

¿Existe relación entre la acumulación de horas de entrenamiento o competición con la presencia de alteraciones ecográficas y dolor en el hombro en el deportista de CrossFit?

Does a relationship exist between the number of training or competition hours and the presence of sonographic alterations in the shoulder of CrossFit athletes?

Claudia Juan Vigar¹

¹ Centro de Fisioterapia Claudia Juan, Fisioterapia Invasiva, Málaga, España

Rev Fisioter Invasiva

Address for correspondence Claudia Juan Vigar, Centro de Fisioterapia Claudia Juan, Fisioterapia Invasiva, C/ Rodeo SS, Málaga, España (e-mail: claudiajuanvigar@gmail.com).

Resumen

Introducción El CrossFit es un deporte en auge del que se conoce su tasa de lesiones gracias a estudios que afirman que la zona más frecuentemente lesionada es el hombro. Hasta el momento no se ha utilizado una herramienta objetiva para evaluarlo. El objetivo de este estudio es determinar la frecuencia de las alteraciones estructurales ecográficas en deportistas de CrossFit y su relación con las horas acumuladas de práctica y/o competición en dicho deporte y con el dolor en el hombro.

Material y Métodos se realizó un estudio descriptivo transversal en el que se llevaron a cabo evaluaciones ecográficas de 208 hombros de 104 sujetos en 13 gimnasios oficiales de CrossFit en Barcelona entre abril y mayo de 2017. Se les pidió que rellenaran un cuestionario específico de CrossFit con datos demográficos, existencia de dolor, datos sobre sus rutinas de entrenamiento y de sus historias clínicas. Ecográficamente se examinaron los tendones del supraespinoso (TSE), de la porción larga del bíceps (TCLB), y la articulación acromioclavicular (AC).

Resultados Las áreas focales hipoecoicas (AFH) en el TCLB (48,1%) y en el TSE (60,6%), fueron las alteraciones más frecuentes, mientras que en la AC la alteración más frecuente fue la presencia de defectos corticales (30,3%). El dolor en el hombro estaba presente en un 37,5%. La probabilidad de tener dolor se incrementa (OR = 2,0) cuando los deportistas acumulan más de 1000 horas de entrenamiento. En esos deportistas, decrece la probabilidad de presentar AFH (OR = 0,3) en el TCLB y aumenta el grosor del TSE en una media de 0,5 mm ($p < 0,01$). En los deportistas que participaban en competiciones, el patrón ecográfico también presentó un aumento del grosor en los tendones de TSE y TCLB, pero no se relacionó con un aumento en la probabilidad de tener dolor.

Conclusiones El patrón ecográfico de hombro de los deportistas de CrossFit presentó cambios estructurales en los tendones TSE y TCLB cuando acumulaban más de 1000 horas de entrenamiento o cuando participaban en competiciones. Es imprescindible relacionar

Palabras clave

- ▶ crossfit
- ▶ hombro
- ▶ ecografía musculoesquelética
- ▶ manguito rotador
- ▶ tendón



los hallazgos ecográficos con la clínica del paciente para definir si son patológicos o no. La probabilidad de tener dolor en el hombro se duplica cuando se acumulan más de 1000 horas de entrenamiento de CrossFit y no guarda relación con el hecho de competir.

Abstract

Introduction CrossFit is a sport that is on the rise and has a known injury rate thanks to studies that have affirmed that the shoulder is the area that suffers the most damage. To date, no objective tool has been used to evaluate this. The aim of the present study was to determine the frequency of structural sonographic alterations in CrossFit athletes and its relationship with accumulated hours of practice and/or competition in the sport and shoulder pain.

Material and Methods A cross-sectional descriptive study was conducted with sonographic assessments performed on 208 shoulders of 104 participants at official CrossFit gyms in Barcelona, between April and May 2017. The participants were requested to complete a specific questionnaire on CrossFit sports practice that included demographic data, the existence of pain, data on training routines, and clinical history. Ultrasound (US) examinations were made on the supraspinatus tendons (SST), on the long head of the biceps (LHB), and on the acromioclavicular (AC) joint.

Results The presence of focal hypoechoic areas (FHAs) in the LHB (48.1%) and in the SST (60.6%) were the most common alterations in this sample, whereas, at the level of the AC joint, the most common disorder was the presence of cortical defects (30.3%). Shoulder pain was present in 37.5% of the participants. The probability of experiencing pain increased when the athletes accumulated > 1,000 hours of training (odds ratio [OR] = 2.0). In these athletes, the probability of presenting a focal hypoechoic area (FHA) decreased in the LHB (OR = 0.3), and the width of the SST increased a mean of 0.5 mm ($p < 0.01$). In athletes who participated in competitions, the sonographic pattern also presented an increased width of the SST and LHB tendons; however, this was not related with an increased probability of experiencing pain.

Conclusions The sonographic pattern of the shoulder of CrossFit athletes presented structural changes in the SST and LHB tendons when subjects accumulated >1,000 hours of training or when they participated in competitions. It is essential to relate the sonographic findings with the clinical findings of a patient to define whether these findings are, indeed, pathological. The probability of experiencing pain in the shoulder doubles when > 1,000 hours of CrossFit training are accumulated. This finding bears no relation with competing.

