

## Programa de prevención de lesiones para la mejora de la salud articular del hombro en jóvenes triatletas

### Injury prevention program for the improvement of shoulder health in young triathletes

\*Manuel Jesús Cabeza-Carmona, \*\*Yaira Barranco-Ruiz, \*\*Emilio Villa-González

\*Fundación San Pablo CEU Andalucía (España), \*\*Universidad de Granada (España)

**Resumen.** La aparición de lesiones por sobreuso del complejo articular del hombro en la disciplina de natación en triatletas jóvenes anima a una profundización en el estudio de métodos efectivos para la prevención de dichas lesiones. Objetivo: Analizar la efectividad de un programa de intervención diseñado para la prevención de lesiones del complejo articular del hombro en la disciplina de natación en jóvenes triatletas. Métodos: 26 jóvenes (edad entre 8-17 años) fueron aleatorizados en Grupo-Intervención (GI, n=17), y Grupo-Control (GC, n=9). La salud del complejo articular del hombro se evaluó antes y después de un programa de intervención (cuatro semanas de duración: 2-sesiones/30-minutos/semana), mediante los siguientes test: 1) Test del ángulo de cabeza adelantada-Ángulo hombro adelantado, 2) Test de Rotación Glenohumeral, 3) Test de opresión durante la abducción horizontal de hombro, 4) Test Longitud del Pectoral menor. Se utilizó un análisis intra-sujeto y otro análisis inter-sujeto para analizar las diferencias significativas ( $p < .05$ ) en las variables de estudio, antes y después del programa de intervención. Resultados: Tras el programa de intervención se observaron mejoras significativas en el GI comparado con el GC en las variables: ángulo de adelantamiento de la cabeza ( $p < .001$ ), rotación interna del hombro dominante ( $p = .001$ ), rotación externa del hombro dominante, ( $p = .046$ ), rotación interna del hombro no dominante ( $p = 0.002$ ), abducción horizontal del hombro ( $p = .003$ ), longitud del pectoral derecho ( $p < 0.001$ ) y longitud del pectoral izquierdo ( $p = .001$ ). Conclusión: Un programa de intervención diseñado para la prevención de lesiones en el complejo articular del hombro de cuatro semanas de duración (dos-sesiones/30-minutos/semana), fue efectivo mejorando la salud articular y movilidad del hombro en jóvenes triatletas.

**Palabras clave:** prevención, lesiones, triatlón, natación, hombro, articulación, jóvenes.

**Abstract.** The onset of overuse injuries of the shoulder joint complex in the discipline of swimming in young triathletes prompts the need to deepen the study of effective methods for the prevention of such injuries. Objective: To analyze the effectiveness of an intervention program designed for the prevention of injuries of the shoulder joint complex in the discipline of swimming in young triathletes. Methods: 26 youngsters (aged 8-17 years) were randomly assigned to an Intervention Group (GI, n = 17), and a Control Group (GC, n = 9). The health of the shoulder joint complex was evaluated before and after an intervention program (four weeks duration: 2-sessions / 30-minutes / week), using the following tests: (1) Forward head angle test, Forward shoulder translation test, (2) Rotation Glenohumeral internal and external test, (3) Oppression during horizontal abduction of shoulder test, (4) Pectoral minor length test. An intra-subject and an inter-subject analyses were used to analyze significant differences ( $p < .05$ ) in the study variables, before and after the intervention program. Results: After the intervention program, significant improvements in GI were observed compared to the CG in the variables: head advancement angle ( $p < .001$ ), internal rotation of the dominant shoulder ( $p = .002$ ), external rotation of the dominant shoulder ( $p = .046$ ), internal rotation of the shoulder ( $p = .002$ ), horizontal abduction of the shoulder ( $p = .003$ ), right pectoral length ( $p < .001$ ) and left pectoral length ( $p = .001$ ). Conclusion: A 4-week (2-session / 30-minutes / week) intervention program designed for the prevention of shoulder injuries was effective in improving shoulder health in young triathletes.

**Key words:** prevention, injuries, triathlon, swimming, shoulder, join, young.

### Introducción

En la actualidad, la población infanto-juvenil presenta un descenso en los niveles de práctica físico-deportiva, quedando lejos de las recomendaciones promovidas por diferentes organismos internacionales, donde un joven debe al menos realizar 60 minutos de actividad física diaria de intensidad moderada-vigorosa (Beltrán et al., 2017). Dentro de las opciones que tienen para alcanzar dicha recomendación, el deporte reglado es una de las mayores preferencias para esta población. En este sentido, el triatlón es un deporte muy reciente y se encuentra en una fase de constante evolución (Rangel & Ellera, 2009). Mantener un equilibrio apropiado entre las demandas físicas y psicosociales del estrés de los atletas jóvenes mediante una adecuada recuperación, es un objetivo principal en la planificación de la formación deportiva en etapas infantiles (Reynoso-Sanchez et al., 2016). Para ello, la literatura científica sigue avanzando en la optimización del entrenamiento y la readaptación físico-deportiva, intentando atenuar la prevalencia de lesiones deportivas en población pediátrica (Núñez, Lancho, & Ramírez, 2016). En el triatlón, las lesiones más comunes son las relativas al complejo articular del hombro, y específicamente se manifiestan con mayor asiduidad dentro de la disciplina acuática, como muestran previos estudios (Kennedy & Hawkins, 1974).

Estudios previos realizados en natación (Hibberd et al., 2016), concluyeron que el cuerpo humano sufre adaptaciones derivadas de la práctica de esta disciplina, así como el uso de tecnologías y la postura adoptada en la escuela, generando así, alteraciones en determinadas características físicas que pueden desembocar en una lesión posterior. En natación, en concreto, la lesión más común responde al término

«hombro de nadador» que da nombre a un síndrome doloroso común en nadadores causado por un *impingement* subacromial repetitivo, sinónimo de síndrome subacromial, consecuencia de los movimientos repetitivos del brazo por encima de la cabeza, realizados en el estilo más usado en los entrenamientos (crol), y en 3 de los 4 estilos de natación (crol, espalda y mariposa) (Pink & Tibone, 2000). Según investigaciones previas (Bernasconi, 2016; Costa, Camerino, & Sequeira, 2015), para evitar lesiones comunes en los deportes, se debe apostar por una iniciación deportiva de calidad, que incluya la promoción de hábitos de vida saludables atenuando el riesgo de lesión, controlando algunos de los factores internos más importantes del deporte (Van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1992) y atendiendo así a las fases sensibles que ya fueron descritas previamente (Hotz & Weineck, 1983), donde se detallaba la edad de 10 años como la edad ideal para el inicio de la práctica deportiva, debido a que a dicha edad el ratio fuerza relativa (peso corporal/fuerza que es capaz de generar el sujeto) es óptimo.

