

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

GRADO EN FISIOTERAPIA



Protocolo de ejercicios accesorios como estrategia de prevención del dolor de hombro en deportistas amateur de CrossFit. Una propuesta de estudio

AUTOR: Oltra Moreno, Daniel

Nº Expediente: 32

TUTOR: Lozano Quijada, Carlos

Departamento: Medicina

Curso académico 2021-2022.

Convocatoria de Junio

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. OBJETIVO	6
5. MATERIAL Y MÉTODOS	7
5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	7
5.2 DOCUMENTOS ÉTICA Y REGISTRO PREVIO	7
5.3 PARTICIPANTES Y AMBITO DEL ESTUDIO	7
5.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN	7
5.5 INTERVENCIÓN	9
5.6 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES Y MOMENTO DE EVALUACIÓN	13
5.7 TAMAÑO MUESTRAL	15
5.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
5.9 RECLUTAMIENTO	16
5.10 ALEATORIZACIÓN Y CEGAMIENTO	16
5.11 ENMASCARAMIENTO	17
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	18
7. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	21
7.1 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	21
7.2 ÉTICA Y DISEMINACIÓN	21
7.3 ENMIENDAS DEL PROTOCOLO	21
7.4 CONFORMIDAD	22
7.5 DECLARACIÓN DE INTERESES	22
7.6 FINANCIACIÓN	22
7.7 ACCESO A LOS DATOS	22
8. BIBLIOGRAFÍA	23
9. ANEXOS	27
9.1 Consentimiento informado	27
9.2 Equipamiento	29
9.3 Abreviaturas	30
9.4 Diagrama de Gantt	31

RESUMEN

Introducción: El CrossFit es una modalidad de entrenamiento funcional que ha visto como su popularidad ha ido aumentando en los últimos años. El área de lesión más frecuente para los atletas de CrossFit es el hombro. La evidencia que respalde estrategias de prevención de lesiones en la articulación del hombro propias de esta disciplina deportiva aún son escasas.

Objetivo: Establecer una serie de ejercicios accesorios como medida de prevención de lesiones en la articulación del hombro y evaluar su influencia sobre la incidencia lesional de un grupo de atletas amateur de Crossfit.

Diseño: Propuesta de ensayo clínico, aleatorizado, estratificado, controlado, paralelo, simple ciego.

Metodología: 145 atletas de CrossFit amateur, de ambos sexos, serán divididos de forma aleatoria y estratificada en dos grupos iguales. El resultado primario será analizar la incidencia lesional en la región del hombro de la muestra del estudio, determinado mediante un formulario google y el cuestionario “Shoulder Pain and Disability Index” (SPADI) al final de cada uno de los 6 meses de intervención. Los resultados secundarios serán la medición del Rango de Movimiento articular (ROM) y fuerza muscular de Rotación Interna (RI) y Rotación Externa (RE) glenohumeral, la funcionalidad de las extremidades superiores y la Respuesta de Esfuerzo Percibido (REP).

Discusión: Este estudio pretenderá aportar evidencia sobre diferentes estrategias de prevención en forma de ejercicio accesorio dirigido a deportistas amateur de CrossFit, de una forma segura y con resultados positivos en otras disciplinas deportivas.

Palabras clave: Fisioterapia, prevención, CrossFit.

ABSTRACT

Background: CrossFit is a functional training modality that has seen its popularity increase in recent years. The most common area of injury for CrossFit athletes is the shoulder. The evidence that supports injury prevention strategies in the shoulder joint typical of this sports discipline is still scarce.

Purpose: To establish a series of accessory exercises as a measure to prevent injuries in the shoulder joint and to evaluate their influence on the incidence of injuries in a group of amateur Crossfit athletes.

Design: Clinical trial proposal, randomized, stratified, controlled, parallel, single-blind clinical trial.

Methodology: 145 amateur CrossFit athletes of both sexes will be randomly divided and stratified into two equal groups. The primary outcome will be to analyze the incidence of injury in the shoulder region of the study sample, determined using a google form and the "Shoulder Pain and Disability Index" (SPADI) questionnaire at the end of each of the 6 months of intervention. Secondary outcomes will be measurement are Range of Motion (ROM) and muscle strength in Internal Rotation (IR) and External Rotation (ER) of the glenohumeral joint , upper extremity functionality, and Response Extertion Perceived (REP).

Discussion: This study will pretend to provide evidence on different prevention strategies in the form of accessory exercise aimed at amateur CrossFit athletes, in a safe way and with positive results in other sports disciplines.

Keywords: Physiotherapy, prevention, CrossFit.

INTRODUCCIÓN

El CrossFit es una modalidad de entrenamiento funcional de alta intensidad de origen estadounidense registrada por Glassman en el año 2000 (*Dexheimer, 2019*). En el año 1995 su alcance se limitaba a la población militar, pero su popularidad ha ido aumentando entre la población civil (*Sprey, 2016*) contando actualmente con más de 15.000 instalaciones localizadas por todo el mundo (*Bernstorff, 2021*).

Una de las características del CrossFit es que alberga tres modalidades diferentes de ejercicios (ejercicios de origen gimnástico, de levantamiento de pesas y aeróbicos) (*Martínez-Gómez, 2019*) integrados dentro de la sesión y/o competición de CrossFit y estos son ejecutados a una elevada intensidad, de forma repetitiva y con cortos periodos de descanso (*Sprey, 2016*).

Los ejercicios de origen gimnásticos son aquellos en el que los atletas trabajan con su propio cuerpo como: las dominadas, flexiones, ejercicios con anillas y trepar por cuerda, entre otras opciones (*Cavedon, 2020; Martínez-Gómez, 2019*). Entre los ejercicios de levantamiento de pesas encontramos: arrancadas, pesas rusas, sacos de arena o balones medicinales (*Cavedon, 2020; Martínez-Gómez, 2019*). Por último, dentro de los ejercicios aeróbicos encontramos ejercicios cardiovasculares como: correr, nadar, bicicleta ergométrica y remo ergométrico (*Cavedon, 2020; Martínez-Gómez, 2019*).

