tan alto como les es posible, por encima de la superficie del agua (Peric et al., 2012).

## Justificación del estudio

El concepto clásico de fuerza “toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de los cuerpos o capaz de deformarlos”, adaptado al ámbito deportivo puede definirse como “la capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o para modificar la aceleración del mismo (iniciar o detener un movimiento, aumentar o reducir su velocidad o cambiar su dirección)” (González-Badillo y Gorostiaga, 2015). Dadas las demandas de las realidades competitivas deportivas, la fuerza debe considerarse como un factor de suma importancia. Más concretamente, la cantidad de fuerza producida por unidad de tiempo (RFD) será el principal factor de éxito en la práctica totalidad de las disciplinas deportivas (González-Badillo y Gorostiaga, 2015; Kraska et al., 2009; Suchomel, et al., 2016).

El entrenador, en su tarea de planificador del proceso de preparación, debe plantearse una serie de cuestiones respecto al entrenamiento de la fuerza: posibles efectos positivos y negativos, nivel de fuerza requerido para la modalidad, tiempo necesario para lograr los objetivos deseados, tiempo disponible, ejercicios a practicar, exigencias de entrenamiento de otras cualidades y entrenamiento específico (González-Badillo y Gorostiaga, 2015).

Para el adecuado desarrollo de ciertos condicionantes del rendimiento como la fuerza y la flexibilidad deben llevarse a cabo, habitualmente, sesiones de preparación en

seco (Mountjoy, 2009). El objetivo de este entrenamiento es producir algún efecto de transferencia sobre las acciones específicas, que conlleve la mejora del rendimiento. Si un contenido o método de preparación no tiene efecto sobre el rendimiento específico, con toda probabilidad los profesionales del entrenamiento descartarán dicho trabajo. Saber si este trabajo de acondicionamiento fuera del medio específico de competición produce los efectos deseados y conlleva una mejora del rendimiento es de capital importancia y, para ello, se debe desarrollar y aplicar sistemáticamente una batería de test adecuados (González-Badillo y Gorostiaga, 2015; Gorostiaga, 2015; Suchomel et al., 2016; Uljevic, et al., 2013).

En la actualidad, los test específicos ganan en popularidad, máxime cuando entran a valorar modalidades deportivas acuáticas donde los datos obtenidos mediante test que no sean desarrollados en el medio natural de competición probablemente tendrán limitada aplicación en el agua (Sajber et al., 2013; Uljevic et al., 2013).

Este estudio se centró en comprobar los efectos sobre la fuerza de dos periodos de preparación, uno sin la utilización de cargas externas y otro con su utilización (pesas). El trabajo se llevó a cabo con un único grupo de nadadoras de natación sincronizada ( $14 \pm 1$  años y  $57.14 \pm 5.75$  kg de peso). La valoración se realizó en tres momentos diferentes de la temporada: a) pretemporada y pretest; b) primera fase de intervención (sin carga externa añadida) y postest 1; c) segunda fase de intervención (con carga externa añadida), y d) postest 2. La valoración del efecto del entrenamiento se hizo con un ejercicio en seco: salto con contramovimiento (CMJ), y de forma específica, dentro del medio de competición, a través de la altura alcanzada con los gestos técnicos específicos *boost* y tintorera.

Se seleccionaron, para el entrenamiento de fuerza, los ejercicios de cargada, sentadilla y saltos con carga, basándose en el patrón técnico específico de los gestos a evaluar. Tanto el *boost* como la tintorera guardan determinadas similitudes con el gesto de salto vertical en seco. Por un lado, la altura en el *boost* depende de una potente y repentina patada de braza coordinada con la extensión de cadera y tronco. Por su parte, la tintorera, si bien se trata de un impulso vertical en posición invertida con empuje de brazos, del mismo modo implica una enérgica extensión de cadera y tronco (Homma, et al., 2014).

Conociendo la técnica de los gestos mencionados, asumiendo que son dos de los elementos más empleados en natación sincronizada, y que están relacionados con la producción de fuerza en la unidad de tiempo (RFD) (Peric et al., 2012), se plantea la hipótesis de que, mediante un entrenamiento de fuerza dirigido a mejorar la RFD del tren inferior (valorada esta mediante el CMJ), se producirán mejoras en el rendimiento de estos dos gestos implicados en la realidad competitiva.

Tanto la cargada como la sentadilla son ejercicios que, además de guardar similitudes con los patrones técnicos de los

gestos a evaluar, generan una elevada potencia y su ejecución permite el desplazamiento de la carga a gran velocidad. Por su parte, los saltos, obviamente, también son un buen ejercicio para la propia mejora de este. Los mejores resultados (Adams et al., 1992; Fatouros et al., 2000), se obtienen al combinar ambos tipos de entrenamiento: combinación de ejercicios olímpicos (o parciales, como la sentadilla y la cargada de fuerza) y saltos (González-Badillo y Gorostiaga, 2015).

Se ha observado que no existen en la literatura científica trabajos que estudien la eficacia del entrenamiento de fuerza con carga externa añadida para la mejora del rendimiento en el CMJ y del rendimiento competitivo específico en natación sincronizada. Del mismo modo son escasos o inexistentes los procedimientos de valoración de la fuerza específica en dicha modalidad.

## Metodología

### Participantes

La muestra del estudio la conformaron 10 nadadoras de natación sincronizada ( $n = 10$ ) de categoría infantil y junior ( $14 \pm 1$  años y  $57.14 \pm 5.75$  kg de peso), con tiempos de preparación entre tres y seis años y sin experiencia previa en el entrenamiento de fuerza con cargas externas añadidas.

### Aspectos éticos

Todas las participantes fueron informadas sobre el estudio y dieron su consentimiento informado para llevarlo a cabo. El protocolo experimental fue realizado de conformidad con los principios de la Declaración de Helsinki.