La natación es un deporte cíclico donde repetimos el mismo gesto técnico una y otra vez, por lo que aprender un movimiento libre de dolor y sin que se generen futuras lesiones por sobreuso no es fácil, y menos si el movimiento es conflictivo y repetitivo. Por ello, se necesita más profundización para determinar dicha asociación, además de que no se deberían de obviar las siguientes premisas: (1) el trabajo técnico debe ser primordial y (2) cualquier deportista que quiera prevenir lesiones y estar sano debería de realizar un programa de prevención de lesiones para contrarrestar esas adaptaciones, ya que se conoce que el hecho de repetir continuamente un movimiento conflictivo como puede ser levantar el brazo por encima de la cabeza, acción que se traduce en la literatura científica como *overhead athletes*, puede derivar en graves lesiones (Bak & Magnusson, 1997; Kennedy & Hawkins, 1974; Matthews, Green, Matthews, & Swanwick, 2017). Esta alteración se puede dar en distintos deportes como el voleibol, el balonmano, el waterpolo, el béisbol o la natación, e incluso en personas que practiquen

levantamiento de pesas, disciplina en la que se suele levantar el hombro por encima de la cabeza con un peso añadido. Por todos estos antecedentes, es de vital importancia el estudio y aplicación de programas de intervención efectivos en edades tempranas, que tengan como objetivo la prevención de lesiones en dicha población. Adicionalmente, un estudio (Batalha, Marmeleira, Garrido, & Silva, 2015) concluyó que la natación puede generar desequilibrios musculares en los músculos rotadores del hombro, recomendando completar la sesión de entrenamiento con un programa específico de entrenamiento de fuerza, que incluya ejercicios compensatorios y de prevención de futuras lesiones. El efecto positivo de los ejercicios de fuerza está demostrado para mejorar la rotación externa del hombro en jóvenes nadadores, como se muestra en previa literatura científica (Manske, Lewis, Wolff, & Smith, 2015). En dicho estudio se contaba con un grupo control que solo entrenaba en piscina y un grupo experimental, que además del entrenamiento en piscina, realizaba ejercicios de fuerza adicionales en seco. Este último grupo, obtuvo mejoras en la rotación externa del hombro tras el programa de intervención, en comparación con el grupo control.

Por todo lo expuesto anteriormente sobre la casuística de dichas lesiones relacionadas con el complejo articular del hombro en la disciplina de natación, se justifica la importancia del estudio en profundidad de programas de intervención que puedan prevenir dichos estados indeseables para los deportistas triatletas jóvenes. Para ello, en el presente trabajo se desarrolla un programa de intervención el cual buscará la mejora de la salud del complejo articular del hombro intentando mejorar la capacidad de dicha estructura incrementando principalmente su movilidad. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la efectividad de un programa de intervención basado en la prevención de lesiones en el complejo articular del hombro para la disciplina de natación en jóvenes triatletas.

## Métodos

### Diseño del estudio

El ámbito de aplicación de este estudio se enmarca en la Escuela de Triatlón Jerezana, cuya cantera cuenta con 50 niños/as entre 6 y 17 años de edad. Dichos jóvenes practican este deporte entre 3 y 4 días a la semana (uno por cada disciplina), salvo la natación, a la que se le dedicaban dos días cada dos semanas. Todos los días entrenaban una hora, a excepción de los sábados que entrenaban la disciplina de la bicicleta durante dos horas.

El diseño de estudio fue de tipo experimental. Se llevó a cabo durante 6 semanas, compuestas de 2 semanas de evaluación y 4 semanas de intervención, comenzando esta última el 6 de Marzo y finalizando el 29 de Marzo con un total de 8 sesiones. La evaluación inicial se llevó a cabo durante una semana (27 Febrero hasta el 3 de Marzo del 2017) y la evaluación final durante otra semana completa (del 3 al 7 de Abril del 2017). Un mes antes de comenzar con el programa de intervención se instauró el horario en el cual se iban a llevar a cabo las sesiones, con el fin de generar adherencia al programa de intervención. Además, previo al inicio del programa de intervención, en la semana de evaluación inicial se informó de los objetivos del estudio y se entregó a cada participante una hoja de consentimiento informado para su participación en el estudio y que fue devuelto firmado por las respectivas familias de los participantes. Una vez concluida la evaluación inicial, se llevó a cabo un sorteo aleatorio para la formación de los 2 grupos que formaban parte del estudio: Grupo control (GC) y Grupo de intervención (GI). Para ello, una persona ajena al proyecto realizó la extracción de las papeletas de participación donde se asignaba a los participantes del estudio entre estos dos grupos, un grupo de intervención (GI), que debía de realizar el programa de intervención de prevención de lesiones del complejo articular del hombro, y un grupo control (GC), que realizó un programa paralelo de miembros inferiores, donde trabajó la técnica correspondiente al segmento de carrera a pie. Antes del inicio del estudio, se planteó la opción de no participar, al igual que se advirtió que para llegar a ser parte del mismo, había que asistir al menos a 6 sesiones de las 8 sesiones totales. Ambos grupos realizaron dichos programas de

entrenamiento en espacios diferentes para evitar el efecto de contagio.

### Participantes del estudio

El estudio comenzó reclutando a 47 sujetos (niños y niñas). Dichos jóvenes eran triatletas usuarios/as que normalmente asistían a los entrenamientos de la escuela de Triatlón. Finalmente, formaron parte del análisis 26 sujetos (niñas=11, niños=15, media edad=13.30±2.60), incorporando de forma aleatoria a 17 sujetos dentro del GI y a 9 en el GC (Tabla 1). Los 21 sujetos restantes fueron excluidos del análisis final debido a que no cumplían con el criterio de inclusión de un mínimo de asistencia a las sesiones del programa de intervención. Todos los participantes incluidos fueron considerados sanos y activos, dados sus hábitos diarios de actividad física y su experiencia mínima de un año en el deporte de natación o Triatlón.

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra seleccionada.