Keywords

- ▶ CrossFit
- ▶ shoulder
- ▶ musculoskeletal ultrasound
- ▶ rotator cuff
- ▶ tendon

Introducción

El CrossFit es un programa de entrenamiento creado en 1995 por Greg Glassman.¹ En los últimos años ya se han sumado más de 12.000 gimnasios en todo el mundo.² El objetivo de esa metodología de entrenamiento, es preparar al deportista para cualquier tipo de esfuerzo desconocido e imprevisto.³ Para ello, incorpora una amplia variedad de ejercicios funcionales en los que se mueven grandes cargas, en largas distancias y de forma rápida, mediante ejercicios que se combinan para crear circuitos variados ejecutados a alta intensidad.³ También se ha demostrado que el CrossFit mejora capacidades físicas como el índice de masa corporal (IMC), resistencia muscular y capacidad aeróbica.^{1,4,5}

Diversos estudios han analizado las lesiones asociadas a la práctica de este deporte con el fin de identificar la tasa de lesiones, las localizaciones más frecuentes y factores de riesgo

asociados. Si bien diversos estudios han identificado que se producen lesiones vasculares asociadas al CrossFit,^{6,7} ellas son poco frecuentes. El sistema musculoesquelético es el que más lesiones acumula, encontrando estudios que muestran que por cada 1000 horas de entrenamiento la tasa de lesiones varía desde 2,1 a 3,1.^{2,8,9} En cuanto a la localización de las lesiones, la zona del hombro aparece como la más frecuentemente lesionada según la bibliografía actual.⁸⁻¹⁰ Otras localizaciones algo menos habituales son la zona lumbar y las rodillas.¹⁰

Como factores de riesgo, hasta ahora se han identificado los siguientes: las características demográficas, los hábitos de entrenamiento, las características de los centros deportivos¹¹ y la realización de ejercicios específicos como el *Overhead press*, *Snatch* y *Kipping pull up*,¹² ese último en el caso de las lesiones de hombro.

Hasta ahora, la definición de lesión que se había empleado estaba basada en la cantidad de tiempo que el dolor mantenía al

deportista apartado del entrenamiento y/o adaptándolo, encontrando que la mayoría de los estudios realizados para conocer la localización de las lesiones musculoesqueléticas, han utilizado como fuente de información principal cuestionarios autoinformados por el propio deportista. El uso asociado de fuentes clínicas o complementarias de imagen ha sido muy bajo, no habiendo encontrado ningún estudio que haya utilizado la ecografía para caracterizar o examinar alteraciones estructurales asociadas a lesiones informadas en el CrossFit, ni tampoco para analizar si existen cambios estructurales preclínicos relevantes en esos deportistas.

La ecografía musculoesquelética ha demostrado ser una de las herramientas más fiables y con una gran exactitud diagnóstica para evaluar esa articulación, con la ventaja de no ser invasiva, no tener efectos ionizantes y ofrecer una imagen a tiempo real de las estructuras.¹³ Los resultados de una de las últimas revisiones bibliográficas son de una alta sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de roturas parciales del manguito rotador, calcificaciones tendinosas, luxación del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial (TCLB) y de bursitis subacromiales;¹⁴ sin embargo, esos cambios estructurales nunca han sido descritos en el deportista de CrossFit hasta el momento.

Nuestra hipótesis es que una carga de práctica superior a las 1000 horas acumuladas en la vida del deportista está asociada a la presencia de cambios estructurales en tendones y en otras estructuras del hombro.

Por ello, el objetivo principal del presente estudio es determinar la frecuencia de alteraciones estructurales ecográficas en deportistas de CrossFit y su relación con las horas acumuladas de práctica en dicho deporte. Como objetivos secundarios se estableció determinar si existe consistencia en la relación entre tener dolor de hombro y una práctica acumulada de más de 1000 horas de CrossFit y/o por el entrenamiento de competición y describir la frecuencia de alteraciones estructurales en el hombro mediante ecografía.

Material y Métodos

Diseño y Participantes del Estudio

Se realizó un estudio descriptivo analítico transversal. Se reclutaron 8 deportistas voluntarios en cada uno de los 13 gimnasios oficiales de CrossFit seleccionados en Barcelona (España). Como único criterio de inclusión, se estableció el hecho de ser deportista activo en CrossFit entre 18 y 65 años al momento del reclutamiento. Como criterios de exclusión se estableció que todos los que estuvieran recuperándose de una intervención quirúrgica o fractura en el hombro, o tuvieran diagnóstico médico de capsulitis adhesiva o rotura del espesor total del manguito rotador, quedaran excluidos.

El Comité de Ética de Investigación (CEI) de la Universidad CEU San Pablo aprobó el estudio, el cual cumplía con todos los principios establecidos en la Declaración de Helsinki.

Una fisioterapeuta con experiencia de más de 5 años en la realización e interpretación de imágenes ecográficas valoró los criterios de elegibilidad. Todos los sujetos incluidos firmaron el correspondiente consentimiento informado. La misma investigadora recogió información de los cambios ecográficos

estructurales (mediante examen ecográfico) y diversas variables demográficas, clínicas y relativas a la práctica del deporte (mediante cuestionario heteroadministrado). Puesto que la unidad de estudio fue el hombro, no el deportista, la información ecográfica y clínica se recopiló para ambos hombros del deportista.