De forma habitual, una sesión de CrossFit podría consistir en un calentamiento, un ejercicio de destreza o de fuerza y un entrenamiento del día, que incluirá diferentes ejercicios que se realizarán en forma de circuito durante un tiempo determinado (*Dexheimer, 2019; Cavedon, 2020*). El objetivo de los atletas será realizar el máximo número de repeticiones posibles dentro de un tiempo determinado o realizar el ejercicio moviendo el máximo peso posible (*Dexheimer, 2019*).

El hecho de integrar diferentes modalidades de entrenamiento supone un desafío para los distintos sistemas corporales (*Falk Neto, 2019*), provocando beneficios entre sus participantes, como la de mejorar la capacidad aeróbica, capacidad anaeróbica, potencia muscular y fuerza muscular (*Dexheimer, 2019, Hamdouni, 2021*), flexibilidad, agilidad, coordinación y velocidad (*Poston, 2016*);

además de la mejora de otras variables, como la composición corporal (Cavedon, 2020; Elkin, 2019), presión arterial diastólica y frecuencia cardíaca en reposo (Dexheimer, 2019; Elkin, 2019).

La popularidad alcanzada por este deporte, ha hecho que el número de publicaciones científicas relacionadas con el CrossFit haya aumentado en los últimos años, principalmente en lo referente a las áreas de lesiones más comunes y los factores de riesgo asociado a ellas. En relación a la tasa de incidencia estimada de lesiones relacionadas con el CrossFit podemos decir que oscila entre 0,74 y 3,1 por cada 1000 horas de entrenamiento (Bernstorff, 2021; Paiva, 2021; Larsen, 2020; Everhart, 2020), siendo esta similar a la de otros deportes como el levantamiento de pesas (3,3/1000 horas) o el fútbol (1,5/1000 horas) (Toledo, 2022; Barranco-Ruiz, 2020). La evidencia existente hasta el momento sugiere que las lesiones musculares, articulares y tendinopatías son las más frecuentes entre estos deportistas (Ángel Rodríguez, 2022). Otro estudio añade que el tipo de lesión más prevalente son las articulares seguidas de las musculares (Toledo, 2022). Además, varios estudios posicionan al hombro como el área de dolor más frecuente entre los atletas de CrossFit (Feito, 2018; Gardiner, 2020).

Distintos autores sugieren que la prevalencia de las lesiones que se dan en este deporte se debe a la secuencia de movimientos complejos y exigentes (Bernstorff, 2021) realizados con una carga de trabajo excesiva (Bernstorff, 2021; Barranco-Ruiz 2020), la fatiga muscular (Ferreira 2020), la mala técnica, el sobre-entrenamiento, la elevación de forma continuada de brazos por encima de la cabeza (Barranco-Ruiz, 2020) y el historial de lesiones previas (Everhart, 2020; Barranco-Ruiz, 2020; Szeles, 2020; Ángel Rodríguez, 2022).

Otros estudios añaden nuevos factores de riesgo como no acudir al fisioterapeuta de forma regular (Lima, 2020) y estirar antes de la sesión de entrenamiento (Ángel Rodríguez, 2022). Por el contrario, existe controversia en relación a la frecuencia de entrenamiento, grado de experiencia en CrossFit, competir en la disciplina y parámetros como la edad y el sexo (Ángel Rodríguez, 2022).

Sin embargo, a pesar de la similitud de la incidencia lesional asociada al Crossfit y la de otros deportes, resulta curioso cómo existe un vacío en la evidencia en relación a medidas preventivas para frenar las lesiones que con frecuencia sufren los practicantes de este deporte. A pesar de ello, algunos estudios nos proporcionan alguna estrategia de prevención como la realización de ejercicios accesorios

para los músculos isquiotibiales y glúteo medio para reducir el dolor en la articulación sacroilíaca y en la zona lumbar (*Bernstorff, 2021*), la movilización y estiramiento de tejidos blandos en el hombro (*Jusdado-García, 2021*) y la automovilización de tobillo combinada con CrossFit en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo (*Cruz-Díaz, 2020*).

Por lo tanto, teniendo en cuenta las características intrínsecas del CrossFit, su incidencia lesional, la influencia alcanzada por los distintos protocolos de prevención en otros deportes sobre la misma y la limitada literatura que introduce aspectos de prevención en este deporte, nuestra hipótesis es que un programa específico de prevención de lesiones podría ser beneficioso para disminuir la tasa lesional en la región del hombro entre los deportistas amateur de CrossFit. Por tanto, los objetivos del presente trabajo se exponen a continuación.



OBJETIVOS

Objetivo General

- Establecer una serie de ejercicios accesorios como medida de prevención de lesiones en la articulación del hombro y evaluar su influencia sobre la incidencia lesional de un grupo de atletas amateur de Crossfit.

Objetivos específicos

1. Analizar los cambios sobre rango de movimiento pasivo y activo en rotación externa e interna de hombro de los participantes del estudio.
2. Evaluar los cambios sobre la fuerza muscular de los rotadores externos e internos del hombro de los participantes del estudio.
3. Determinar los cambios en la funcionalidad de la región del hombro de los diferentes participantes del estudio.
4. Determinar la percepción de esfuerzo percibido de los ejercicios accesorios propuestos mediante la escala Borg, de los sujetos pertenecientes al grupo experimental.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido aprobado por la oficina de investigación responsable de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche con el COIR: TFM.NA.CLQ.DOM.220329 el día 01-04-2022.

Diseño del estudio

Este estudio es una propuesta de ensayo clínico, aleatorizado, estratificado, controlado, paralelo, simple ciego.

Participantes y ámbito del estudio

Los participantes serán reclutados de un box de CrossFit con una población aproximada de 238 deportistas.

El estudio tendrá lugar en las instalaciones del mismo box de CrossFit donde los deportistas serán reclutados.