### Tintorera y boost

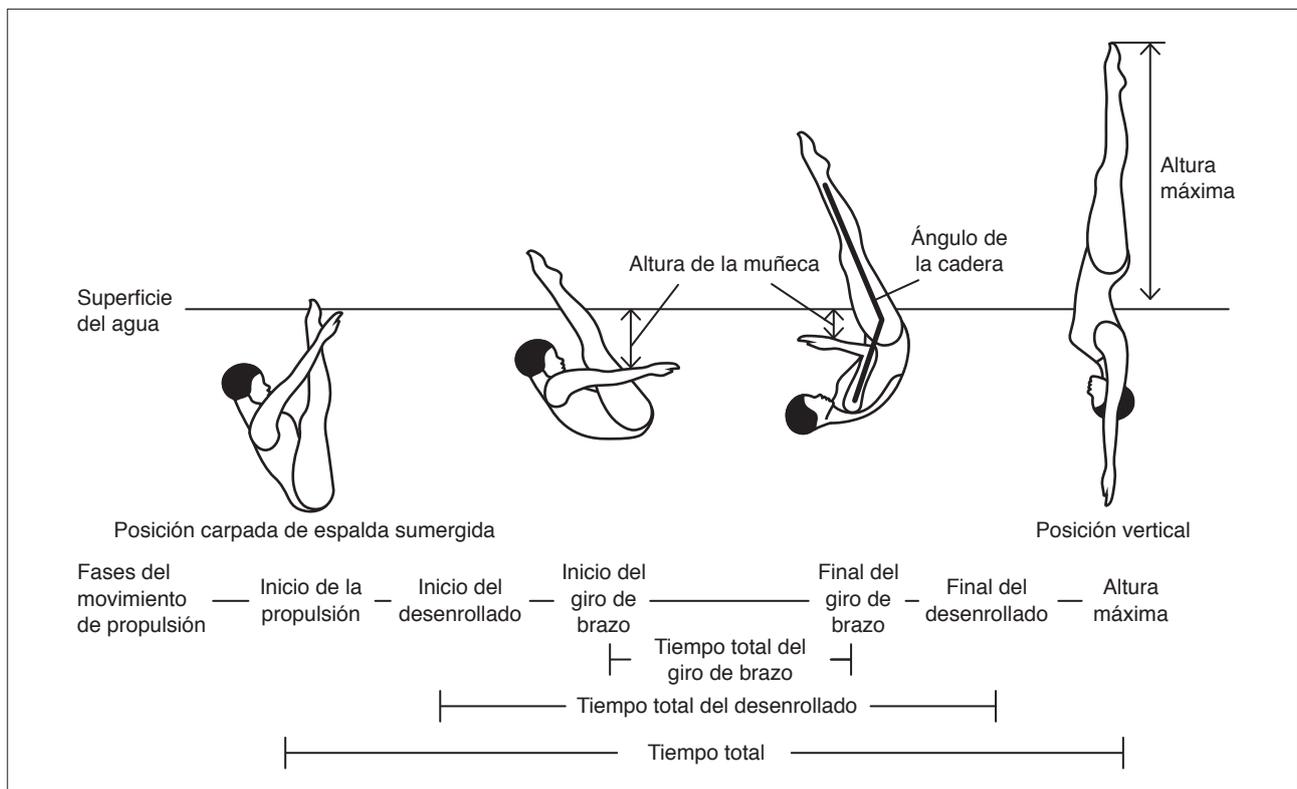
La tintorera y el *boost* son dos de los saltos más ejecutados en la natación sincronizada.

La tintorera es un movimiento en el que la deportista eleva, tan alto como le sea posible, las piernas y las caderas en una posición invertida.

Desde una posición estirada de frente (boca arriba, cuerpo estirado con la cara, pecho, muslos y empeines en la superficie, manteniendo en la línea de esta, las orejas, caderas y tobillos alineados), la deportista empieza a sumergirse mientras adopta una posición carpada, manteniendo las piernas perpendiculares a la superficie, pasando entonces a ejecutar un rápido y explosivo movimiento de extensión del cuerpo (tronco y cadera) elevándose, en posición invertida, por encima de la superficie del agua, al mismo tiempo que ejecuta un impulso vertical con las extremidades superiores (Homma et al., 2014). (Figuras 1, 2 y 4).

**Figura 1**

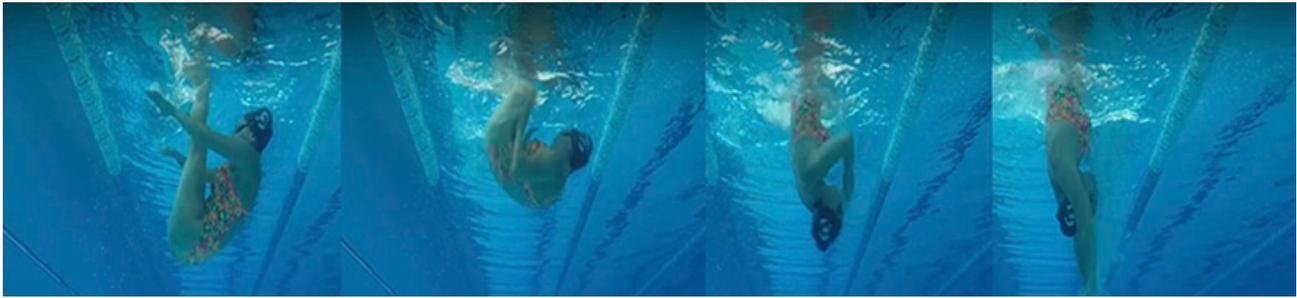
Fases técnicas del impulso vertical en la tintorera.



Nota: Extraído de Homma et al. (2014).

**Figura 2**

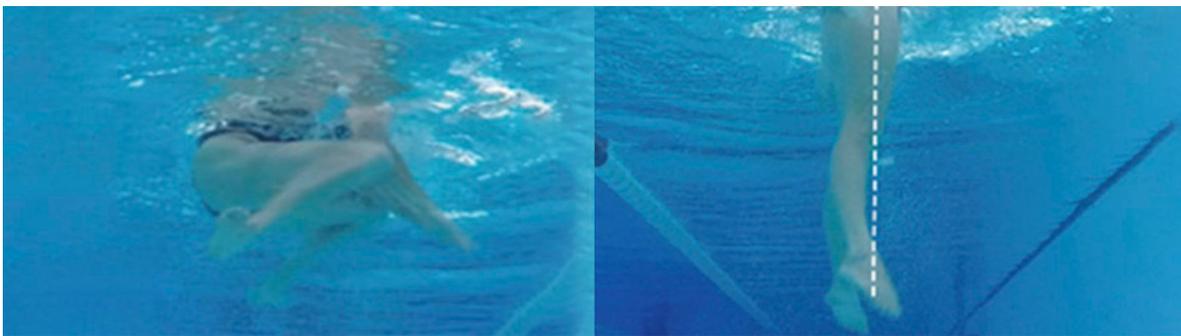
Vista subacuática de impulso vertical, tintorera.