Variables Clínicas

Se midió la presencia de dolor como variable dicotómica (sintomático/asintomático) y la presencia de alteraciones en el tendón de la cabeza larga del bíceps (TCLB), en el tendón del supraespinoso (TSE), y en la articulación acromioclavicular (AC). Esas estructuras fueron seleccionadas por ser lesionadas habitualmente en el levantamiento de peso.¹⁵ Se definió un protocolo de examen ecográfico para identificar tres alteraciones estructurales en el TCLB (presencia de líquido en la vaina, inestabilidad del TCLB, áreas focales hipoeoicas e imágenes hiperecoicas compatibles con calcificaciones), cuatro en el TSE (presencia de líquido en la bursa subacromial, defectos corticales en el húmero, áreas focales hipoeoicas y calcificaciones) y dos en la articulación AC (defectos corticales y alteraciones en la sinovial).

El equipo de ecografía utilizado fue un Sonosite M-Turbo de Fujifilm con sonda lineal de 6–15 MHz y con una profundidad constante de 4 cm para realizar las mediciones. Se colocó al paciente en posición de sedestación sobre un taburete con los pies apoyados en el suelo, la espalda erguida, mirada al frente y el miembro superior evaluado con el codo en flexión de 90°, pronosupinación neutra y sosteniéndose la muñeca con la otra mano (→Fig. 1). La examinadora sentada en el lado del hombro a evaluar, por delante y con el equipo frente a ella.^{13,16,17} Se colocó la sonda en la cara anterior del hombro, perpendicular al TCLB. Se realizó un barrido de proximal a distal visualizando el

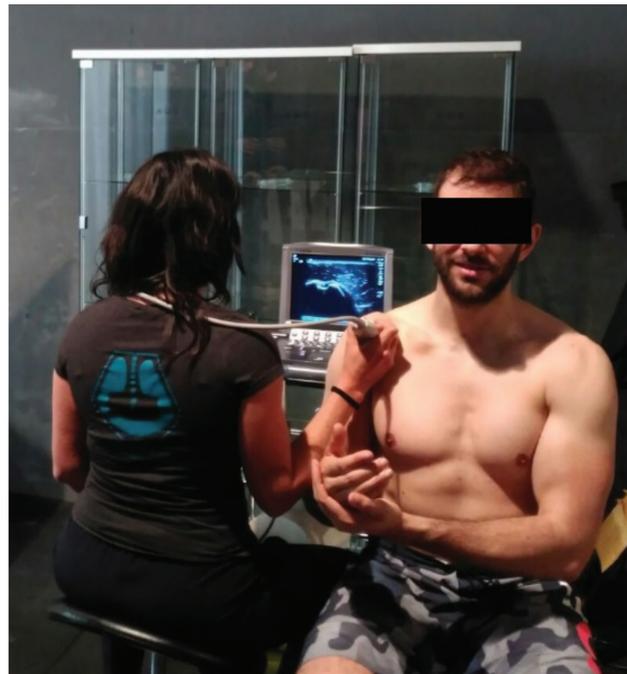


Fig. 1 Posición inicial del paciente y la evaluadora para el protocolo de evaluación ecográfica del hombro.

tendón dentro de la corredera bicipital.^{13,17} En la parte proximal se identificó su porción intraarticular, donde el tendón se horizontaliza para incorporarse a la articulación y cambia la dirección de su patrón laminar.¹⁶ Dentro de la corredera bicipital el tendón presenta una imagen ovalada e inclinada ya que en su parte medial se apoya sobre el ligamento humeral semicircular, que está formado por fibras del ligamento coracohumeral (LCH) y del ligamento glenohumeral superior (LGHS).^{18,19} Durante este barrido se colocó la sonda transversal y se tomó la medida de grosor del TCLB calculando la distancia del eje perpendicular a la línea de su máximo diámetro pasando por su punto medial (►Fig. 2a).²⁰ Se descendió con la sonda hasta evaluar la zona más distal del tendón en la unión miotendinosa donde aparece la imagen de un corte longitudinal del tendón del pectoral mayor. En esa zona, tiende a acumularse el líquido sinovial¹⁷ (líquido en la vaina) que se clasificó como positivo cuando la imagen anecoica alrededor del tendón medía más de 2 mm².

Se ascendió con la sonda de nuevo y se realizó una rotación externa pasiva del hombro para evaluar la inestabilidad del TCLB en su corredera; ella se definió como positiva cuando el tendón se desplazaba hacia medial por encima de la tuberosidad menor del húmero.¹⁶

Se desplazó la sonda hacia lateral y se evaluó en corte transversal el tendón del supraespinoso. Se le pidió al paciente que colocara la cara palmar de la mano en la cresta ilíaca anterosuperior con el codo flexionado posterior a la línea media.²¹ El tendón del supraespinoso se visualiza hiperecoico y fibrilar sobre el cartílago humeral anecoico. Se midió su grosor en un corte transversal, en la zona medial del tendón a 12,5 mm lateral al TCLB.^{17,22} (►Fig. 2). El límite inferior de la medición fue la primera región hiperecoica homogénea sobre el cartílago articular anecoico de la cabeza del húmero, y el superior fue el borde del tendón antes de la línea hiperecoica de la bursa subacromial.¹³ Y, en un corte longitudinal, se evaluó la presencia de contenido líquido en la bursa subacromial (líquido en bursa subacromial), que fue positiva cuando el grosor de la imagen anecoica del líquido superaba los 2 mm².