	Total de la muestra		Grupo intervención (GI)			Grupo control (GC)			GI vs GC	
	N	M/%	DE	N	M/%	DE	N	M/%		DE
Sexo	26	Niños (57,7%) Niñas (42,3%)	17	Niños (52,9%) Niñas (47,1%)	9	Niños (66,7%) Niñas (33,3%)				0.50 c
Edad	26	13.30	2.60	17	13.50	2.60	9	12.80	2.70	0.40 b
Peso	26	52.80	11.30	17	55.20	12.10	9	48.30	8.60	0.15 a
Talla	26	1.54	0.14	17	1.56	0.15	9	1.50	0.13	0.94 b
IMC	26	21.90	2.10	17	22.30	2.10	9	21.00	1.90	0.14 a
% Asistencia	26	88.40	5.50	17	87.90	6.30	9	89.30	4.00	0.56 b

IMC: Índice de Masa Corporal. Todos los datos se presentan como media (M) y desviación estándar (DE), excepto sexo que se presenta en % para niños y para niñas; Para la comparación de GI vs GC se aplicaron los siguientes test, a: T-student muestras independientes; b: U de Mann-Whitney; c: Chi-cuadrado

### Recursos materiales y humanos

Como recursos materiales se tenía a disposición un espacio al aire libre en la misma instalación deportiva contando con 20 bandas elásticas de dureza media y pesos libres de baja carga para los participantes según su edad: 5 unidades (0,5 kg) para categoría Pre-benjamín, 5 unidades (1 kg) para categoría Benjamín, 5 unidades (1,5 kg) para categoría Alevín, 5 unidades (2 kg) para categoría Infantil y 10 pesas (2,5 kg) para categoría Cadete y Junior. Las sesiones se llevaron a cabo mediante una metodología de mando directo y para llevar a cabo las evaluaciones se contaba con un goniómetro analógico (marca *medizintechnik* modelo *KaWe*) válido para este tipo de mediciones como es usado en el estudio de (Kiseljak et al., 2017). Como recursos humanos se contó con el apoyo de un entrenador, el cual instruía y corregía a los participantes en todo momento, contando éste con la certificación de Monitor de Natación por la Real Federación de Natación y siendo Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CCAFD).

### Variables de Estudio

#### Variables antropométricas

Se midieron exclusivamente durante la semana de evaluación inicial para garantizar la homogeneidad de los grupos de estudio. La variable talla se midió con un metro con el sujeto descalzo con pies pegados a la pared y mirando al frente. Para el peso se utilizó la báscula Home HSB460-16, apropiada para esta población, donde se pesaba el sujeto en bañador. La báscula tenía una precisión de ±100g. El IMC se obtuvo de la división del peso en Kg partido por la talla de pie en metros y al cuadrado.

#### Adherencia

La asistencia a los entrenamientos de natación fue reportada tanto el grupo control como para el grupo experimental en %.

#### Variables relativas a la salud de la articulación del hombro

A continuación, se describen los test que se realizaron para evaluar la salud de la articulación del hombro tanto en la evaluación inicial (Pre-test), como en la final (Post-test):

*Test del ángulo de cabeza adelantada – Ángulo hombro adelantado.* En este test se obtuvieron dos parámetros; el ángulo de la cabeza adelantada y el ángulo del hombro adelantado. El objetivo de este test

era medir la posición de la columna vertical respecto a la cabeza y el hombro, midiendo el rango de movimiento en grados sexagesimales. Se pidió al sujeto que realizara tres sentadillas profundas con los brazos apuntando al techo, con el objetivo de que el cuerpo estuviese en una posición relajada, además de solicitar al sujeto que mirara al frente y marcando la vértebra C7, que en nuestro caso se marcó con un dedo. Posteriormente, el sujeto fue fotografiado en el plano sagital y se repitió este proceso dos veces. Siempre la foto fue tomada desde visión lateral y se trazó una línea vertical que pasó por la vértebra C7. La variable de ángulo de la cabeza adelantada es un ángulo que se forma entre la línea que pasa por la vértebra C7, la línea que une la vértebra C7 y el lóbulo de la oreja.

De la misma forma, la variable del ángulo del hombro adelantado es un ángulo formado por la línea que pasa por la vértebra C7 y el acromion de la articulación del hombro. Para la obtención de este ángulo se utilizó la tecnología software de *Ergonautas Ruler* (<https://www.ergonautas.upv.es/>) utilizada en estudios previos en la misma población (Andrade, 2017), repitiéndose el proceso dos veces, para finalmente introducir en el análisis una media del ángulo obtenido. Todo la estandarización del protocolo ha sido descrito en (Braun & Amundson, 1989).

**Test de Rotación Glenohumeral.** El objetivo de este test era comprobar el rango de movimiento del que disponía la articulación glenohumeral en su movimiento de rotación interna y externa, midiendo el rango de movimiento en grados sexagesimales. Este test se realizó para el miembro dominante y no dominante. En dicho test se evaluó la rotación interna y externa del hombro. Se colocó al participante en posición supina tumbado sobre un banco con el hombro en 90° de abducción y 90° de flexión. Los participantes tuvieron que estabilizar la escapula y la cabeza humeral con la ayuda de una tercera persona, mientras el evaluador pedía al sujeto que rotara internamente el brazo. Cuando los auxiliares referían presión en la mano que tenían bajo la escapula, se anotaba el ángulo obtenido mediante el goniómetro. Esta evaluación se repitió dos veces. Seguidamente, en el mismo miembro, se procedía a medir la rotación externa. Toda la estandarización del protocolo ha sido descrita y validada previamente en (Humphries, Cirovic, Bull, Hearnden, & Shaheen, 2015).

**Test de presión durante la abducción horizontal de hombro.** El objetivo de este test fue comprobar el rango de movimiento del complejo articular del hombro, midiendo el rango de movimiento en grados sexagesimales. El test comienza con el sujeto tumbado en posición de cúbito supino y empieza con el hombro abducido a 90° quedando el codo justo encima del mismo hombro, y el codo se coloca en rotación neutra (0°). Se pedía al participante que abdujera en la medida de lo posible el hombro hasta que el antebrazo quedara por encima del hombro. En este caso el ángulo que se medía era asociado a la distancia restante hasta el suelo (Myers et al., 2007).














**Test Longitud del Pectoral menor.** El objetivo de este test fue medir la longitud del músculo pectoral menor, midiendo la longitud en centímetros. Fue medido usando como referencia anatómica la apófisis coracoides y la cuarta costilla del participante. Este parámetro está muy relacionado con el parámetro de adelantamiento de hombro debido a las funciones anatómicas de este músculo. Se coloca al paciente en bipedestación y con una regla flexible se palpan los dos puntos citados anteriormente (Borstad & Ludewig, 2005). Se repite el proceso tres veces más y se cambia de lado, puesto que esta variable se mide en el lado derecho e izquierdo.

### Programa de Intervención

El programa de intervención tuvo una duración de 4 semanas y consistió en 2 sesiones por semana de 30 minutos cada sesión, siempre previa a la sesión de entrenamiento como estudios previos soportan (Manske et al., 2015). Las dos sesiones semanales tuvieron lugar los días lunes y miércoles a las 18:30 horas. La asistencia a las sesiones del programa se reportó mediante el uso de una hoja de registro de asistencia. Para el programa de intervención se diseñaron 3 sesiones tipo: A, B y C, siguiendo siempre el mismo protocolo: primero ejercicio de movi-

lidad articular de la escapula, seguido de la realización de 8 ejercicios seleccionados de los propuestos en la tabla 2, y para terminar un ejercicio de estiramiento del pectoral mayor de forma bilateral. La descripción de dichas sesiones tipo se presenta en el archivo adicional 1. A la hora de establecer la secuenciación de las sesiones a lo largo del programa, se alternaron las tres sesiones tipo de forma consecutiva, es decir, a lo largo del programa las sesiones se alternaban en A, B y C (sesión 1=sesión tipo A, sesión 2=sesión tipo B, sesión 3=sesión tipo C, sesión 4=sesión tipo A, sesión 5=sesión tipo B, etc.).