Criterios de selección

Los participantes objeto de estudio deberán cumplir con los siguientes criterios de inclusión: Atletas de CrossFit amateur de ambos sexos, de entre 18 a 50 años de edad, con capacidad para completar los cuestionarios, firmar el consentimiento informado y completar el estudio. Los criterios de exclusión serán: Atletas de CrossFit que realicen sus actividades fuera del box de CrossFit donde pertenezca la muestra, deportistas que compitan en campeonatos y/o torneos, participar en otra actividad deportiva paralela al CrossFit, entrenar menos de 1 día por semana y más de 4 días a la semana, entrenar más de 1 hora por sesión y menos de 45 minutos, embarazo o lactancia, lesión 3 meses antes del inicio del programa, enfermedad relevante asociada (osteoporosis grave, enfermedad cardiovascular aguda, enfermedad reumática sistémica,...), marcapasos o desfibrilador automático implantado, jornada laboral nocturna, abuso o dependencia de sustancias, consumo frecuente de fármacos tipo AINES (7 días a la semana durante más de 2 semanas), haber participado en otro ensayo clínico en los últimos 3 meses,

sacar una puntuación menor o igual a 25 puntos en el cuestionario de TSK-11SV y puntuar 30 o más en el inventario de sensibilización central (CSI).

TABLA 1. Justificación de los criterios de inclusión del estudio

Criterio de inclusión	Justificación
Atletas de CrossFit	Población diana del estudio.
Amateur	Podría influir en los resultados del estudio.
Ambos sexos	Queremos diseñar un protocolo de prevención útil para ambos sexos.
18 a 50 años de edad	Podría influir en los resultados del estudio.
Capacidad para completar los cuestionarios	Obligatorio según los criterios de exclusión establecidos en este estudio
Capacidad para firmar el consentimiento informado	Obligatorio para la inclusión de participantes en ensayos clínicos (Declaración de Helsinki, artículo 22)
Capacidad para completar el estudio	Para evitar abandonos.

TABLA 2. Justificación de los criterios de exclusión del estudio.

Criterio de exclusión	Justificación
Competidores de CrossFit	Podría influir en los resultados del estudio.
Realizar CrossFit fuera del box donde pertenezca la muestra	
Actividad deportiva paralela	
Entrenar menos de 1 día por semana y más de 4	
Entrenar más de 1 hora y menos de 45 minutos por sesión	
Embarazo o lactancia	
Lesión 3 meses antes del inicio del programa	
Enfermedad relevante asociada	
Marcapasos o desfibrilador automático implantado	
Jornada laboral nocturna	
Abuso o dependencia de sustancias	
Consumo frecuente de fármacos tipo AINES	
Haber participado en otro ensayo clínico en los últimos 3 meses	
X menor o igual a 25 puntos en el cuestionario de TSK-11SV	
X mayor o igual a 30 en el inventario de sensibilización central (CSI).	

Intervención

La intervención ocupará 6 de los 15 meses de la duración total del estudio. Los participantes se dividirán en dos grupos: un grupo experimental que incluirá en todas las sesiones de entrenamiento de CrossFit un protocolo de ejercicios accesorios para prevenir lesiones en el hombro y un grupo control que realizará su actividad de CrossFit con total normalidad.

Ambos grupos realizarán 3 sesiones de CrossFit a la semana (lunes, miércoles y viernes de 8:00 a 9:00 de la mañana o de 20:00 a 21:00 de la tarde) dirigidas por el mismo entrenador, de tal forma que la única diferencia entre ambos grupos serán los ejercicios accesorios propuestos.

La sesión de CrossFit tendrá una duración aproximada de 60 minutos en la que en los primeros 10 minutos los atletas realizarán un calentamiento y a continuación desarrollarán la sesión tal y como la plantee el entrenador.

Los participantes pertenecientes al grupo intervención deberán acudir 15 minutos antes de la hora de inicio de la sesión de entrenamiento para realizar 2 series de 10 repeticiones en forma de circuito de los ejercicios accesorios propuestos. Estos se desarrollarán siguiendo el orden y las indicaciones dadas a continuación:

1. Abducción horizontal con goma elástica (*Ball, 2009; Silva, 2022*).

Los atletas permanecerán en bipedestación, con flexión de hombro 90° y extensión de codo (mantener mínima flexión de codo). La posición escapular inicial será de abducción y la posición final será de aproximación.

La fase concéntrica se realizará en 3 segundos y la fase excéntrica en 5 segundos y será dirigido por un metrónomo (metrónomo beats app).

En el desarrollo del ejercicio la goma elástica (GE) no perderá tensión en ningún momento y los participantes mantendrán una posición cervical y lumbar neutra.



Figura 1. Posición inicial y final del ejercicio de abducción horizontal con goma elástica.

2. Rotación externa de hombro con Goma elástica (*Boettcher, 2009*).

Los deportistas permanecerán en bipedestación manteniendo una ligera flexión de rodillas y caderas, con la extremidad superior a trabajar en posición de flexión de codo 90° , abducción y flexión de hombro de 30° . La posición bilateral de las escápulas será en retracción y la mano contralateral permanecerá en contacto con espina iliaca anterosuperior. El paciente realizará el gesto de RE de hombro dirigido con un metrónomo (metrónomo beats app) que le marcará la fase concéntrica en 3 segundos y la fase excéntrica en 5 segundos. Durante la ejecución del ejercicio mantendrán una posición cervical y lumbar neutra.



Figura 2. Posición inicial y final del ejercicio de Rotación externa de hombro con Goma elástica

3. Serratus Punch en bipedestación con goma elástica (*Castelein, 2016*).

El ejercicio se desarrollará tal y como se describe en estudio de Castelein, 2016, sustituyendo la polea por una GE. Los deportistas permanecerán en bipedestación manteniendo una ligera flexión de rodillas y caderas, de espaldas al anclaje de la goma, con el hombro a 90°, el codo homolateral bloqueado en extensión y la mano contralateral apoyada sobre el pectoral de la extremidad que realiza el ejercicio. La posición escapular inicial es en retracción y la posición final será en proyección, se deberá realizar cada repetición en 6 segundos (3 segundos retracción, 3 segundos proyección) dirigido con un metrónomo (metrónomo beats app). Durante el desarrollo del ejercicio los participantes deberán mantener una posición cervical y lumbar neutra.