Las áreas focales hipoeoicas (AFH) y la presencia de imágenes hiperecoicas compatibles con calcificaciones

(calcificaciones) en el TCLB y SE se evaluaron y contrastaron en corte transversal y longitudinal.

Para terminar, se evaluó la articulación AC colocando la sonda en la parte superior del hombro, en un plano coronal, con el brazo en posición neutra a lo largo del cuerpo. En ese punto, se evaluó la presencia de defectos en las corticales óseas (defectos corticales AC) y se definió la presencia de alteraciones estructurales en el tejido cápsuloligamentoso cuando la distensión capsular de la AC (alteraciones en la sinovial) superaba los 3 mm.^{17,20}

Siguiendo la metodología empleada por otros autores,²¹ antes de la recogida de las imágenes ecográficas se realizó un estudio de fiabilidad intraobservador con una de las mediciones ecográficas realizadas, el grosor del TSE, asumiendo que la fiabilidad podía ser extensible a otras. Para ese estudio, el examinador repitió las mediciones dos veces, distanciadas 48–72 horas, a un total de 10 hombros de 5 deportistas de CrossFit. La fiabilidad obtenida fue excelente, con un coeficiente de correlación intraclase (CCI) de 0,977.

Variables Demográficas y Relativas al Deporte

Se recogieron las variables sociodemográficas de sexo y edad (años), así como variables relativas a dos aspectos del estilo de vida como tipo de trabajo actual (sedentario/activo) y práctica de deporte previo al inicio del CrossFit (si implicaba esfuerzos con hombro) con respuesta dicotómica sí/no.

Las variables relativas a la práctica del CrossFit incluyeron la participación en competiciones, años de práctica del CrossFit, número de entrenamientos semanales y duración del entrenamiento (horas). A partir de esas tres últimas variables, se calculó el número de horas acumuladas a lo largo de los años, y el resultado se categorizó en dos categorías (más de 1000 horas acumuladas/ menos de 1000 horas acumuladas).

Análisis Estadístico

Se empleó el programa SPSS versión 24.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo de la muestra mostrando media \pm desviación típica para las variables cuantitativas, y porcentaje para las cualitativas. La fiabilidad intraobservador



Fig. 2 A-Medida del grosor del TCLB (a: máximo diámetro del TCLB; b: punto medial del diámetro del TCLB; c: grosor del TCLB). (B) -Medida del grosor de Tendón del Supraespinoso.

se determinó a través de los coeficientes de correlación intraclase (CCI). El estudio de la independencia de variables cualitativas se realizó mediante el test Chi-Cuadrado o, en su defecto, la Prueba exacta de Fisher según se cumplieran los correspondientes criterios. Para comparar medias entre pares de grupos, se aplicó el test de Student para muestras independientes.

Para establecer la relación entre las horas acumuladas, la presencia de dolor u otras alteraciones y el grosor de los tendones, se usaron múltiples modelos de regresión logística, analizando como variables dependientes cada una de las alteraciones, primero sin ajustar y luego ajustadas por las variables edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro. En todo momento se estableció un p valor <0,05 con un intervalo de confianza del 95%.

Resultados

Características de los Participantes

Se incluyeron un total de 104 sujetos (71% hombres), con una edad media de 33,8 años (DT = 8,2). Antes de iniciarse en el CrossFit, un 80,8% no habían practicado deporte implicando al hombro. En el momento del estudio, un 25,9% acumulaba más de 1000 horas de práctica y un 29,8% ya había competido habitualmente (► **Tabla 1**). Los deportistas con más de 1000 horas acumuladas tuvieron un perfil sociodemográfico similar al resto de los participantes, pero competían significativamente más. Los competidores entrenaron significativamente más horas que los no competidores.

Tabla 1 Características de los participantes (en total y por subgrupos de horas de práctica)

Características	Total (n = 104)	Acumula > 1000h		Compite	
		NO (n = 78)	SI (n = 26)	NO (n = 73)	SI (n = 31)
Demográficas					
Edad (años); media ± DT	33,8 ± 8,2	34,3 ± 7,9	31,9 ± 9,1	34,3 ± 8,2	32,5 ± 8,3
Sexo hombre	74 (71)				
Estilo de vida					
Trabajo sedentario	55 (52,9)	45(57,7)	10 (38,5)	41(56,2)	14 (45,2)
Sin deporte previo (asociado al hombro)	84 (80,8)	63(80,8)	21 (80,8)	60(80,2)	24 (77,4)
Práctica de CrossFit					
Compite	31 (29,8)	14(17,9)	17 (65,4)**	–	–
Acumula > 1000h	26 (25)	–	–	9 (12,3)	17 (54,8)**
Horas acumuladas, media ± DT	722 ± 644	411 ± 225	1656 ± 584	499 ± 437	1.248 ± 746**
Días entrena, media ± DT	4,3 ± 1,2				
Horas entreno/día, media ± DT	1,4 ± 0,6				
Años de práctica					
< 1	31 (29,8)				
1–2	34 (32,7)				
> 2	39 (37,5)				

Las estadísticas representan el número (%) de participantes en cada grupo, salvo que se especifique otro.