Tabla 2. Programación de ejercicios de prevención de lesiones del complejo articular del hombro.

Protracción escapular (Lynch et al., 2010). Los participantes están posicionado en prono y posición de plancha con antebrazos y pies soportando el peso del cuerpo que se deja caer en el suelo. A continuación, presionan su pecho hacia el suelo (1-2cm), protraccionando las escapulas, pero activando los músculos escapulo torácicos y previniendo las escapulas aladas.	
Y to W (Lynch et al., 2010). Los sujetos están tumbados sobre el suelo formando con sus brazos y cuerpo la letra Y. Brazos en abducción a 120° respecto al torso. Primero los participantes retraen y depresionan las escapulas, asegurando la relajación del trapecio. Así pues bajan sus brazos flexionando los codos, manteniendo la retracción escapular. El ejercicio se puede realizar tanto en fitball, como en suelo.	
L to Y (Lynch et al., 2010). Empiezan con los brazos en abducción a 90° y codos flexionados a 90° (posición de L). Retraen sus escapulas y elevan sus brazos por encima de la cabeza extendiendo al completo los hombros.	
D2 diagonal. (Escamilla et al., 2009). El brazo comienza (a la altura de la cadera) en extensión, aducción y rotación interna para ir a una flexión, abducción y rotación externa (y termina por encima de la cabeza). El que realiza el ejercicio se pone de rodillas y un compañero sujeta la banda elástica desde arriba con el brazo en extensión.	
Abducción horizontal a 120° en posición prono con rotación externa (Escamilla et al., 2009). Ejercicio en isométrico. En nuestra intervención tumbado sobre el suelo.	
Empuje vertical (Escamilla et al., 2009). Desde posición sentada en el suelo y con los brazos semiflexionados, apoyo las palmas con el objetivo de levantar el peso del cuerpo hasta quedar los brazos totalmente extendidos.	
Remo a la altura del hombro (Escamilla et al., 2009). Ejercicio por parejas con banda elástica. El punto de anclaje-sujeción de la banda tiene que ser a la altura de los hombros del sujeto que está trabajando, quedando tal punto delante el sujeto que trabaja. Llevar los codos atrás hasta la altura de los hombros con protracción escapular.	
Flexión escapular (Escamilla et al., 2009). Colocamos el cuerpo en supino apoyando en el suelo con pies y palmas de las manos, estas últimas a la altura de los hombros. Como en el ejercicio anterior, el cuerpo se mueve en la dirección del suelo pero el movimiento ahora es escapular (retracción-protracción)	
Abrazo dinámico (Escamilla et al., 2009). Ejercicio con banda elástica y por parejas. El punto de anclaje es a la altura de los hombros y tras al sujeto que trabaja. Con los brazos en abducción horizontal a 90° y en rotación externa, debe tomar una posición de rotación neutra y llevar las manos delante del cuerpo manteniendo la abducción horizontal a 90°.	
Horizontal abducción en tres posiciones manteniendo 2" (Cools et al., 2007). Comenzamos el ejercicio en posición supina con los brazos en abducción horizontal a 30° respecto al torso. Los hombros se hiperextencionan quedando ligeramente por detrás del cuerpo, esta contracción se mantiene 2", se vuelve a posición de abducción horizontal a 30° para cambiar a 90° y repetir la hiperextensión y los 2" de contracción isométrica. Por último se repite el proceso con una abducción horizontal a 120°.	
Rotación externa con toalla/pelota (Cools et al., 2007). El brazo debe quedar ligeramente abducido unos 30° y flexionado otros tantos. Este será el punto de inicio y fin de cada rotación externa. Para mantener esa flexión y abducción horizontal, ambas de 30°, contamos con pelotas de plástico. El ejercicio lo realizamos con pesas.	
Estiramiento Pectoral Asistido (Muraki et al., 2009). Por parejas, el sujeto que es estirado se sienta y coloca los brazos en abducción horizontal de 90° y codos flexionados a 90°. El asistente coloca con sutileza su muslo en la columna vertebral (zona dorsal) haciendo punto de apoyo y con sus brazos buscan los codos del compañero para tirar hacia atrás.	
Estiramiento Pectoral No asistido (Muraki et al., 2009). El propio sujeto busca una pared y coloca la articulación acromioclavicular en retracción buscando aumenta la longitud el pectoral mayor.	

Para confeccionar nuestro programa de intervención se tienen en cuenta 6 ejercicios de fuerza que incluyen materiales como las bandas elásticas, los pesos libres, así como el propio peso corporal, ejercicios recomendados para este tipo de población según la literatura previa existente (Cools et al., 2007; Ellenbecker & Cools, 2010; Escamilla, Yamashiro, Paulos, & Andrews, 2009; Lynch, Thigpen, Mihalik, Prentice, & Padua, 2010; Muraki et al., 2009). En la tabla 2 se muestra la selección de ejercicios propuestos para su inclusión a lo largo de las sesiones tipo del programa de intervención. Dentro de la programación, se crearon tres tipos de sesiones donde se mezclaban todos los ejercicios, siguiendo siempre el mismo protocolo: Primer ejercicio de movilidad articular de la escápula, 8 ejercicios seleccionados de los propuestos en la tabla 2, y para terminar uno de estiramiento del pectoral. Dichas sesiones se presentan en el archivo adicional 1.

### Análisis estadístico

Las características sociodemográficas de los participantes del estudio, dividido por grupos (GC y GI), así como toda la muestra se presenta mediante estadística descriptiva con los valores de media (M) y desviación estándar (DE), excepto la variable sexo, que se presenta en porcentaje (%). Asimismo, se muestra la comparación de los grupos de estudio (GC Y GI) para dichas variables (tabla 1). Previo a cualquier análisis, se analizó la normalidad en la distribución de las variables de estudio mediante el test de Shapiro-Wilk y el test de Levene para la discriminación de igualdad o no de varianzas para las pruebas paramétricas. El análisis de comparación en la tabla 1, se realizó en función del tipo de variable (cuantitativa o cualitativa) y la distribución de la muestra para cada variable (normal o no normal) como se muestra en la nota de pie de la tabla.

Para la comparación de las variables en los dos momentos de medida, primero se realizó un análisis intra-sujeto, donde se analizó por separado el GC y el GI, mediante el test de T de student de muestras relacionadas para las variables que presentaron una distribución normal, y mediante el test no paramétrico de Wilcoxon de muestras relacionadas para aquellas variables que no mostraron una distribución normal.