Figura 3. Posición inicial y final del ejercicio de Serratus Punch en bipedestación con goma elástica

4. Remo horizontal con goma elástica (*Escamilla, 2009; Silva, 2022*).

Los atletas se colocarán en bipedestación manteniendo una ligera flexión de rodillas y caderas, frente al anclaje de la GE.

La posición inicial del ejercicios será: de retracción escapular, extensión de codos, flexión de hombros 90° y la posición final será: de protracción escapular, flexión de codos y ligera extensión de hombros.

La fase concéntrica se realizará en 3 segundos y la fase excéntrica en 5 segundos y será dirigido por un metrónomo (metrónomo beats app).

Durante la ejecución del ejercicio mantendrán una posición cervical y lumbar neutra.

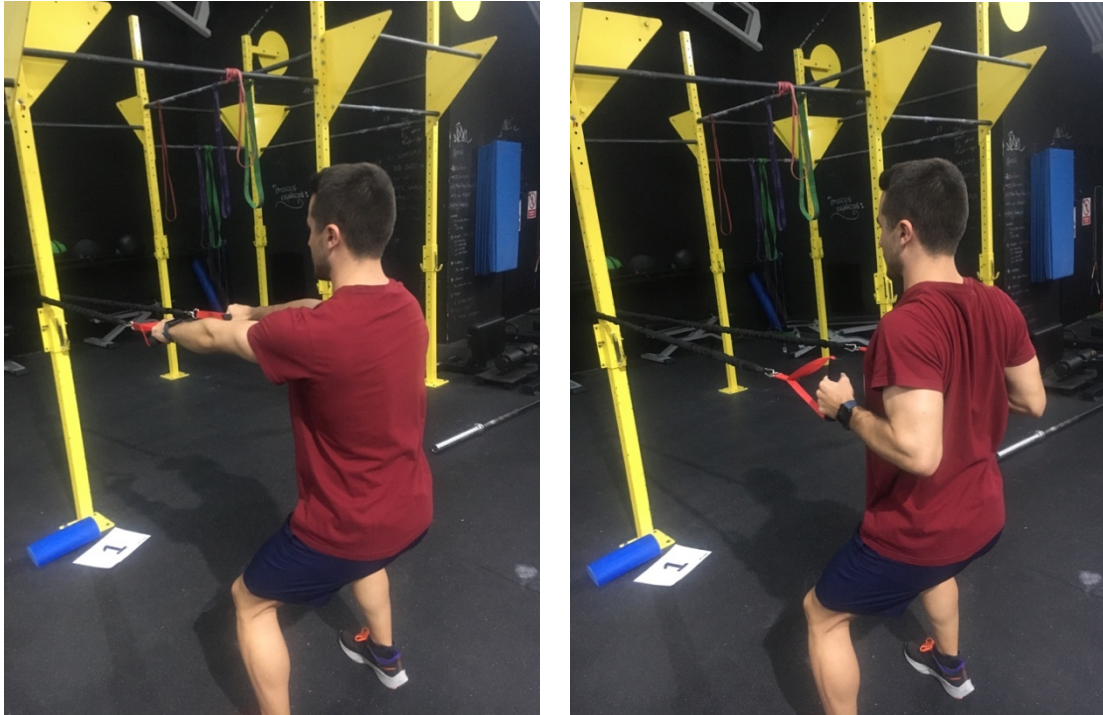


Figura 4. Posición inicial y final del ejercicio de Remo horizontal con goma elástica

Las GE empleadas para realizar estos ejercicios serán de distinta resistencia (baja, media y alta) para poder variar la intensidad y que en consecuencia los atletas sean capaces de realizar los ejercicios de una forma óptima.

Para la correcta ejecución de los ejercicios propuestos, estos serán dirigidos detenidamente por parte del entrenador de CrossFit durante las 6 primeras sesiones de entrenamiento, quien previamente habrá sido aleccionado por el investigador principal del estudio.

Medición de las variables y momento de evaluación

- Resultado primario

El resultado primario de este estudio pretende atender al objetivo principal del mismo. En el que para observar si las medidas preventivas establecidas sirven para disminuir la incidencia de lesiones o dolor de hombro sobre los atletas amateur de CrossFit deberemos analizar las lesiones que los participantes pertenecientes a ambos grupos han sufrido durante el desarrollo del mismo.

Por este motivo, se desarrollará un formulario google como se muestra a continuación.

Preguntas pertenecientes al formulario google:

- Número de identificación:
- ¿Se ha lesionado o ha tenido dolor, molestia, inestabilidad o rigidez de hombro en el último mes?: Sí/No
- La lesión ha sido diagnosticada por un profesional: Sí/No
- Tiempo que ha estado sin hacer deporte por lesión: ningún día / menos de 1 semana / 1 semana / 2 semanas / 3 semanas/ 4 semanas o más

El formulario google se contestará, junto con el cuestionario de autoevaluación de hombro SPADI (*Angst, 2011*) por parte de los sujetos el último día de cada mes, de los 6 meses que durará la intervención del ensayo clínico. Además, el software de la encuesta impedirá el envío en caso de que falte algún elemento por responder, y se enviarán automáticamente correos electrónicos a aquellas personas que no respondieron después de 4 días.

- Resultados secundarios

Los resultados secundarios son:

1) ROM, mediremos el ROM de RI y RE de la articulación del hombro de todos los participantes pertenecientes al estudio. Esta medición se realizará con el paciente en decúbito supino sobre la camilla, con ambos brazos en abducción 90°, el codo flexionado en 90° y a la altura del acromion. A continuación se valorará la RE y RI pasivas de ambos hombros y posteriormente se repetirá el mismo procedimiento para valorar el ROM activo. El instrumento de medición empleado por el examinador será un goniómetro (Patterson Medical Supply Inc. Warrenville, IL) (*Rose, 2018*).