**p < 0.01.

Frecuencia de dolor y Alteraciones Estructurales

Un total de 208 hombros fueron examinados (de 104 sujetos). La frecuencia de dolor en el hombro fue del 37% (► **Tabla 2**). La alteración estructural más frecuente relacionada con el TCLB fue la presencia de AFH (48,1%), al igual que en relación al TSE (60,6%) y en relación a la AC, la alteración estructural más frecuente fue la presencia de defectos corticales (30,3%). Las alteraciones menos frecuentes fueron líquido en la bursa subacromial, inestabilidad del TCLB y calcificaciones en TCLB. Del conjunto de los hombros explorados, 105 fueron dominantes ya que un sujeto fue absolutamente ambidiestro. Tanto el dolor como todas las alteraciones estructurales halladas, se distribuyeron homogéneamente en los lados dominante y no dominante, con p-valores no significativos (► **Tabla 2**). Por ese motivo, se decidió explorarlos conjuntamente en los posteriores análisis dirigidos a examinar su relación con la acumulación de horas de práctica.

Relación con Horas Acumuladas de CrossFit

Los modelos de regresión logística univariante (sin ajustar) realizados pusieron de manifiesto que tener o no más de 1000 horas acumuladas solamente se relacionó con la presencia de dolor y de áreas focales hipoeoicas en el TCLB. En la **tabla 3** se puede observar que la odds o probabilidad de tener dolor se incrementa (OR = 2,0) cuando los deportistas acumulan más de 1000 horas. Sucede al contrario con la odds de presentar áreas focales hipoeoicas en el TCLB, puesto que ella decrece (OR = 0,3) entre esos deportistas. Se puede observar en la tabla que

Tabla 2 Prevalencia de dolor y alteraciones estructurales (total y por lados)

Variables	Total hombros (n = 208)	Hombros no dominantes (n = 103)	Hombros dominantes (n = 105)	p-valor
Presencia de Dolor	78 (37,5)	35 (34)	43 (41)	0,299
Alteraciones Relacionadas con TCLB				
Líquido en la vaina	17 (8,2)	8 (7,8)	9 (8,6)	0,832
Inestabilidad TCLB	8 (3,8)	3 (2,9)	5 (4,8)	0,734
AFH	100 (48,1)	50 (48,5)	50 (47,6)	0,894
Calcificaciones	1 (0,5)	1 (1)	0 (0)	0,992
Grosor (cm), media ± DT	0,28 ± 0,06	0,28 ± 0,07	0,27 ± 0,04	0,185
Alteraciones Relacionadas con TSE				
Líquido bursa subacromial	8 (3,8)	3 (2,9)	5 (4,8)	0,739
Defectos corticales húmero	35 (16,8)	14 (13,6)	21 (20,0)	0,217
AFH	126 (60,6)	57 (55,3)	69 (65,7)	0,126
Calcificaciones	19 (9,1)	8 (7,8)	11 (10,5)	0,498
Grosor (cm), media ± DT	0,52 ± 0,07	0,52 ± 0,071	0,53 ± 0,07	0,290
Alteraciones Relacionadas con AC				
Alteración sinovial	51 (24,5)	23 (22,3)	28 (26,7)	0,467
Defectos corticales	63 (30,3)	32 (31,1)	31 (29,5)	0,804

Abreviaturas: AC, articulación acromioclavicular; AFH, áreas focales hipoeoicas; TCLB, tendón de la cabeza larga del bíceps; TSE, tendón del supraespinoso. Los valores representan el número (%) de participantes en cada grupo, salvo que se especifique otro.

Tabla 3 Asociación entre acumular más de 1000 horas, dolor y cambios estructurales

Variables	Acumula > 1000h			
	No (n = 52)	Sí (n = 156)	OR (IC 95%) ^a	OR (IC 95%) ^b
Presencia de Dolor	26 (50)	52 (33,3)	2,0 (1,1–3,8)*	2,0 (1,1–3,9)*
Alteraciones Relacionadas con TCLB				
Líquido en la vaina	6 (11,5)	11 (7,1)	1,7 (0,6–4,9)	2,8 (0,9–8,8)+
AFH	15 (28,8)	85 (54,5)	0,3 (0,2–0,7)**	0,4 (0,2–0,8)**
Alteraciones Relacionadas con TSE				
Defectos corticales húmero	9 (17,3)	26 (16,7)	1,0 (0,5–2,4)	1,2 (0,5–2,8)
AFH	27 (51,9)	99 (63,5)	0,6 (0,3–1,2)	0,7 (0,4–1,3)
Calcificaciones	4 (7,7)	15 (9,6)	0,8 (0,3–2,5)	0,9 (0,3–3,0)
Alteraciones Relacionadas con AC				
Alteración sinovial	17 (32,7)	34 (21,8)	1,7 (0,9–3,5)	1,9 (0,9–3,9)+
Defectos corticales	16 (30,8)	47 (30,1)	1,0 (0,5–2,1)	1,3 (0,6–2,8)

Abreviaturas: AC, articulación acromioclavicular; TCLB, tendón de la cabeza larga del bíceps; TSE, tendón del supraespinoso.

*p < 0,05.

**p < 0,01. + p < 0,10 Los valores representan el número (%) de participantes en cada grupo, salvo que se especifique otro.