Para conocer el efecto de la intervención se realizó un análisis inter-sujeto. Previo a ello, se creó una variable llamada *Diferencia Posttest-Pretest*, para todas las variables del estudio relacionadas con el complejo articular del hombro. Dicha variable se extrajo restando los valores obtenidos en las evaluaciones post-test con los valores obtenidos en las evaluaciones pre-test, para cada una de las variables del estudio. Se analizó la distribución de estas nuevas variables calculadas mediante el test de Shapiro-Wilk, donde todas las variables presentaron una distribución no normal. Por lo que para la comparación inter-sujeto (GC vs GI), se llevó a cabo la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney. Además, se realizó un análisis de comparación entre los grupos GI y GC de las variables de estudio en la medida pre-test. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software SPSS (IBM, EE.UU, versión 22 para MAC) y el nivel de significación se estableció para  $p < 0.05$ .

### Resultados

En la tabla 1 se muestran las características descriptivas de la muestra seleccionada para el presente estudio, separadas entre grupo intervención (GI) y grupo control (GC), así como la representación de toda la muestra del presente estudio.

En la tabla 1 se observa primeramente la muestra total de estudio con porcentaje similar de niños (57,7%) y niñas (42,3%). Con respecto a los grupos de estudio, el GI presenta un porcentaje en cuanto a la variable sexo muy similar, ya que cuenta con niños con un porcentaje de 52,9%; así como niñas con un 47,1%. En cambio, el GC sí que cuenta con un porcentaje de niños más elevado con respecto a las niñas (niños=66,7% y niñas=33,3%), sin embargo, no existieron diferencias estadísticamente significativas en relación a sexo entre los dos grupos de estudio. El resto de variables de estudio, presentaron valores similares para los grupos de estudio GI y GC sin diferencias estadísticamente

Tabla 3.

Comparación de las medias de las variables dependientes del estudio antes y después de la intervención para cada grupo de estudio. Análisis intra-sujeto.

Variables de estudio	Grupo intervención (GI)			Grupo control (GC)		
	M	DE	p	M	DE	p
Ángulo hombro adelantado	Pre-test	9.35	1.66	8.78	0.44	0.32
	Post-test	8.82	1.34	9.00	0.71	
Ángulo cabeza adelantada	Pre-test	10.59	1.87	10.78	0.44	
	Post-test	8.65	1.17	11.11	0.60	0.08
Rotación interna dominante	Pre-test	62.65	3.61	62.56	4.56	
	Post-test	65.59	4.29	63.00	4.77	0.04*
Rotación externa dominante	Pre-test	110.53	5.47	113.67	4.70	
	Post-test	112.59	6.13	113.89	4.54	0.45
Rotación interna no dominante	Pre-test	63.47	3.36	61.44	4.25	
	Post-test	65.29	2.80	61.78	3.93	0.20
Rotación externa no dominante	Pre-test	109.94	3.83	114.22	3.93	
	Post-test	110.47	3.43	114.78	4.02	0.13
Abducción horizontal	Pre-test	24.00	2.67	22.56	0.73	
	Post-test	25.71	2.02	22.56	1.01	1.00
Longitud pectoral derecho	Pre-test	12.29	0.99	10.67	1.00	
	Post-test	14.00	0.87	10.78	0.83	0.59
Longitud pectoral izquierdo	Pre-test	12.24	1.20	10.89	0.93	
	Post-test	13.59	1.06	10.89	1.05	1.00

DM: Diferencias de medias

DE: Desviación estándar

\*Diferencias estadísticamente significativas. T-student de muestras relacionadas para variables con distribución normal. Test de Wilcoxon para muestras relacionadas para variables con distribución no normal.

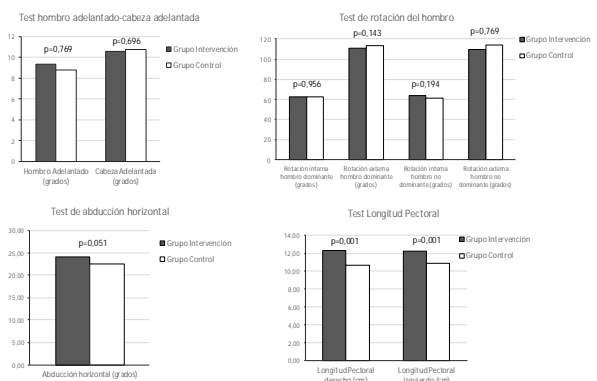


Figura 1. Valores obtenidos en los test de salud del hombro en la medida pre-test

significativas entre los mismos, por lo que se puede determinar que la muestra para los grupos de estudio fue homogénea. Cabe destacar que los valores tanto de la muestra total como de la muestra por grupos de estudio, presentaron valores de IMC catalogados en *normopeso*.

Con respecto al análisis intra-sujeto presentado en la tabla 3, se muestra como en el caso del GI existieron diferencias estadísticamente significativas entre la medida pre-test y la post-test para la mayoría de las variables de estudio (6 de 9). Concretamente existieron diferencias para las variables de Ángulo cabeza adelantada (disminución significativa  $p < 0.001$ ), Rotación interna dominante, Rotación interna no dominante, Abducción horizontal, Longitud pectoral derecho, Longitud pectoral izquierdo. Todas estas últimas con un aumento significativo ( $p < 0.001$ ). Sin embargo, el grupo control solo presentó diferencias estadísticamente significativas entre la medida pre-test y la medida post-test, en una de las variables de estudio de nueve posibles (Rotación interna dominante,  $p = 0.04$ ).

En la figura 1 se pueden observar las diferencias de medias entre grupo control y experimental de las variables estudiadas en la medida pre-test. Los resultados mostraron que no existieron diferencias significativas para la mayor parte de las variables estudiadas, aunque en las variables de *longitud del pectoral dominante* y *longitud del pectoral no dominante*, se observaron diferencias significativas entre ambos grupos ( $p = 0.001$  y  $p = 0.007$ , respectivamente).