Nota. Recuperado de <https://synkrolovers.com/ir-mas-alta-hiando-la-barracuda-la-natacion-sincronizada/?lang=en> (07 de junio de 2018).

**Figura 3**

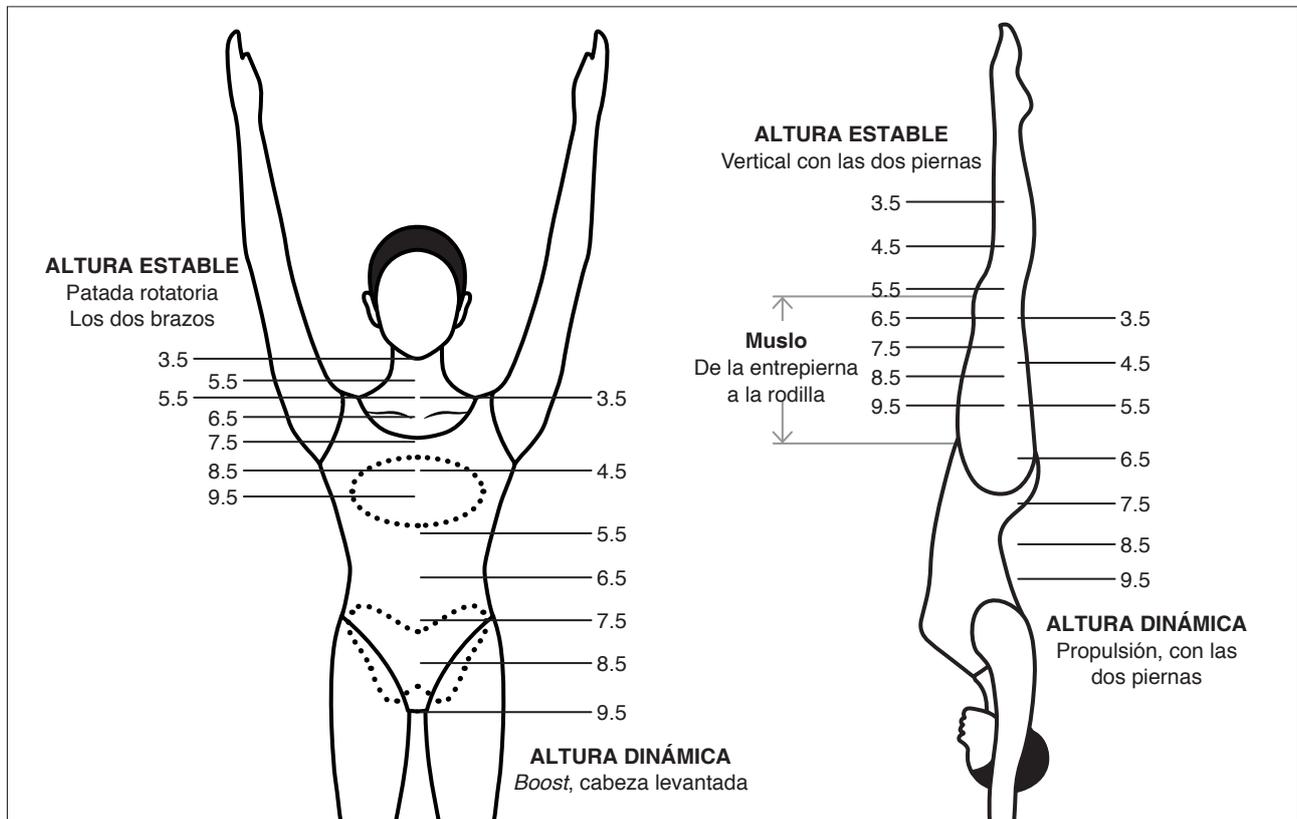
Vista subacuática de impulso vertical, boost.



Nota: Fuentes, A. (5 de febrero de 2019). Recuperado de <https://synkrolovers.com/consejos-natacion-sincronizada-bien-boost-brazos/?lang=en>.

**Figura 4**

Escala de orientación para la altura.



Nota: Extraído del manual de la FINA para jueces, entrenadores y árbitros (FINA, 2017).

El *boost* consiste en impulsar y elevar la parte superior del cuerpo lo más alto posible mediante una enérgica patada de braza y una coordinada y potente extensión del cuerpo con la participación de los brazos y extensión de codos.

Dadas sus características, ambos elementos son considerados movimientos relacionados con la fuerza explosiva (Peric et al., 2012) o la producción de fuerza en la unidad de tiempo (RFD).

### Recogida de datos

El objetivo fue valorar y comparar los efectos de dos periodos de entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento en los ejercicios de salto vertical, tintorera y *boost*, considerándose el mismo como un reflejo de la capacidad de las deportistas para aplicar fuerza en relación con el tiempo (RFD).

#### CMJ

Se registraron en vídeo (Sony  $\alpha 68$ , 50 fps) tres saltos para cada deportista con un descanso de tres minutos entre cada ejecución.

El test correspondiente al CMJ (ejecución del salto) se llevó a cabo de acuerdo con las pautas descritas en Bosco, et al. (1983) y Bosco (1994). El gesto a evaluar fue un salto vertical con contramovimiento, con el que se pretendía elevar al máximo el centro de gravedad a través de una súbita flexoextensión de cadera y rodillas, y, en este estudio, se le sumó la acción conjunta y coordinada de los brazos. Las deportistas fueron instruidas a tomar contacto con el suelo, tras la fase de vuelo, de la misma forma que despegaron (rodillas y tobillos extendidos), permaneciendo las piernas y pies totalmente estirados durante dicha fase de vuelo. La posición inicial de las nadadoras era “de pie con el cuerpo estirado y guardando la vertical (sin flexión de caderas o rodillas y sin inclinación hacia los lados o delante-atrás)” (Bosco et al., 1983; Bosco, 1994; Reyes, et al., 2011).