2) Fuerza muscular isométrica mediante dinamometría manual para RE y RI glenohumeral.

Los participantes se colocarán en decúbito prono sobre la camilla, con una pequeña toalla entre la extremidad superior del sujeto y la camilla. La posición del hombro será en abducción 90° y el codo flexionado 90°. Para la prueba los atletas mantendrán una posición de RE y RI de hombro máxima durante 5 segundos mientras el examinador aplica resistencia en la porción distal del antebrazo con un dinamómetro manual (Taiyo Kogyo Co., Tokio, Japón) (*Brumitt, 2020*). Para calcular el resultado final

de la prueba se realizarán dos familiarizaciones y tres intentos, seleccionando el mejor de los tres resultados (*Neto, 2019*).

3) Funcionalidad de las extremidades superiores medido por tres test funcionales: Y Balance Test- Upper Quarter (YBT-UQ), Seated Medicine Ball Throw (SMBT) y Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST). Estos test se realizarán siguiendo las indicaciones descritas en el artículo de Borms, 2018.

4) La respuesta de esfuerzo percibido (REP) de cada participante se medirá al finalizar el circuito de ejercicios accesorios en cada una de las sesiones ejecutadas durante el desarrollo del estudio, utilizando para ello la escala Borg (*Borg, 1982*).

La valoración del rango articular, la fuerza muscular y los test funcionales se realizarán una semana antes del inicio de la intervención del estudio, a los 3 meses del inicio del programa de prevención y a la semana de haber finalizado el mismo.

Además, las medidas de resultados mencionadas anteriormente (ROM, Fuerza muscular y funcionalidad) serán realizadas por un fisioterapeuta ajeno al estudio.

Tamaño muestral

Para el cálculo del tamaño muestral se estimó la prevalencia de dolor de hombro entre atletas de CrossFit en un 39% (*Feito, 2018*), asumiendo un error muestral del 5% y un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$) sobre una población de 1000 deportistas amateur. El tamaño muestral necesario es de 145 personas.

El calculo del tamaño muestral se calculó utilizando el programa Epidat versión 4.2

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se describirán empleando la media, desviación estándar e intervalo de confianza, mientras que para las cualitativas utilizaremos frecuencias y porcentajes. La hipótesis de normalidad se verificará mediante el test de Shapiro-Wilk.

En caso de que la normalidad se cumpla, se utilizará ANOVA como herramienta para contrarrestar las diferencias de medias, en caso contrario se recurrirá a una prueba no paramétrica equivalente. El contraste de todas las hipótesis se llevará a cabo con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

Reclutamiento

Los participantes serán reclutados por un mensaje de texto difundido vía WhatsApp y a través de publicaciones en redes sociales como Instagram y Facebook del propio centro de entrenamiento de CrossFit. Además, durante una semana, el entrenador mencionará brevemente el resumen del estudio antes del inicio de la sesión del día.

Aleatorización y ocultación de la asignación

Una vez se han descrito los criterios de selección del estudio y los participantes han sido seleccionados atendiendo a los mismos, el investigador principal y el responsable de los procedimientos estadísticos, se encargará de estratificar a los participantes en grupos atendiendo a dos características: sexo e historial de lesiones previas en extremidades superiores.

Una vez los participantes han sido clasificados por grupos atendiendo a las características mencionadas anteriormente, se utilizarán sobres sellados, opacos y numerados para garantizar el cegamiento en la asignación de los grupos.

Nuevamente el responsable de los procedimientos estadísticos junto con el investigador principal escogerán un sobre delante de cada participante que revelará el grupo al que pertenecerá en el desarrollo del ensayo.

Tras cada asignación, se escribirá el nombre del participante y la fecha en el papel adjunto y será guardado en el sobre para evitar su reutilización. Los sobres se guardarán bajo llave en un despacho de la UMH.

Para cegar a los otros investigadores del estudio, el responsable de los procedimientos estadísticos se encargará de codificar a los sujetos, creando una secuencia de números aleatorios concreta para cada participante perteneciente al protocolo.

Enmascaramiento

Este estudio será un simple ciego, en el que el cegamiento se realizará sobre el examinador y los participantes conocerán si forman parte del grupo experimental o del grupo control.

Dado que los cegamientos no influirán directamente sobre la seguridad o salud de los participantes, no se realizará desenmascaramiento bajo ninguna circunstancia, manteniendo el cegamiento hasta el momento en el que se recopilen todos los datos.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este documento presenta una descripción detallada sobre el diseño de un ensayo clínico aleatorizado, estratificado, controlado, paralelo, doble ciego, cuyo objetivo es elaborar una serie de medidas preventivas, en forma de ejercicio, para disminuir la incidencia lesional sobre la región del hombro en un grupo de deportistas amateur de CrossFit.

En primera instancia, para el correcto desarrollo del estudio, nos planteamos cuál sería la población diana del estudio. Debido a la popularidad alcanzada por el CrossFit en los últimos años y la falta de publicaciones sobre estrategias de prevención de lesiones en este deporte, decidimos analizar las lesiones que con más frecuencia sufren estos atletas según la evidencia existente hasta la fecha. Al inicio del desarrollo de la propuesta de estudio, la idea era plantear un protocolo de prevención para el hombro, la zona lumbar y la rodilla, ya que estas eran las tres áreas de lesión que con más frecuencia se daban entre estos deportistas. Con la intención de reducir tiempo, ser más específicos e intentar reducir al máximo los posibles sesgos, decidimos elaborar un protocolo de prevención exclusivamente para la región del hombro, por ser esta el área que con más frecuencia se lesionaba entre los atletas de CrossFit (*Feito, 2018; Gardiner, 2020*).