^aSin ajustar.

^bAjustada por la edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro.

hubo un 25,2% (54,5–28,8) menos de deportistas con áreas focales hipoeoicas entre los que tuvieron mayor carga acumulada.

Los modelos de regresión ajustados permitieron poner en evidencia que ambas, la odds ratio de los modelos sin ajustar

y ajustados (con edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro), se mantienen constantes.

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos que competían y los que no competían, ni en relación al dolor ni las alteraciones estructurales (datos no

Tabla 4 Relación entre acumular más de 1000 horas, competir y grosor de los tendones

	Acumula > 1000 horas			Compite		
	No	Si	Cambio promedio (SE) ^a	NO	Sí	Cambio promedio (SE) ^a
Grosor TCLB (mm)	2,8 ± 0,6	2,9 ± 0,4	0,1 (0,1)	2,7 ± 0,4	3,0 ± 0,8	0,3 (0,1)**
Grosor TSE (mm)	5,1 ± 0,7	5,6 ± 0,8	0,4(0,1)**	5,1 ± 0,6	5,4 ± 0,8	0,3 (0,1)**

Abreviaturas: TCLB, tendón de la cabeza larga del bíceps; TSE, tendón del supraespinoso.

^aIncremento en el grosor promedio por tener 1000 horas de práctica ajustado por la edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro.

** $p < 0,01$.

mostrados). Esos hallazgos fueron consistentes tanto en los modelos ajustados como en los no ajustados.

Se realizó un modelo de regresión lineal para analizar la relación entre el grosor promedio de los tendones TCLB y TSE en los subgrupos de deportistas que tuvieron más o menos de 1000 horas y según compiten o no, sin ajustar y ajustados por la edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro (► **Tabla 4**). En el TSE, la relación entre horas acumuladas y grosor fue significativa con una media de cambio de 0,5 mm al tener más de 1000 horas, mientras que esa relación no fue significativa con relación al TCLB. Sin embargo, el hecho de competir sí que tuvo una relación significativa con el grosor de ambos tendones, que aumentó de media en 0,3 mm tanto en el TSE como en el TCLB con independencia de la edad, trabajo sedentario y deporte previo asociado al hombro. El hecho de competir no tuvo relación con otras alteraciones estructurales.

Discusión

Este ha sido el primer estudio que ha podido evaluar de forma objetiva las características de esas lesiones evaluando ecográficamente, cuál es la predisposición a lesionarse de cada tejido para poder sentar unas bases que sirvan a los fisioterapeutas y entrenadores para crear un plan de prevención específico para este deporte. Para ello, se evaluaron las estructuras del hombro que según el estudio de Kolber MJ¹⁶ se sabe que sufren más durante los deportes de levantamiento de peso, como son el TCLB, el TSE y la AC. Al explorarlas ecográficamente, lo que se ha podido ver es una gran prevalencia de áreas focales hipoeoicas en TSE y TCLB (48,1% y 60,6%), así como abundantes defectos corticales en la AC (30,3%). Para poder relacionar los hallazgos ecográficos con el deporte de CrossFit era necesario evaluar la relación entre cada uno de esos hallazgos y el tiempo entrenando. Hasta ahora, pocos artículos se habían centrado en observar si existe esa relación, con un único estudio específico en el hombro hasta la fecha¹² que demostró una tasa de lesiones de 1,18 por cada 1000 horas de entrenamiento, y otro estudio posterior no específico que mostró una tasa de lesiones de 0,51 por cada 1000 horas de entrenamiento.⁹ Los resultados de nuestro estudio confirman que el número de horas de entrenamiento aumenta la probabilidad de tener una lesión en el hombro, pero además, también aporta información específica sobre cuáles son los tejidos del hombro donde se acumulan esas lesiones. Así, se ha observado que el entrenamiento de CrossFit afecta específicamente al tendón

del TSE, provocando un engrosamiento de $0,5 \pm 0,1$ mm ($p < 0,01$) a partir de las 1000 horas de entrenamiento. Según el estudio de Michener L.¹³ un engrosamiento de 0,6 mm del TSE se relaciona con el síndrome de *impingement subacromial*. Teniendo en cuenta ese dato y los hallazgos de nuestro estudio, el engrosamiento de 0,5 mm en los deportistas de CrossFit no es necesariamente patológico, pero sí es indicativo de un cambio preclínico que se debería tener en cuenta en toda la complejidad del denominado síndrome de dolor subacromial. Además, cuando se evaluó el TSE en deportistas de Weighlifting en el estudio de Setiawati R,²³ se relacionó directamente la práctica de ese deporte, con un mayor número de lesiones en el TSE. Por lo tanto, es imprescindible contrastar la información que nos aporta la imagen ecográfica con la clínica del paciente para poder deducir si es un engrosamiento patológico o no.

Además de la repercusión que tiene el entrenamiento de CrossFit sobre el hombro en términos del aumento de grosor del TSE, se observa también una adaptación del TCLB en este deporte. Se ha podido confirmar que el tiempo de entrenamiento afecta a la presencia de AFH en el TCLB, observándose cómo al acumular más de 1000 horas de entrenamiento de CrossFit, se reducen las AFH en el TCLB a la mitad. Eso convierte al factor tiempo de entrenamiento en un protector del TCLB haciendo que ese tendón se adapte a la carga del entrenamiento mejorando su estructura de fibras colágeno.