En la Tabla 4 se presentan las diferencias de medias (post-test – pre-test) de las variables dependientes del estudio comparadas entre grupo intervención y grupo control (análisis inter-sujeto). Para la variable *Ángulo de adelantamiento del hombro*, podemos observar como no existen diferencias significativas, aunque existe una tendencia a la significación ( $p = 0.079$ ). En este caso el GI redujo el ángulo de dicha variable significativamente ( $-0,53 \pm 1,12$ ), mientras que el GC aumentó dicho ángulo en ( $0,22 \pm 0,67$ ). Para la variable *Ángulo de adelantamiento de la cabeza*, observamos diferencias significativas entre ambos grupos

( $p < 0.001$ ). Los mayores cambios se observaron en el grupo de intervención (GI), en el que se disminuyó significativamente el ángulo considerablemente ( $-1,94 \pm 1,4$ ), en comparación con el GC que aumentó dicho ángulo ( $0,33 \pm 0,5$ ). Para la *Rotación interna dominante* observamos diferencias significativas entre ambos grupos ( $p = 0,001$ ). Para este parámetro, encontramos que el GI aumentó significativamente el ángulo ( $2,94 \pm 2,94$ ) en comparación con el GC que también aumentó pero de forma menos notable ( $0,44 \pm 0,52$ ). En la variable *rotación externa dominante* se observaron diferencias significativas ( $p = 0,046$ ). El GC mantuvo los valores iniciales de rotación ( $0,22 \pm 0,83$ ), mientras que el GI aumentó significativamente el ángulo de *rotación externa en el lado dominante* ( $2,06 \pm 4,94$ ). En el caso de la *rotación interna no dominante*, se observaron también diferencias significativas ( $p = 0,002$ ), donde el GC nuevamente mantuvo sus valores iniciales ( $0,33 \pm 0,71$ ), mientras que el GI aumentó significativamente su ángulo de rotación ( $1,82 \pm 1,18$ ) con respecto al GC. Para la variable de *rotación externa no dominante* no se obtuvieron diferencias significativas ( $p = 1,000$ ), observándose similares cambios en para ambos grupos (GC,  $0,56 \pm 0,53$ ) y (GI =  $0,53 \pm 1,50$ ). Para la variable *abducción horizontal* se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos ( $p = 0,003$ ), donde el GC mantuvo sus valores iniciales ( $0^\circ \pm 0,87$ ), en comparación con el GI, quien aumentó significativamente su rango de movilidad articular ( $1,71 \pm 1,26$ ). Para la variable *longitud del pectoral derecho* se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,000$ ), donde el GI incrementó significativamente en ( $1,70 \text{ cm} \pm 0,58$ ), aunque el GC incrementó también su longitud aunque muy ligeramente ( $0,11 \text{ cm} \pm 0,60$ ). Por último, la variable *longitud del pectoral izquierdo* mostró diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,001$ ), donde el GI aumentó significativamente su longitud ( $1,35 \text{ cm} \pm 0,78$ ) y el GC mantuvo sus valores iniciales ( $0 \text{ cm} \pm 0,70$ ).

Tabla 4.  
Diferencias de medias (post-test – pre-test) de las variables dependientes del estudio comparadas entre grupo intervención y grupo control. Análisis inter-sujeto.

Variables de estudio	Grupo intervención (GI)		Grupo control (GC)		GI vs GC
	DM	DE	DM	DE	
Test de hombro adelantado (grados)	-0.53	1.12	0.22	0.67	0.071
Test de ángulo de cabeza adelantada (grados)	-1.94	1.47	0.33	0.50	<b>0.000*</b>
Test de rotación interna hombro dominante (grados)	2.94	2.94	0.44	0.53	<b>0.001*</b>
Test de rotación externa hombro dominante (grados)	2.06	4.94	0.22	0.83	<b>0.046*</b>
Test de rotación interna hombro no dominante (grados)	1.82	1.18	0.33	0.71	<b>0.002*</b>
Test de rotación externa hombro no dominante (grados)	0.53	1.50	0.56	0.53	1.000
Test de abducción horizontal (grados)	1.71	1.26	0.00	0.87	<b>0.003*</b>
Test longitud pectoral derecho (cm)	1.71	0.59	0.11	0.60	<b>0.000*</b>
Test longitud pectoral izquierdo (cm)	1.35	0.79	0.00	0.71	<b>0.001*</b>

DM: Diferencias de medias

DE: Desviación estándar

\*Diferencias estadísticamente significativas. Test U de Mann-Whitney.

## Discusión

El presente estudio tenía como objetivo analizar la efectividad de un programa de intervención basado en la prevención de lesiones dentro del segmento de natación y específicamente en el complejo articular del hombro en jóvenes triatletas. Nuestro programa de intervención se mostró efectivo, ya que produjo cambios significativos al finalizar la intervención, con respecto a los valores iniciales y con respecto al grupo control en la mayor parte de las variables que evaluaban la salud del hombro, como fueron; ángulo de adelantamiento de la cabeza, rotación interna del hombro dominante, rotación interna del hombro no dominante, rotación externa del hombro dominante, abducción horizontal del hombro, longitud del pectoral derecho e izquierdo. En el grupo control, las variables de estudio se mantuvieron muy similares a los valores mostrados inicialmente.

En relación al ángulo de la cabeza adelantada y el hombro adelantado, en el estudio de (Lynch et al., 2010) se obtuvieron valores similares a los presentados en nuestro estudio. Se presume que dicho estudio analizó una muestra que albergaba mayor experiencia de entrenamiento, además de mayor edad, por lo que se hace difícil la comparación entre ambos estudios. Además, en el estudio de Lynch señalan que existía

correlación entre el dolor del hombro y el ángulo de la cabeza adelantada, aclarando que cuanto mayor ángulo existía, mayor es el dolor, y por tanto mayor es el riesgo de lesión para el deportista. En nuestro estudio, la media de grados obtenidos en la evaluación de dicha estructura articular es muy similar a los valores obtenidos en el estudio de Lynch et al. (2010). Por todo ello, se resalta aún más la importancia del trabajo de prevención de lesiones en pro de la salud articular del complejo articular del hombro, además de otras articulaciones con alta prevalencia de lesión.

Siguiendo a otros autores (Rangel & Gomes, 2009), podemos afirmar que la natación aun siendo un deporte bilateral, normalmente uno de los miembros o lados será el más hábil y generará más fuerza que el otro. Este hecho es apoyado por autores como (Sanders, Fairweather, Alcock, & McCabe, 2015) mostrando que dichas asimetrías pueden ser dadas por varios factores: (1) un lado del cuerpo, ya sea manos/piernas, trabaja más que el otro, (2) el trabajo técnico no se haya producido de forma bilateral y/o (3) la postura corporal general incrementa la resistencia de arrastre. En nuestro estudio no se analizaron las diferencias entre ambos lados, es decir dominante o no dominante, sino que se analizaron las diferencias entre GC y GI, encontrando que el GI mejoró la salud del hombro asociado a las variables analizadas después del programa de intervención independientemente de la lateralidad. Además, en esta misma línea, existen previas investigaciones que demuestran que las diferencias entre ambos miembros; dominantes y no dominantes, se pueden establecer de manera objetiva evaluando el *Deficit de Rotación Interna Glenohumeral*, abreviado en la literatura científica como *DRIG*.