Dado que el protocolo de prevención ha sido enfocado en primer lugar al deporte y en segundo lugar a la región del hombro, los factores de riesgo analizados han sido los propios de la disciplina deportiva. Estos nos han servido para elaborar una serie de criterios de selección que nos proporcionará una muestra muy específica de la población total de este deporte, pudiendo no ser extrapolables los resultados a una población de CrossFit de otras características. Sin embargo, debido a la controversia que existe en estudios ya publicados sobre factores de riesgo como: la edad, el sexo, competir o no en esta disciplina deportiva, además del número de entrenamientos a la semana o el grado de experiencia con este deporte, consideramos que todos los criterios de selección son estrictamente necesarios.

Además, el hecho de que la muestra seleccionada sea de un box en concreto de CrossFit es quizás el aspecto más relevante de todo el trabajo, ya que la forma en la que el entrenador explique los ejercicios propios del deporte a sus entrenados, así como los ejercicios de preferencia del mismo y cómo

cuide la técnica durante el desarrollo de los mismos, puede influir de forma directa sobre los resultados de este estudio. Esto nuevamente podría hacernos pensar que los resultados extraídos del estudio no serán extrapolables para otros box de CrossFit, pero claro está, que el hecho de seleccionar deportistas de diferentes box haría que los resultados del estudio no sean válidos.

Quizás en un futuro, sería interesante repetir el estudio en distintos box de CrossFit y determinar si las medidas preventivas propuestas proporciona resultados similares, independientemente de las características intrínsecas de la muestra del ensayo clínico.

Por otro lado, los ejercicios accesorios así como las medidas de resultados propuestas en el estudio, se han establecido teniendo en cuenta los factores de riesgo que influyen sobre el dolor de hombro como: la diferencia del ROM de RI en 18-20° de un hombro respecto del contralateral ([Rose, 2018](#)), la diferencia del ROM de rotación total en 5° de un hombro respecto del contralateral ([Clarsen, 2014](#)), que a mayor diferencia del ROM pasivo versus activo del hombro aumenta el riesgo de lesión ([Miyashita, 2008](#)) y el déficit de fuerza de la RE de hombro en comparación con la RI del hombro homolateral ([Andersson, 2018](#)).

En este estudio no tendremos en cuenta la disminución del ROM de aducción horizontal dado que la intervención no engloba ningún ejercicio que nos permita afrontar este factor de riesgo. Un ejercicio que nos podríamos plantear sería el estiramiento de la durmiente, este nos permite estirar la cápsula posterior del hombro y, como resultado, podríamos obtener una mejora del ROM de aducción horizontal del hombro ([Tahran, 2022](#)). La justificación por la que este ejercicio no forma parte de nuestra intervención es sencilla, tal como viene reflejado en la introducción de este trabajo, estirar antes de la sesión de entrenamiento se ha identificado como factor de riesgo de lesiones entre los deportistas ([Ángel Rodríguez, 2022](#)). Una posible medida para poder introducir este ejercicio dentro del protocolo hubiese sido enviar ejercicios domiciliarios a los participantes del estudio, esta idea fue descartada, ya que interfiere directamente en el que consideramos que es uno de los fuertes de la intervención, y es que, el grupo experimental seguirá con su rutina habitual de entrenamiento y únicamente tendrán que acudir 15 minutos antes del inicio de la sesión de CrossFit para asegurarse que son capaces de realizar los 4 ejercicios accesorios propuestos tal y como se describe en la intervención del trabajo.

Por último, la falta de evidencia sobre protocolos o estrategias de prevención en el CrossFit nos brinda la oportunidad de desarrollar un trabajo novedoso y seguro, con resultados positivos en otros deportes.



ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Funciones y responsabilidades

Para la correcta ejecución de este ensayo clínico se necesitarán las siguientes figuras:

- El director del proyecto, contribuirá al desarrollo del protocolo y proporcionará experiencia clínica.
- El codirector del proyecto, contribuirá al desarrollo del protocolo y proporcionará experiencia clínica.
- El responsable de los procedimientos estadísticos. Será el responsable de codificar a los participantes del estudio siendo, junto con el investigador principal, las dos únicas personas que conocerán los sujetos que formarán parte tanto del grupo experimental como del grupo control. Además, se encargará de la aleatorización y de la recopilación de los datos.
- Otro estadístico que ayudará al responsable de los procedimientos estadísticos, enviará y recopilará los cuestionarios del estudio y se encargará de analizar los datos del estudio.
- Un fisioterapeuta ajeno al estudio que se encargará de medir las variables del estudio.
- El investigador principal, contribuirá al concepto y diseño del estudio, desarrollará el manuscrito y proporcionará experiencia clínica.

Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final. *Hernández*

Ética y diseminación

El ensayo clínico seguirá los estándares del Convenio de Helsinki, además será evaluado por el Comité de Ética de la UMH. Se invita a todos los pacientes a participar voluntariamente en el estudio y firmar el consentimiento informado.

Enmiendas del protocolo

Los cambios eventuales no planificados en el protocolo entre los que pueden encontrarse por ejemplo: los criterios de selección, características intrínsecas de la intervención sobre el grupo experimental y la metodología diseñada para recopilar y analizar los resultados, se presentarán al comité de ética como enmiendas para su aprobación una vez hayan sido comunicadas y aprobadas por el resto de investigadores o participantes del estudio. En el caso de aprobación de los cambios pertinentes, estos deberán ser reflejados y justificados al final del estudio.

Conformidad

El consentimiento informado estará a disposición del paciente antes de comenzar el proyecto. Los pacientes podrán participar en el estudio de manera voluntaria, pudiendo abandonarlo en el momento que considere oportuno, sin que esto conlleve ninguna repercusión negativa. La información que se obtenga en dicho estudio será confidencial y únicamente se utilizará para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación. No se cederá datos a terceros sin el consentimiento de los participantes. Los participantes tendrán derecho a recibir información sobre las valoraciones, cuestionarios e intervención cuando lo deseen.