Por otro lado, según la bibliografía actual, hay diversos factores que podrían estar alterando esa relación entre los cambios estructurales y el tiempo entrenando; como la edad, la historia deportiva de los participantes o la actividad física que desempeñan en sus trabajos. Sin embargo, como puede observarse en este estudio, la edad de los deportistas no influyó en la aparición de alteraciones estructurales, es decir, que el hecho de tener mayor edad no favorece el riesgo de lesión en el hombro; lo que coincide con el estudio de Summit RJ,¹² pero contradice a los estudios de Weisenthal BM¹⁰ y Sprey JW¹¹ que afirman que la edad aumenta significativamente las posibilidades de sufrir una lesión, aunque se debe tener en cuenta que la población del presente estudio no supera los 65 años. Los resultados de nuestro estudio tampoco permiten apoyar la teoría de Weisenthal BM y cols.,¹⁰ que defiende que haber practicado algún deporte previo relacionado con el hombro aumenta las probabilidades de tener una lesión.

En el estudio de la relación entre el dolor y las horas de entrenamiento de CrossFit, se observa que a partir de las

1000 horas acumuladas se duplican las probabilidades de tener dolor en el hombro. Según eso, al multiplicar la media de horas semanales de entrenamiento por las 52 semanas que tiene el año, se puede ver que las 1000 horas de entrenamiento corresponden a 3 años de práctica de ese deporte. Así, se descarta la afirmación de Sprey JW¹¹ de que, a partir de los 2 años de práctica, aumenta la probabilidad de sufrir una lesión (44,9% $p = 0,013$); y también lo publicado por Weisenthal BM y cols.,¹⁰ a propósito de la ausencia de relación entre el tiempo entrenando y el riesgo de lesión.

Se ha evaluado así mismo la relación entre el dolor y la competición y si el hecho de competir^{9,11} aumenta el riesgo de lesión. Este es el primer estudio en el que se demuestra de forma objetiva que el hecho de competir en CrossFit, no aumenta la probabilidad de sufrir dolor en el hombro, observándose que el dolor sí está relacionado con el mayor número de horas de entrenamiento pero no con el hecho de competir. Sin embargo, que el hecho de competir no provoque dolor en el hombro, no quiere decir que no produzca cambios estructurales en esa articulación. En este estudio, se ha podido observar que el TSE y el TCLB se engrosaban $0,3 \pm 0,1$ mm ($p < 0,01$) comparado con los deportistas que no competían, aunque, como ya se ha comentado previamente, esos hallazgos ecográficos se deben relacionar siempre con la clínica del deportista. En el caso concreto del TCLB, el estudio de Chang KV²⁰ afirma que un engrosamiento de 0,2 mm se podía relacionar con patología, pero si tenemos en cuenta la disminución de las áreas focales hipoeoicas del TCLB que se da en los deportistas de CrossFit que acumulan más de 1000 horas, se puede pensar que el engrosamiento de ese tendón es una adaptación al deporte. Además, en un estudio hecho con deportistas de vóley,²¹ los autores concluyen que el engrosamiento del TCLB se relaciona con la patología a partir de los 0,6 mm ($p < 0,01$).

Para terminar, se vio que las características demográficas y el estilo de vida de los deportistas que acumularon más de 1000 horas de entrenamiento eran similares a las de los deportistas que acumularon menos horas, diferenciándose únicamente en su participación en competiciones. Además, el 80,8% de los deportistas evaluados no habían practicado ningún deporte previo relacionado con el hombro, siendo el CrossFit la primera actividad deportiva donde han empleado esa articulación. Tal y como se afirma en el estudio de Summit et al,¹² los ejercicios de CrossFit que más lesionan el hombro son el Overhead Press (28,2%), el Snatch (21,7) y el Kipping Pullup (10,8%), lo que coincide con la posición de *Overhead* que compromete a las estructuras evaluadas en este estudio y en las que se ha podido ver que se dan los cambios estructurales. Por lo tanto, esos hallazgos ecográficos podrán ser de gran utilidad tanto para identificar de forma adecuada el tejido diana a la hora de realizar tratamientos de fisioterapia invasiva ecoguiados, como para recomendar la restricción de determinados ejercicios que impliquen la posición de *Overhead* durante la progresión en el tratamiento de lesiones en los tejidos de TSE, TCLB y AC. Además, eso permitiría apoyar que los tratamientos se complementen con ejercicios de fuerza y

movilidad (aumentando la movilidad en rotación interna²⁴), para de esa forma, aumentar el espacio subacromial con el objetivo de disminuir las consecuencias del engrosamiento de los TSE y TCLB.

Limitaciones del Estudio

El estudio presentó algunas limitaciones como que las personas con hombros sintomáticos, o que habían sufrido alguna lesión, tuvieron más interés en asistir a las evaluaciones ecográficas que los sujetos sanos.

Otra limitación fue que, durante las evaluaciones ecográficas, los sujetos asistieron tanto antes del entrenamiento como justo después. Eso pudo haber modificado en algún caso los hallazgos ecográficos. Además, los sujetos lesionados con alteraciones estructurales importantes que les impedían entrenar, normalmente no asistieron a los gimnasios y no aparecen como muestra representativa.