A partir de la filmación se estimó el tiempo de vuelo mediante el *software* Kinovea (versión 0.8.24). Conociendo el lapso de tiempo transcurrido entre fotogramas y el número de fotogramas para la fase de vuelo, fue posible obtener una estimación del tiempo que las deportistas están en el aire.

Se estableció como primer fotograma el momento en que los pies de la deportista abandonan el contacto con el suelo, tomando como última imagen el instante en el que la nadadora vuelve a contactar con el mismo. Para calibrar el tiempo fue necesario darle al programa cuanto tiempo pasa entre imágenes. Esta cámara en concreto registró los saltos a 50 fotogramas o imágenes por segundo (50 fps). Es decir, que entre imagen e imagen pasan 1/50 segundos, lo que representa que entre fotogramas transcurren 0.02 s. A partir de aquí se puede estimar la altura alcanzada aplicando la siguiente fórmula (Bosco et al., 1983):

Altura alcanzada ( $h$ ) =  $1/2g*(Tv/2)^2 = g*(Tv)^2/8$ , donde  $g$  es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s) y  $Tv$  es el tiempo de vuelo.

Las filmaciones se realizaron en un recinto cubierto, enmoquetado, ejecutándose el salto sin calzado. Se estandarizó la colocación de la cámara para que las grabaciones futuras se realizaran en las mismas condiciones que las anteriores.

Previamente al test, todas las nadadoras realizaron un calentamiento estandarizado: 10 minutos de carrera suave y movilidad articular, esprints (4 x 10 m aprox.), 3 saltos suaves en los que se busca coordinar con los brazos, 3 saltos submáximos y 3 últimos saltos máximos.

#### Boost y tintorera

El test tuvo lugar en una piscina de 1.80 metros de profundidad. Cada deportista realizó tres *boost* y tres tintoreras, con un descanso aproximado de tres minutos entre cada ejecución. Todos los intentos de ambos gestos fueron registrados en vídeo (Sony  $\alpha 68$ , 50fps) para su posterior análisis con el *software* Kinovea (versión 0.8.24).

Antes del test, las nadadoras completaron un calentamiento estandarizado consistente en 100 m de cada estilo (crol, espalda, braza y mariposa) y tres intentos de los gestos a evaluar.

El rendimiento en cada gesto se obtuvo a partir de la estimación de la distancia (altura) desde la superficie del agua hasta la punta del pulgar del pie en el caso de la tintorera, y desde la superficie hasta la parte más elevada del hueso frontal del cráneo de la nadadora para el *boost*.

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 pueden observarse las posiciones iniciales y finales de los gestos evaluados.

**Figura 5**

Posición inicial del boost.



Fuente: imágenes propias.

**Figura 6**

Posición final del boost.



Fuente: imágenes propias.

**Figura 7***Posición inicial de la tintorera.*

Fuente: imágenes propias.

**Figura 8***Posición final del boost.*

Fuente: imágenes propias.

Para que el programa fuera capaz de cuantificar dicha medida se parametrizó el espacio con la altura del poyete de salida respecto a la superficie del agua.

El nivel del agua se estableció mediante las marcas en los laterales de la piscina pintadas de azul. Por tanto, simplemente se midió desde dicha marca hasta el borde superior próxima al del poyete.

*Entrenamiento de fuerza*

Sin carga externa añadida.

Los ejercicios empleados en el trabajo de fuerza fueron los presentados en la tabla 1

Con carga externa añadida

Antes del entrenamiento se llevó a cabo un proceso de

**Tabla 1***Ejercicios empleados durante el primer periodo de intervención. Sin carga externa añadida.*

Ejercicios sin carga externa añadida (sin pesas)		Series	Repeticiones
Autocargas	Flexiones	3-4	8-12
	Dominadas	3-4	6-10
	Multisaltos	3-5	5-10
	Pliometría	0	90-150 saltos
	Isometría	3-4	30"
	TRX	3-4	10-15
Ejercicios técnicos, remadas y gestos propulsivos con bandas elásticas	Remada americana	3-4	15-20
	Remada sustentación	3-4	15-20
	Propulsión tintorera	3-4	10-15
Multilanzamientos B.M.	Por encima de la cabeza (saque banda)	3-5	10
	Frontal (pase pecho)	3-5	10
	Lateral dos manos	3-5	10/lado
	Smash contra suelo	3-5	20"- 30"
	Smash contra suelo con salto	3-5	20"- 30"
Ejercicios técnicos tren inferior y de amplitud de movimiento (cadera)	Estiramientos dinámicos vel. baja-media (flexión, extensión, abducción, cadera)	2-3	10-15
	Flex./ext./abd. controlada cadera hasta máx. amplitud activa (sin contramovimiento)	2-3	10-15
	Rotación y ext. de cadera desde abducción 90° de la misma	2-3	10-12
	Mismos ejercicios anteriores con lastres en los tobillos o bandas elásticas	2-3	10
Elementos acrobáticos	Puntal (equilibrio vertical 3 apoyos)		
	Pino		
	Pino puente		
	Puente con pierna vertical		
	Remonte desde puente		

**Tabla 2***Progresión de las cargas para la sentadilla.*

Semanas	Sentadilla													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Series x repeticiones	4x12	3x10	2x10	1x10	3x10	2x10	1x10	3x10	2x10	2x10	1x10	1x10	3x10	3x10
			1x10	2x10		1x10	2x10		1x10	1x10	2x10	2x10		
Carga: barra + peso (Kg)	s/c	10	10	10	15	15	15	20	20	20	20	20	25	25
			15	15		20	20		25	25	25	25		

\*s/c: Sin carga externa añadida.