En esta investigación se mantendrá el anonimato de los sujetos y se relacionará su nombre con un código numérico aleatorizado para mantener el anonimato de los participantes del estudio.

Declaración de intereses

Los autores declaran que no tienen intereses contrapuestos.

Financiación

Este estudio se realizará sin financiación externa y los costes serán asumidos por los investigadores.

Acceso a los datos

La investigación será de libre acceso para los investigadores del estudio, para que estos puedan ajustar y aportar información con el fin de conseguir que el trabajo sea útil para el sistema sanitario y para investigadores ajenos a este estudio con una línea de investigación similar. Para ello, es necesario que se siga la licencia de Creative Commons Pet (CCP), realizando el trabajo sin fines comerciales y citando de manera correcta.

BIBLIOGRAFÍA

- Ángel Rodríguez M, García-Calleja P, Terrados N, Crespo I, Del Valle M, Olmedillas H. Injury in CrossFit®: A Systematic Review of Epidemiology and Risk Factors. *Phys Sportsmed*. 2022 Feb;50(1):3-10.
- Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society standardized shoulder assessment form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire (SDQ), and Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 11:S174-88.
- Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: previous findings could not be confirmed. *Br J Sports Med*. 2018 Sep;52(18):1191-1198.
- Ball JM, Cagle P, Johnson BE, Lucasey C, Lukert BP. Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporos Int*. 2009 Mar;20(3):481-9.
- Barranco-Ruiz Y, Villa-González E, Martínez-Amat A, Da Silva-Grigoletto ME. Prevalence of Injuries in Exercise Programs Based on Crossfit®, Cross Training and High-Intensity Functional Training Methodologies: A Systematic Review. *J Hum Kinet*. 2020 Jul 21;73:251-265.
- Bernstorff MA, Schumann N, Maai N, Schildhauer TA, Königshausen M. An Analysis of Sport-Specific Pain Symptoms through Inter-Individual Training Differences in CrossFit. *Sports (Basel)*. 2021 May 19;9(5):68.
- Brumitt J, Hutchison MK, Kang D, Klemmer Z, Stroud M, Cheng E, Cayanan NP, Shishido S. Blood Flow Restriction Training for the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Aug 19;15(8):1175-1180.

- Boettcher CE, Ginn KA, Cathers I. Which is the optimal exercise to strengthen supraspinatus? *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Nov;41(11):1979-83.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982 14(5):377-81.
- Borms D, Cools A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. *Int J Sports Med.* 2018 Jun;39(6):433-441.
- Castelein B, Cagnie B, Parlevliet T, Cools A. Serratus anterior or pectoralis minor: Which muscle has the upper hand during protraction exercises? *Man Ther.* 2016 Apr;22:158-64.
- Cavedon V, Milanese C, Marchi A, Zancanaro C. Different amount of training affects body composition and performance in High-Intensity Functional Training participants. *PLoS One.* 2020 Aug 20;15(8):e0237887.
- Chaconas, E. J., Kolber, M. J., Hanney, W. J., Daugherty, M. L., Wilson, S. H., & Sheets, C. Shoulder external rotator eccentric training versus general shoulder exercise for subacromial pain syndrome: a randomized controlled trial. *International journal of sports physical therapy.* 2017; 12(7), 1121–1133.
- Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2014 Sep;48(17):1327-33.
- Cruz-Díaz D, Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Aibar-Almazán A, Kim KM. Ankle-Joint Self-Mobilization and CrossFit Training in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train.* 2020 Feb;55(2):159-168.
- Dexheimer JD, Schroeder ET, Sawyer BJ, Pettitt RW, Aguinaldo AL, Torrence WA. Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit® Performance. *Sports (Basel).* 2019 Apr 22;7(4):93.

- Elkin JL, Kammerman JS, Kunselman AR, Gallo RA. Likelihood of Injury and Medical Care Between CrossFit and Traditional Weightlifting Participants. *Orthop J Sports Med.* 2019 May 7;7(5):2325967119843348.
- Escamilla, R. F., Yamashiro, K., Paulos, L., & Andrews, J. R. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports medicine (Auckland, N.Z.).* 2009; 39(8), 663–685.
- Falk Neto JH, Kennedy MD. The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to Improve Sport Performance. *Sports (Basel).* 2019 Jan 29;7(2):33.
- Everhart JS, Poland S, Vajapey SP, Kirven JC, France TJ, Vasileff WK. CrossFit-related hip and groin injuries: a case series. *J Hip Preserv Surg.* 2020 Jan 30;7(1):109-115.
- Feito Y, Burrows EK, Tabb LP. A 4-Year Analysis of the Incidence of Injuries Among CrossFit-Trained Participants. *Orthop J Sports Med.* 2018 Oct 24;6(10):2325967118803100.
- Ferreira IC, Almeida Souza M, Miarka B, Cardoso R, Badaró M, Brito C, Carvalho Barbosa AW. Interquartile differences in biomechanical parameters in CrossFit® athletes during deep squats with submaximal load until fatigue. *J Sports Med Phys Fitness.* 2020 Sep;60(9):1216-1222.
- Gardiner B, Devereux G, Beato M. Injury risk and injury incidence rates in CrossFit. *J Sports Med Phys Fitness.* 2020 Jul;60(7):1005-1013.
- Hamdouni H, Kliszczewicz B, Zouhal H, Rhibi F, Ben Salah FZ, Ben Abderrahman A. Effect of three fitness programs on strength, speed, flexibility and muscle power on sedentary subjects. *J Sports Med Phys Fitness.* 2022 Jan;62(1):25-38.
- Jurdado-García M, Cuesta-Barriuso R. Soft Tissue Mobilization and Stretching for Shoulder in CrossFitters: A Randomized Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jan 12;18(2):575.
- Larsen RT, Hessner AL, Ishøi L, Langberg H, Christensen J. Injuries in Novice Participants during an Eight-Week Start up CrossFit Program-A Prospective Cohort Study. *Sports (Basel).* 2020 Feb 13;8(2):21.