Para la rotación interna del hombro, en el presente estudio se obtuvieron mejoras significativas para el GI después de la intervención, tanto para el lado dominante, como para el no dominante. Sin embargo, y en la línea de los hallazgos mostrados por estudios previos, en nuestro estudio la mejora asociada al lado dominante fue mayor ( $2,94 \pm 2,94$ ), en comparación a la obtenida en el lado no dominante ( $1,82 \pm 1,18$ ). En nuestro estudio, el rango de movimiento del complejo articular del hombro se encontró en un estado saludable en jóvenes triatletas, no obstante, sí que se observó un *Deficit de Rotación Interna Glenohumeral*, sin encontrarse en un estado patológico (datos no mostrados). Además, para la rotación externa, las diferencias entre miembros dominante y no dominante fueron mayores y en el lado dominante ( $2,06 \pm 4,94$ ), comparado con el no dominante ( $0,53 \pm 1,50$ ). En otro estudio (Rangel & Ellera, 2009) se evaluaron a jugadores de tenis y nadadores, concluyendo que todos los grupos estudiados sufrían un *DRIG* en el miembro dominante en comparación con el no dominante. De la misma forma, otros autores (Bak & Magnusson, 1997) quienes compararon dos grupos de nadadores, un grupo con hombro doloroso y otro libre de dolor, observaron como ambos grupos exhibían un incremento de la rotación externa del hombro y una reducción de la rotación interna del hombro, sin embargo, estos autores no detectaron diferencias entre los diferentes miembros de un mismo nadador. En otro estudio (Riemann, Witt, & Davies, 2011), se encuentran también diferencias significativas en la rotación externa de hombro en el miembro dominante para jóvenes nadadores. Además, este mismo estudio encuentra para la rotación interna diferencias entre grupos masculinos y femeninos, análisis que no se aplicó en el presente estudio.

Nuestra propuesta de programa de intervención se mostró efectiva, ya que produjo cambios significativos en la mayor parte de las variables que evaluaban la salud del hombro a través de su movilidad. Sin embargo, dichos hallazgos deben de ser tomados con cautela, ya que otros factores no controlados pudieron generar algún efecto sobre los resultados finales, como pueden ser la práctica extra de actividad física o de ejercicio físico realizado. En relación a este hecho, los mecanismos de lesión del complejo articular del hombro pueden tener una causa de origen multifactorial: biomecánica de la brazada, sobreuso y fatiga de los músculos del hombro, escapula y espalda a nivel dorsal y cervical, y/o por último laxitud glenohumeral con resultado final de inestabilidad del hombro, según describen diferentes autores (Rupp, Berminger, & Hopf, 1995; Wanivenhaus, Fox, Chaudhury, & Rodeo, 2012; Zemek & Magee, 1996). Por ello, el análisis de dicha estructura también debería de reali-

zarse de forma global, y quizás aplicando un mayor número de test de evaluación. Estudios previos además han evaluado variables de salud articular analizadas en el presente estudio, así como su relación con diferentes ejercicios complementarios orientados a la prevención de lesiones. En un estudio previo (Muraki et al., 2009) se utilizaron los mismos ejercicios que los incluidos en nuestro estudio, como son ejercicios orientados al estiramiento de la musculatura pectoral de forma asistida y no asistida, mostrando que éstos eran apropiados para este tipo de población, además de efectivos para el incremento de la longitud del pectoral, al igual que en nuestro estudio donde el programa de ejercicio mejoró significativamente dicha variable en el grupo experimental. Adicionalmente, para la variable de longitud del pectoral, otros estudios encontraron mayores valores, aunque este hecho pudo nuevamente ser debido a la edad de los participantes, los cuales eran mayores que los participantes del presente estudio (Borstad & Ludewig, 2005).

### Limitaciones y fortalezas

Como limitación del estudio resaltar que el reclutamiento inicial fue de 47 sujetos y el análisis final se realizó con 26 participantes (55,3% de la muestra total), ya que no cumplieron con el mínimo de asistencia al programa de intervención. Los motivos de la inasistencia reportados por los participantes fueron mayormente que se encontraban en un periodo de exámenes y sus tareas y obligaciones diarias les impedían asistir al entrenamiento. Sin embargo, nuestro porcentaje de adherencia de la muestra incluida en el análisis fue aceptable contando con una media de 88,4% de asistencia al programa de intervención. Futuros programas de entrenamiento deberían de establecerse en periodos en los jóvenes tengan facilidad para asistir cada día. Como fortaleza se puede decir que pese al bajo presupuesto con el que se contaba, ello no fue un

contratiempo a la hora de desarrollar el programa, sabiendo adaptarse a los recursos materiales y al presupuesto con el que se contaba para la consecución del objetivo propuesto.

### Conclusión

Un programa de intervención de 4 semanas de duración (2 sesiones/30min/semana) orientado a la prevención de lesiones en el complejo articular del hombro en jóvenes triatletas puede ser efectivo para la mejora de la salud en dicha articulación, ya que se mejoraron la mayor parte de las variables estudiadas relacionadas con la salud del hombro y su movilidad. Como líneas futuras, se recomienda implementar este tipo de programas desde etapas iniciales para poder determinar cuál es la edad propicia para aplicar un programa de prevención de lesiones para deportistas de estas modalidades.

### Agradecimientos

Queremos agradecer a todos los participantes, así como sus familias por su participación en el estudio. Además, agradecer a la II Edición del Máster Propio en Optimización del Entrenamiento y Readaptación Físico-Deportiva, organizado por el Instituto de Posgrado de la Fundación San Pablo Andalucía CEU y la Escuela Deporte – Grupo Dogesport, que permitió y promovió la elaboración del presente trabajo de investigación.

### Referencias

- Andrade, R. C. de. (2017). *Implementación en Microsoft Excel de métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Universidad de Valladolid: Escuela de Ingenierías Industriales
- Bak, K., & Magnusson, S. P. (1997). Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *The American Journal of Sports Medicine* (Vol. 25). Sage Publications.
- Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. J. (2015). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*, 15(2), 167–172.
- Beltrán Carrillo, V., Sierra, A., Jiménez Loaisa, A., González-Cutre, D., Martínez Galindo, C., & Cervelló, E. (2016). Diferencias según género en el tiempo empleado por adolescentes en actividad sedentaria y actividad física en diferentes segmentos horarios del día (Gender differences in time spent by adolescents in sedentary and physical activity in different day segmen. *Retos*, 0(31), 3-7. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/36207>
- Bernasconi, E. (2016). *Influencia de la formación en triatlón a edades tempranas, sobre las lesiones de este deporte*. (Tesis Doctoral). Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.
- Borstad, J. D., & Ludewig, P. M. (2005). The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(4), 227–238.
- Braun, B. L., & Amundson, L. R. (1989). Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70(4), 322–329.
- Cools, A. M., Dewitte, V., Lanszweert, F., Notebaert, D., Roets, A., Soetens, B., ... Witvrouw, E. E. (2007). Rehabilitation of scapular muscle balance. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1744–1751.
- Costa, A., & Camerino, O., & Sequeira, P. (2015). Una iniciación deportiva sin lesiones, estudio con entrenadores de fútbol y fútbol sala. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (27), 24-27.
- Ellenbecker, T. S., & Cools, A. (2010). Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based