**Tabla 3***Progresión de las cargas para la cargada de fuerza.*

Semanas	Cargada													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Series x repeticiones	P.A.	3x10	2x10	1x10	3x8	2x8	1x8	3x6	3x6	3x8	3x8	2x8	2x8	1x8
			1x8	2x8		1x6	2x6					1x4	1x4	2x4
Carga: barra + peso (Kg)	8	8	8	8	13	13	13	18	18	18	18	18	18	18
			13	13		18	18					23	23	23

\*P.A.: Práctica Analítica del ejercicio (técnica).

**Tabla 4***Progresión en los saltos con carga.*

Semanas	Saltos con carga													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Series x repeticiones				Multisaltos				4x10	4x10	5x10	5x10	5x10	5x10	5x10
Carga			Sin carga externa añadida				Progresión de un mínimo de 3-5 a un máximo de 5-7 kg (incrementos de .5-1.5 kg/semana)							

enseñanza aprendizaje en el que las deportistas asimilaban las bases técnicas que permiten una ejecución segura de los ejercicios a realizar. Las 14 semanas de entrenamiento de fuerza con carga externa añadida consistieron en una sesión semanal de una hora. Los ejercicios seleccionados fueron la sentadilla, la cargada de fuerza y los saltos con carga. En las tablas 2, 3 y 4, la progresión y las cargas planteadas para los ejercicios de cargada de fuerza, sentadilla y los saltos con carga.

Antes de llegar a las cargas (kg) que se indican para cada sesión de entrenamiento, el sujeto realizó dos o tres series de calentamiento con pesos inferiores y con el mismo número de repeticiones por serie, o alguna más, que las propuestas para los pesos máximos de cada día.

Cada repetición debía de realizarse a la máxima velocidad posible. La recuperación entre series fue de tres minutos aproximadamente.

En el caso de los saltos con carga, estos se iniciaron a partir de la octava semana, preparando a las deportistas previamente con ejercicios de multisaltos (pliometría con conos y bancos de diferentes alturas, saltos horizontales, pentasaltos, saltos verticales, saltos al banco, etc).

Las cargas propuestas y las progresiones para cada ejercicio plasmadas en las tablas 2 y 3 son las planteadas

para aquellos sujetos que evolucionan favorablemente, manifestándose cambios técnicos adecuados en la ejecución de los ejercicios. En función de la apreciación subjetiva de la facilidad con la que las deportistas eran capaces de desplazar la carga y de la calidad técnica con la que lo hacían, se aumentaban las cargas según la progresión programada, retrasando, si era necesario, los incrementos en la carga absoluta, así como la cantidad de series para cada magnitud de peso.

Todas las deportistas iniciaron la práctica con la misma carga mínima (peso de la barra) en los ejercicios de sentadilla y de cargada (peso de la barra: 10 y 8 kg respectivamente). Las progresiones fueron de 5 kg. En el caso de la sentadilla, el peso máximo con el que se llegó a trabajar fue de 25 kg para todos los sujetos. Para la cargada, el peso medio máximo utilizado fue de 20 kg (entre 18 y 23 kg). La variación entre sujetos en ambos casos tuvo lugar en la cantidad de series realizadas con dicha carga máxima absoluta (entre 1 y 3) y en las semanas durante las que se prolongó la carga máxima para cada sujeto.

En cuanto a la selección de la carga para los saltos, se tomaron como referencia las marcas de las deportistas en el test de salto vertical (a mayor capacidad de salto, mayor carga propuesta para el ejercicio y mayor magnitud

de progresión cuando se requiere). La progresión a lo largo de las semanas se pautó a través de la observación de la ejecución (técnica-facilidad de movimiento) del ejercicio.

## Procedimiento

El estudio se llevó a cabo a lo largo de la temporada en tres fases: a) pretemporada y pretest; b) primera fase de intervención y postest 1, y c) segunda fase de intervención y post-test 2.

Las deportistas fueron evaluadas mediante la batería de test seleccionada una vez finalizada la pretemporada (pretest: línea base o punto de partida).

Las horas de entrenamiento semanal en seco durante toda la temporada (28 semanas) fueron cinco: una hora de flexibilidad, una hora de ballet, una hora de preparación específica para pruebas de pase de nivel (según la RFEN, 2018: “pruebas de aptitud que tienen como finalidad establecer unos criterios de iniciación y progresión en la especialidad”; permiten el acceso a las diferentes competiciones nacionales), una hora de fuerza (sin y con carga externa añadida en primera y segunda intervención respectivamente) y una hora destinada al control de core y fuerza específica (ejercicios técnicos, remadas y gestos propulsivos, elementos acrobáticos, amplitud activa de movimiento...). Además del trabajo en seco las deportistas realizaban el entrenamiento habitual en la piscina.

Durante las primeras 14 semanas de la temporada tuvo lugar la primera intervención. En este tiempo las nadadoras siguieron un entrenamiento habitual en agua y en seco caracterizándose este último por el trabajo de fuerza con autocargas y bandas elásticas. No se emplearon cargas externas añadidas. Al cabo de este primer periodo, las deportistas fueron evaluadas nuevamente.

En el transcurso de las siguientes 14 semanas de entrenamiento (segunda fase de la intervención), el proceso de preparación consistió en el mismo tipo de entrenamiento que ya realizaban, pero sustituyendo el entrenamiento de fuerza habitual por el trabajo con carga externa añadida (una hora semanal de cinco disponibles).

Una vez concluido el segundo periodo de entrenamiento, las deportistas realizaron por tercera y última vez los test planteados.

## Análisis estadístico

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación típica. Se aplicó un ANOVA de medidas repetidas para comparar los cambios producidos en los distintos test. Se analizó la fiabilidad de las medidas realizadas aplicando el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el error típico de medida y su expresión en términos relativos a través del coeficiente de variación (CV). Para el análisis de la correlación entre

las variables y los cambios de las mismas se empleó el coeficiente de correlación bivariado de Pearson. En todos los casos se consideró estadísticamente significativo un resultado si la probabilidad de error era igual o menor que el 5% ( $p \leq .05$ ).