Líneas Futuras de Investigación

Sería interesante realizar futuras investigaciones enfocadas a relacionar las alteraciones ecográficas con pruebas ortopédicas que afirmen o descarten si el dolor de los hombros sintomáticos corresponde al tejido donde se localizan las alteraciones estructurales.

Conclusiones

Las alteraciones estructurales más frecuentes en los hombros de los deportistas de CrossFit, son las áreas focales hipoeoicas en los tendones TSE y TCLB y los defectos corticales en la AC.

A partir de las 1000 horas de entrenamiento, se observa un aumento significativo de grosor del TSE de $0,5 \pm 0,1$ mm y una disminución significativa de las áreas focales hipoeoicas en TCLB.

La probabilidad de tener dolor en el hombro se duplica cuando se acumulan más de 1000 horas de entrenamiento de CrossFit y no guarda relación con el hecho de competir.

La diferencia en la exploración ecográfica de hombro entre los competidores y los no competidores es el aumento de grosor de $0,3 \pm 0,1$ mm en los tendones de TSE y TCLB.

Conflictos de Interés

Los autores no tienen ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- 1 Paine J, Uptgraft J, Wylie R. CrossFit study. CGSC; 2010:1-34
- 2 Moran S, Booker H, Staines J, Williams S. Rates and risk factors of injury in CrossFit™: a prospective cohort study. J Sports Med Phys Fitness 2017;57(09):1147-1153
- 3 CrossFit. The CrossFit training guide. 2016; Available at: http://www.crossfit.com/cf-seminars/CertRefs/CF_Manual_v4.pdf. Accessed 02/26, 2017
- 4 Barfield J, Anderson A. Effect of CrossFit™ on Health-related Physical Fitness: A Pilot Study. J Strength Cond Res 2014;2(1)
- 5 Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE, Devor ST. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. J Strength Cond Res 2013;27(11):3159-3172

- 6 Hadeed MJ, Kuehl KS, Elliot DL, Sleigh A. Exertional rhabdomyolysis after CrossFit exercise program. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(05):224–225
- 7 Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, et al. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Curr Sports Med Rep* 2011;10(06):383–389
- 8 Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res* 2013. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000318
- 9 Montalvo AM, Shaefer H, Rodriguez B, Li T, Epnere K, Myer GD. Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. *J Sports Sci Med* 2017;16(01):53–59
- 10 Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med* 2014;2(04):2325967114531177
- 11 Sprey JW, Ferreira T, de Lima MV, Duarte A Jr, Jorge PB, Santili C. An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthop J Sports Med* 2016;4(08):2325967116663706
- 12 Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health* 2016;8(06):541–546
- 13 Michener LA, Subasi Yesilyaprak SS, Seitz AL, Timmons MK, Walsworth MK. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015; 23(02):363–369
- 14 Henderson RE, Walker BF, Young KJ. The accuracy of diagnostic ultrasound imaging for musculoskeletal soft tissue pathology of the extremities: a comprehensive review of the literature. *Chiropr Man Therap* 2015;23(01):31
- 15 Kolber MJ, Beekhuizen KS, Cheng MS, Hellman MA. Shoulder injuries attributed to resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res* 2010;24(06):1696–1704
- 16 Benítez Pareja D, Trinidad Martín-Arroyo J, Benítez Pareja P, Torres Morera L. Estudio e intervencionismo ecoguiado de la articulación del hombro. *Rev Soc Esp Dolor* 2012;19(05): 264–272
- 17 Mantilla R, Vega AF, Rodríguez R. Ecografía de hombro: una alternativa en el diagnóstico de las rupturas del manguito rotador. *Rev.Medica. Sanitas* 2014;17(02):82–93
- 18 Itoigawa Y, Itoi E. Anatomy of the capsulolabral complex and rotator interval related to glenohumeral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(02):343–349
- 19 Jost B, Koch PP, Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg* 2000;9(04): 336–341
- 20 Chang KV, Chen WS, Wang TG, Hung CY, Chien KL. Quantitative ultrasound facilitates the exploration of morphological association of the long head biceps tendon with supraspinatus tendon full thickness tear. *PLoS One* 2014;9(11):e113803
- 21 Leong HT, Tsui S, Ying M, Leung VY, Fu SN. Ultrasound measurements on acromio-humeral distance and supraspinatus tendon thickness: test-retest reliability and correlations with shoulder rotational strengths. *J Sci Med Sport* 2012;15(04): 284–291
- 22 Ruotolo C, Fow JE, Nottage WM. The supraspinatus footprint: an anatomic study of the supraspinatus insertion. *Arthroscopy* 2004; 20(03):246–249
- 23 Setiawati R, Rahardjo P, Hartono B. Influence of Weightlifting on the Emergence of Partial and Full Thickness Rotator Cuff Tear Detected by Ultrasound Imaging. *Folia Medica Indonesiana* 2014; 50(01):52–57
- 24 Cieminski CJ, Klaers H, Kelly SM, Stelmiller MR, Nawrocki TJ, Indrelie AJ. Total Arc of Motion in the Sidelying Position: Evidence for a New Method to Assess Glenohumeral Internal Rotation Deficit in Overhead Athletes. *Int J Sports Phys Ther* 2015;10 (03):319–331