Archivo adicional 1. Tipos de sesiones

SESIÓN TIPO A						
Nombre ejercicio	Nº rep/dur	Series	Descanso	Organización	Material	
1 Calentamiento (elevación y descenso, retro y pro tracción y rotación asc y desc	10/ciclo movimiento	1	0"	Mando directo, 8 filas, 5 columnas	Propio cuerpo	
2 Protracción escapular	20"	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
3 Y to W	10 rep	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
4 L to Y	10 rep	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
5 Remo a la altura de los hombros	10 rep	3	5"	Por parejas, mismas edad	Bandas	
6 D2 Diagonal	10 rep	3	5"	Por parejas, mismas edad	Bandas	
7 Rotación externa toalla	10 rep	3	5"	Por parejas, mismas edad	Bandas	
8 Manguito rotador	20"	3	3"	Mando directo, 8 filas, 5 columnas	Propio cuerpo	
9 Estiramiento Pectoral No asistido	20"	3	3"	Idem	Propio cuerpo	
SESIÓN TIPO B						
Nombre ejercicio	Nº rep/dur	Series	Descanso	Organización	Material	
1 Calentamiento (elevación y descenso, retro y pro tracción y rotación asc y desc	10/ciclo movimiento	1	0"	Mando directo, 8 filas, 5 columnas	Propio cuerpo	
2 Protracción escapular	20"	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
3 Remo a la altura de los hombros	10 Rep.	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
4 Rotación externa con toalla	10 Rep.	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
5 Abrazo dinámico a la altura de los hombros	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
6 Abducción horizontal a 120° con rotación externa	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
7 Empuje vertical con brazos	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
8 Flexiones escapulares	20"	3	3"	Idem	Propio cuerpo	
9 Estiramiento Pectoral asistido	20"	3	3"	Idem	Por parejas	
SESIÓN TIPO C						
Nombre ejercicio	Nº Rep./dur	Series	Descanso	Organización	Material	
1 Calentamiento (elevación y descenso, retro y pro tracción y rotación asc y desc	10/ciclo movimiento	1	0"	Mando directo, 8 filas, 5 columnas	Propio cuerpo	
2 Protracción escapular	20"	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
3 Y to W	10 Rep.	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
4 L to Y	10 Rep.	3	5"	Idem	Propio cuerpo	
5 Remo a la altura de los hombros	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
6 D2 Diagonal	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
7 Rotación externa toalla	10 Rep.	3	5"	Por parejas, misma edad	Bandas	
8 Manguito rotador	20"	3	3"	Mando directo, 8 filas, 5 columnas	Propio cuerpo	
9 Estiramiento pectoral asistido	20"	3	3"	Idem	Por parejas	

- review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5), 319–327.
- Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Medicine*, 39(8), 663–685.
- Hibberd, E. E., Laudner, K. G., Kucera, K. L., Berkoff, D. J., Yu, B., & Myers, J. B. (2016). Effect of Swim Training on the Physical Characteristics of Competitive Adolescent Swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(11), 2813–2819.
- Hotz, A., & Weineck, J. (1983). *Optimales Bewegungslernen: anatomisch-physiologische und bewegungspsychologische Grundlagenaspekte des Techniktrainings*. Perimed-Fachbuch-VerlagGes.
- Humphries, A., Cirovic, S., Bull, A. M. J., Hearnden, A., & Shaheen, A. F. (2015). Assessment of the glenohumeral joint's active and passive axial rotational range. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(12), 1974–1981.
- Kennedy, J. C., & Hawkins, R. J. (1974). Swimmers shoulder. *Physician Sportsmed*, 2(4), 34–38.
- Kiseljak, Dalibor, Bolëviæ, Filip, Ðurko, Daria, Pa'in, Krešimir, Ujakoviæ, Filip, Gruiæ, Igor, & Medved, Vladimir. (2017). The Modified Thomas Test Realised by Optoelectronic Kinematic Measurement.
- Lynch, S. S., Thigpen, C. A., Mihalik, J. P., Prentice, W. E., & Padua, D. (2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5), 376–381.
- Manske, R. C., Lewis, S., Wolff, S., & Smith, B. (2015). Effects of a dry land strengthening program in competitive adolescent swimmers. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 858–867.
- Matthews, M. J., Green, D., Matthews, H., & Swanwick, E. (2017). The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. *Physical Therapy in Sport*, 23, 118–122.
- Muraki, T., Aoki, M., Izumi, T., Fujii, M., Hidaka, E., & Miyamoto, S. (2009). Lengthening of the pectoralis minor muscle during passive shoulder motions and stretching techniques: a cadaveric biomechanical study. *Physical Therapy*, 89(4), 333–341.
- Myers, J. B., Oyama, S., Wassinger, C. A., Ricci, R. D., Abt, J. P., Conley, K. M., & Lephart, S. M. (2007). Reliability, precision, accuracy, and validity of posterior shoulder tightness assessment in overhead athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(11), 1922–1930.
- Núñez Alvarez, V., & Lanchó Poblador, C., & Ramírez Pistón, J. (2016). Entrenamiento muscular a través de tecnología isoinercial en un jugador de fútbol profesional intervenido de rotura total de LCA. Estudio de caso.. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (29), 166-170.
- Pink, M., & Tibone, J. (2000). The painful shoulder in the swimming athlete. *Orthopedic Clinics of North America* 31, 247-261. . doi:10.1016/S0030-5898(05)70145-0
- Rangel Torres, R., & Ellera Gomes, J. L. (2009). Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(5), 1017–1023.
- Reynoso, L. F., Hernandez-Cruz, G., Lopez-Walle, J., Rangel-Colmenero, B., Quezada-Chacon, J. T., & Sanchez, J. C. J. (2016). Balance de recuperación-estrés durante una temporada en jugadores de voleibol universitarios. *RETOS-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion*, 30, 193-197.
- Riemann, B. L., Witt, J., & Davies, G. J. (2011). Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1191–1199.
- Rupp, S., Berninger, K., & Hopf, T. (1995). Shoulder problems in high level swimmers-impingement, anterior instability, muscular imbalance? *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 557–562.
- Sanders, R. H., Fairweather, M. M., Alcock, A., & McCabe, C. B. (2015). An approach to identifying the effect of technique asymmetries on body alignment in swimming exemplified by a case study of a breaststroke swimmer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(2), 304.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. G. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14(2), 82–99.
- Wanivenhaus, F., Fox, A. J. S., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health*, 4(3), 246–251.
- Zemek, M. J., & Magee, D. J. (1996). Comparison of glenohumeral joint laxity in elite and recreational swimmers. *Clinical Journal Sport Medicine*, 6(1), 40-7.