## Resultados

Los procedimientos evaluativos mostraron una buena estabilidad o fiabilidad. Los resultados fueron: coeficiente de correlación intraclase e intervalos de confianza del 95% de .95 (.91-.98), .98 (.96-.99) y .89 (.78-.96) para los test de tintorera, *boost* y salto vertical en seco, respectivamente, y coeficientes de variación de 3.26, 1.76 y 6.43 para las mismas pruebas, respectivamente.

Se encontraron diferencias significativas en el *boost*, entre el test inicial o pretest y el test final o postest 2, a favor del test final (tabla 5). En el CMJ hay diferencias significativas entre el postest 2 y el pretest y postest 1, siempre a favor del test final (tabla 6).

**Tabla 5**

Estadísticos descriptivos de los test de boost.

Boost	
Valoración	Media $\pm$ DT
Boost pretest	70.07 $\pm$ 9.23
Boost postest 1	71.69 $\pm$ 9.06
Boost postest 2	72.52 $\pm$ 8.60*

\* Cambios significativos respecto a los valores del pre-test.

Boost post-2 > boost pre ( $p < .05$ ).

**Tabla 6**

Estadísticos descriptivos de los test de CMJ.

CMJ	
Valoración	Media $\pm$ DT
CMJ pretest	24.52 $\pm$ .043
CMJ postest 1	24.65 $\pm$ .031
CMJ postest 2	26.57 $\pm$ .041** &&

\* Cambios significativos respecto a los valores pretest.

CMJ post-2 > CMJ pre ( $p < .01$ ).

&& Cambios significativos respecto al postest 1.

CMJ post-2 > CMJ post-1 ( $p < .01$ ).

No se encontraron cambios significativos en la tintorera para ninguno de los test (tabla 7).

**Tabla 7**

Estadísticos descriptivos de los test de tintorera.

Tintorera	
Valoración	Media $\pm$ DT
Tintorera pretest	96.45 $\pm$ 11.69
Tintorera postest 1	93.39 $\pm$ 10.67
Tintorera postest 2	93.89 $\pm$ 11.95

**Tabla 8**

Correlaciones entre CMJ, tintorera y boost.

	Boost_pre	CMJ_pre	Boost_post1	CMJ_post1	Boost_post2	CMJ_post2
Tintorera	.871*	.561	.638*	.412	.643*	.314
Boost		.784**		.768**		.839**

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ 

Se encontró relación positiva significativa entre el *boost* y la tintorera ( $p < .05$ ) y entre el CMJ y el *boost* ( $p < .01$ ) en todas las ocasiones que se midieron. El CMJ y la tintorera muestran una correlación positiva pero nunca llega a la significación estadística (tabla 8).

En cuanto a la correlación entre los cambios, se observó correlación positiva significativa ( $r = .643$ ;  $p < .05$ ) entre los cambios en el CMJ y los cambios en la tintorera entre los test post-2 y pretest y próximo a la significación con el *boost* ( $r = .602$ ;  $p = .065$ ) (tabla 9).

**Tabla 9**

Correlaciones entre los cambios pretest y post-2 de las variables CMJ, tintorera y boost.

	Tintorera	Boost
CMJ	.643*	.602
Tintorera		.416

\* ( $p < .05$ ).CMJ-Boost:  $p = .06$ .

## Discusión

El principal hallazgo fue que el entrenamiento de fuerza produjo una mejora significativa del rendimiento de las deportistas en los test planteados, en comparación con la ausencia de cambios en el rendimiento con el entrenamiento habitual (CMJpost-2 > CMJpre ( $p < .01$ ) y CMJpost-2 > CMJpost-1 ( $p < .01$ ); *boost* post-2 > *boost* pre ( $p < .05$ ). Aunque no se detectaron cambios significativos para la tintorera, se observó una pequeña mejora respecto al periodo sin carga externa (tabla 7). Esta mejora del rendimiento en las pruebas de CMJ, *boost* y tintorera reflejan un incremento de la capacidad de las nadadoras para aplicar fuerza por unidad de tiempo (RFD) en dichos gestos.

El reducido efecto de la intervención sobre la tintorera puede explicarse por la ausencia de estímulo con carga externa para los miembros superiores. De acuerdo con (Homma et al., 2014) la altura de la tintorera depende de la técnica de dos “bloques” diferenciados: lo que la autoría denomina desenrollar (*to unroll*) entendiéndose esto como la extensión del cuerpo, desde la posición carpada del inicio, hasta alcanzar la extensión vertical completa (susceptible de mejora con esta intervención). Y la remada, tracción o empuje, así como el impulso final, todo a cargo de los miembros superiores.

Se puede pensar en la inclusión de ejercicios para los grupos musculares del tren superior en combinación con los propuestos, para un efecto favorable sobre el rendimiento de la tintorera.

También se han observado correlaciones significativas entre las marcas en el CMJ y en el *boost*, así como entre el rendimiento en este último y en la tintorera. La correlación entre las puntuaciones directas de las variables mencionadas (CMJ-*boost* y *Boost*-tintorera) permite sostener la existencia de elementos comunes que explican sus varianzas mutuamente, lo cual puede ser relevante para la programación del entrenamiento de fuerza (mejora de fuerza máxima y la RFD).

Los valores del CCI y CV mostraron que las medidas de las variables estudiadas son lo suficientemente estables como para que estas sean válidas.

Junto con lo anterior, la ausencia de efectos tras el primer periodo de intervención sugiere que los cambios obtenidos tras el siguiente ciclo de preparación deben estar relacionados con el trabajo de fuerza, justificándose así los efectos positivos del entrenamiento realizado.

No se ha encontrado literatura con procedimientos de valoración de la fuerza específica en natación sincronizada, ni se ha encontrado información referente al entrenamiento de la RFD en esta modalidad; como excepción se halló el trabajo de Peric et al. (2012). Estas autorías plantean los mismos gestos (CMJ, *boost* y tintorera) como acciones que exigen la capacidad de las nadadoras para expresar altos valores de fuerza por unidad de tiempo (RFD) y, valoran la fiabilidad de los mismos test empleados en este trabajo, pero con sistemas de medición distintos, buscando, además, relaciones entre el rendimiento en los mencionados gestos y el rendimiento en competición. Su metodología no es la misma que la empleada aquí, puesto que se trata de un estudio descriptivo de test único, donde no se produce ninguna intervención, por consiguiente, los resultados no son directamente comparables con los hallados en esta investigación. Por otro lado, estas autorías emplean el  $\alpha$  de Cronbach como índice de fiabilidad de los datos obtenidos en los test. Este índice no es el adecuado en este estudio, sino el coeficiente de correlación intraclass y el coeficiente de variación, ya que se trata de variables cuantitativas continuas.

No se han encontrado estudios referentes a las relaciones entre el CMJ y los gestos en agua, por tanto, no se puede

contrastar con valores de natación sincronizada la información obtenida en el presente estudio. Sin embargo, en el caso del waterpolo, sí que se han estudiado las relaciones entre la capacidad de salto en seco y el salto vertical en agua (Platanou, 2005), gesto cuya técnica mantiene grandes similitudes con la de natación sincronizada (*boost*). Así, se ha observado una correlación muy pobre entre el salto en seco y el salto vertical en agua ( $r = .25$ ) (Platanou, 2005), mientras que en este caso, los valores correlacionales entre el CMJ y el *boost* son bastante más elevados y significativos (tabla 8). La metodología empleada por Platanou (2005) para la valoración en los test recuerda al test de Sargent, tanto para el salto en seco como para la valoración en agua. En su estudio, Platanou (2005) únicamente aporta datos de fiabilidad del salto vertical en agua (*boost*), sin hacer referencia a la fiabilidad en el salto en seco. El índice de fiabilidad para medidas repetidas empleado por el autor viene expresado con “*r*” ( $r = .92-.94$ ) lo que parece hacer referencia al coeficiente de correlación de Pearson. Nuevamente, este coeficiente empleado no es válido, en ningún caso, para expresar la fiabilidad de medidas repetidas. Por tanto, tampoco es posible comparar la fiabilidad del sistema de valoración.

Las diferencias en la metodología de valoración empleada pueden explicar las discrepancias entre los resultados en cuanto a las correlaciones entre CMJ y *boost*. En este estudio, el ángulo de partida del tronco de las deportistas es lo más pequeño posible, encontrándose la espalda prácticamente en paralelo a la superficie del agua (Figura 5) (la posición de partida del centro de masas se encuentra más elevada, facilitando su elevación) (Sanders, 1999), lo que permite solicitar, durante el gesto, la intensa participación de la musculatura extensora de cadera, tal y como sucede durante el CMJ (Dávila et al., 2012; Luhtanen y Komi, 1978; Vanrenterghem, et al., 2008), mientras que posiciones de inicio del salto en el agua con ubicaciones del tronco más cercanas a la vertical, tal y como sucede en el trabajo de Platanou (2005), reducen la implicación de dichos grupos musculares además de hacer descender el centro de masas. Esta variación podría explicar la falta de relación entre el rendimiento en los test en el trabajo de Platanou y, por tanto, la discrepancia con los resultados de este trabajo.

Por otro lado, la ausencia de detalles en la descriptiva del procedimiento de valoración del salto vertical en seco no permite asegurar que el gesto empleado sea el mismo que en nuestro caso (CMJ, con contramovimiento), por lo que posibles variaciones en el protocolo (sin contramovimiento o SJ) pueden haber alterado el rendimiento obtenido en la prueba, así como cualquier posible semejanza entre el gesto en seco y el salto en agua, afectando esto a la correlación entre las marcas.

Finalmente, cabe mencionar la concordancia de estos datos con la posición de varios estudios (Peric et al. 2012;

Platanou, 2005; Zamora, 2015). Se mantiene que los saltos en el agua en general, y en la natación sincronizada en particular (tanto la tintorera como el *boost*), reúnen los requisitos necesarios para ser gestos representativos de la producción de fuerza en la unidad de tiempo. Estos resultados parecen coincidir con dicho planteamiento puesto que se ha observado una correlación positiva significativa ( $r = .643$ ;  $p < .05$ ) entre los cambios en el CMJ y los cambios en la tintorera entre los test post-2 y pretest y próxima a la significación con el *boost* ( $r = .602$ ;  $p = .065$ ). Si se considera el CMJ como un reflejo de la capacidad de la deportista para aplicar fuerza en la unidad de tiempo (Bosco et al., 1983; Kraska et al., 2009; Reyes et al., 2011; Suchomel et al., 2016; Vanrenterghem et al., 2008), y se han encontrado relaciones positivas entre dicho rendimiento y la mejora en los gestos de tintorera y *boost*, se puede sugerir que ambas acciones son representativas de la RFD específica en nadadoras de sincronizada, y que, tal y como se ha observado con los datos expuestos en el presente estudio, la RFD en natación sincronizada es susceptible de mejora a través de un adecuado programa de entrenamiento de la fuerza.

Se puede sostener que una mínima frecuencia de estímulo empleada para el trabajo de fuerza (1 hora semanal) es suficiente para la mejora del rendimiento en el CMJ, con posible efecto de transferencia para los gestos de *boost* y tintorera lo cual, muy probablemente conlleve una mejora del rendimiento en competición (Peric et al., 2012).

En cuanto a la dosificación de la carga, especialmente en relación con el carácter del esfuerzo o intensidad, se ha optado por una metodología observacional subjetiva, tanto para establecer el peso de trabajo como para determinar las repeticiones a realizar. Principalmente por no disponer de otros medios, pero existen razones que sustentan esta decisión. En primer lugar, la estimación de la RM conlleva, y sobre todo en deportistas jóvenes sin experiencia en el entrenamiento de fuerza, ciertas limitaciones y contradicciones, entre las cuales se pueden destacar la imprecisión de la estimación como consecuencia de la inhibición producida por miedo o inseguridad (puede llevar a conclusiones erróneas) y el consecuente riesgo de lesión. En segundo lugar, y en relación con las repeticiones pautadas para cada deportista, estas se establecían en función de la apreciación subjetiva de la facilidad con la que las deportistas eran capaces de desplazar la carga y de la calidad técnica con la que lo hacían a lo largo de la serie, dando una idea del carácter del esfuerzo que esta supone (González-Badillo y Gorostiaga, 2015).

Debe tenerse en cuenta que los efectos de este estudio se han producido con deportistas de poca experiencia en el entrenamiento de fuerza, lo que podría permitir un mayor efecto del entrenamiento, dado el escaso desarrollo de su potencial de adaptación genético (González-Badillo, 2015).

Por tanto, la generalización de los resultados solo debería hacerse a una población de características semejantes sin que esto represente que se descarte un efecto positivo de este tipo de entrenamiento para deportistas más entrenadas.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que sería recomendable la inclusión del entrenamiento de fuerza con carga externa añadida dentro del proceso de preparación de la natación sincronizada. Concretamente, los ejercicios de cargada de fuerza, sentadilla y saltos con carga han resultado ser contenidos eficaces del mismo para la mejora de la RFD y RFD específica de las nadadoras (estimada mediante los test planteados).

## Referencias

- Adams, K., P. O'Shea, J., L. O'Shea, K., & Climstein, M. (1992). The Effect of Six Weeks of Squat, Plyometric and Squat-Plyometric Training on Power Production. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6. <https://doi.org/10.1519/00124278-199202000-00006>
- Badillo, J., & Gorostiaga, E. (2015). Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la fuerza. Notes from module 3.3 of the Master's degree in ARD. COES-UCAM. Madrid. Spain.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Ed. Paidotribo. Barcelona.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Dávila, M. G., Garrido, J. M., Amaro, F. J., Ramos, M., & Ruiz, F. J. R. (2012). Método para determinar la contribución segmentaria en los jumps: su aplicación en el jump vertical con contramovimiento. *European Journal of Human Movement*, (29), 6-16. ISSN: 0214-0071. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2742/274224827001>
- Fatouros, I., Jamurtas, T., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggeloussis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14. <https://doi.org/10.1519/00124278-200011000-00016>
- FINA. (2017, 2021). *FINA Artistic Swimming Manual for Judges, Coaches & Referees*. Retrieved from [https://www.fina.org/sites/default/files/fina\\_as\\_manual\\_2017-2021.pdf](https://www.fina.org/sites/default/files/fina_as_manual_2017-2021.pdf)
- Gorostiaga, E. (2015). *Evaluación del deportista de alto rendimiento deportivo*. Notes from module 5.3 of the Master's degree in ARD. COES-UCAM. Madrid. Spain.
- Hernández Mendizábal, S. (2015). *Entrenamiento propioceptivo para la stroke de soporte en vertical en natación sincronizada* (Universidad de Castilla-La Mancha). Retrieved from <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/7382>
- Homma, M., Nakagawa, K., & Ito, K. (2014). *Sculling and unroll-body-action techniques in the thrust movement of synchronised swimming based on three-dimensional motion analysis*. Paper presented at the 12th International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra, Australia.
- Kraska, J. M., Ramsey, M. W., Haff, G. G., Fethke, N., Sands, W. A., Stone, M. E., & Stone, M. H. (2009). Relationship Between Strength Characteristics and Unweighted and Weighted Vertical Jump Height. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(4), 461-473. <https://doi.org/10.1123/ijspp.4.4.461>
- Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1978). Segmental contribution to forces in vertical jump. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 38(3), 181-188. <https://doi.org/10.1007/BF00430076>
- Mountjoy, M. (1999). THE BASICS OF SYNCHRONIZED SWIMMING AND ITS INJURIES. *Clinics in Sports Medicine*, 18(2), 321-336. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70148-4](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70148-4)
- Mountjoy, M. (2009). Injuries and Medical Issues in Synchronized Olympic Sports. *Current Sports Medicine Reports*, 8(5), 255-261. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181b84a09>
- Peric, M., Zenic, N., Mandic, G., Sekulic, D., & Sajber, D. (2012). The Reliability, Validity and Applicability of Two Sport-Specific Power Tests in Synchronized Swimming. *Journal of Human Kinetics*, 32(1). <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0030-8>
- Platanou, T. (2005). On-water and dryland vertical jump in water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(1), 26.
- Ponciano, K., Miranda, M. L. de J., Homma, M., Miranda, J. M. Q., Figueira Júnior, A. J., Meira Júnior, C. D. M., & Bocalini, D. S. (2017). Physiological responses during the practice of synchronized swimming: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. <https://doi.org/10.1111/cpf.12412>
- Reyes, P. J., Peñafiel, V. C., & González-Badillo, J. J. (2011). Análisis de variables medidas en jump vertical relacionadas con el rendimiento deportivo y su aplicación al entrenamiento. *Cultura, ciencia y deporte: revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, (17), 113-120.
- Sajber, D., Peric, M., Spasic, M., Zenic, N., & Sekulic, D. (2013). Sport-specific and anthropometric predictors of synchronised swimming performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(1), 23-37. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868629>
- Sanders, R. (1999). A Model of Kinematic Variables Determining Height Achieved in Water Polo Boosts. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 270-283. <https://doi.org/10.1123/jab.15.3.270>
- Suchomel, T., Nimphius, S., & Stone, M. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, 46. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2013). Sport-specific motor fitness tests in water polo: reliability, validity and playing position differences. *Journal of sports science & medicine*, 12(4), 646.
- Vanrenterghem, J., Lees, A., & Clercq, D. D. (2008). Effect of Forward Trunk Inclination on Joint Power Output in Vertical Jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 708-714. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181636c6c>
- Zamora, L. R. (2015). *Physiological Responses and Competitive Performance in Elite Synchronized Swimming* (Universitat de Barcelona). Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Lara\\_Rodriguez-Zamora/publication/260200298\\_PHYSIOLOGICAL\\_RESPONSES\\_AND\\_COMPETITIVE\\_PERFORMANCE\\_IN\\_ELITE\\_SYNCHRONIZED\\_SWIMMING/links/00b7d53020a2c59f10000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lara_Rodriguez-Zamora/publication/260200298_PHYSIOLOGICAL_RESPONSES_AND_COMPETITIVE_PERFORMANCE_IN_ELITE_SYNCHRONIZED_SWIMMING/links/00b7d53020a2c59f10000000.pdf)

**Conflicto de intereses:** las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>