- Lima PO, Souza MB, Sampaio TV, Almeida GP, Oliveira RR. Epidemiology and associated factors for CrossFit-related musculoskeletal injuries: a cross-sectional study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020 Jun;60(6):889-894.
- Martínez-Gómez R, Valenzuela PL, Barranco-Gil D, Moral-González S, García-González A, Lucia A. Full-Squat as a Determinant of Performance in CrossFit. *Int J Sports Med*. 2019 Sep;40(9):592-596.
- Miyashita K, Urabe Y, Kobayashi H, Yokoe K, Koshida S, Kawamura M, Ida K. Relationship between maximum shoulder external rotation angle during throwing and physical variables. *J Sports Sci Med*. 2008 Mar 1;7(1):47-53. PMID: 24150133; PMCID: PMC3763351.
- Neto GR, Silva J, Freitas L, da Silva H, Caldas D, Novaes J, and Cirilo-Sousa M. Effects of strength training with continuous or intermittent blood flow restriction on the hypertrophy, muscular strength and endurance of men. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2019 41(1), p.42273.
- Paiva TMM, Kanas M, Astur N, Wajchenberg M, Martins Filho DE. Correlation between previous sedentary lifestyle and CrossFit-related injuries. *Einstein (Sao Paulo)*. 2021 May 10;19:eAO5941.
- Poston WS, Haddock CK, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N, Batchelor DB. Is High-Intensity Functional Training (HIIFT)/CrossFit Safe for Military Fitness Training? *Mil Med*. 2016 Jul;181(7):627-37.
- Rose MB, Noonan T. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. *Open Access J Sports Med*. 2018 Mar 19;9:69-78.
- 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 Aug 30;4(8):2325967116663706.
- Silva ER, Maffulli N, Migliorini F, Santos GM, de Menezes FS, Okubo R. Function, strength, and muscle activation of the shoulder complex in Crossfit practitioners with and without pain: a cross-sectional observational study. *J Orthop Surg Res*. 2022 Jan 15;17(1):24.

- Szeles PRQ, da Costa TS, da Cunha RA, Hespanhol L, Pochini AC, Ramos LA, Cohen M. CrossFit and the Epidemiology of Musculoskeletal Injuries: A Prospective 12-Week Cohort Study. *Orthop J Sports Med.* 2020 Mar 27;8(3):2325967120908884.
- Tahran Ö, Yeşilyaprak SS. Effects of Modified Posterior Shoulder Stretching Exercises on Shoulder Mobility, Pain, and Dysfunction in Patients With Subacromial Impingement Syndrome. *Sports Health.* 2020 Mar/Apr;12(2):139-148.
- Toledo R, Dias MR, Souza D, Soares R, Toledo R, Lácio M, Vianna J. Joint and muscle injuries in men and women CrossFit® training participants. *Phys Sportsmed.* 2022 Jun;50(3):205-211.



ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. Se le ha invitado a participar en el estudio denominado " Protocolo de prevención para un grupo de atletas amateur de CrossFit. Una propuesta de estudio."– Departamento Fisioterapia Año 2022. Este es un estudio que va a ayudarnos a conocer si un protocolo específico de prevención de lesiones es capaz de reducir la incidencia lesiones entre los deportistas amateur de CrossFit.
2. Si ingresa al estudio, se le solicitará que conteste un cuestionario sobre antecedentes personales de interés.
3. La recolección de información personal no representa ningún riesgo para su salud.
4. Usted será una de las 268 personas que ingresen en el estudio desarrollado en la Universidad Miguel Hernández (UMH), Campus de San Juan (Alicante).
5. Su participación es **totalmente voluntaria** pero puede ser de beneficio para usted al adquirir estrategias que le permitan reducir el riesgo de lesión.
6. Si decide no participar, no habrá ningún tipo de penalización.
7. Como su participación es voluntaria, puede retirarse del estudio en cualquier momento. Si decidiera renunciar al estudio de investigación, se le solicita que lo notifique al director del proyecto Dr. Carlos Lozano Quijada al correo electrónico: clozano@umh.es. Asimismo si tuviera preguntas sobre sus derechos como voluntario, puede contactar con el investigador principal Daniel Oltra Moreno al correo electrónico: doltramoreno@gmail.com.
8. La confidencialidad y la diseminación de toda la información de este estudio se mantendrán de acuerdo a los reglamentos vigentes. El investigador principal y el responsable de los procedimientos estadísticos serán las únicas personas que tendrán acceso a su información confidencial. Su nombre no sería revelado en ninguna publicación ni presentación de resultados del presente estudio.

Yo, _____, certifico que he leído el documento sobre "Consentimiento informado" que contiene información sobre el propósito y beneficio de la prueba, su interpretación, sus limitaciones y su riesgo, y que entiendo su contenido, incluyendo las limitaciones, beneficios y riesgos de la prueba.

Entiendo que la prueba es voluntaria y que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento antes de que me sea tomado el examen.

Fui informado(a) de las medidas que se tomarán para proteger la confidencialidad de mis resultados.

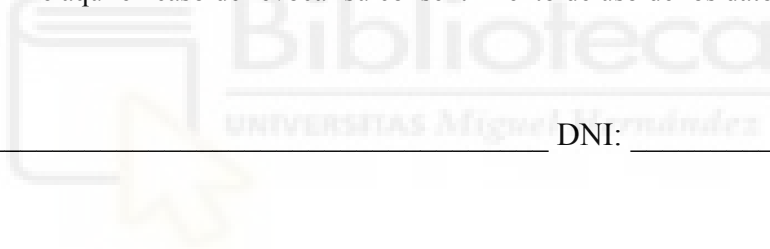
Firma de quien da el consentimiento

Nombre: _____ DNI: _____

Firma del investigador principal
del estudio.

Firme aquí en caso de revocar su consentimiento de uso de los datos

Nombre: _____ DNI: _____



ANEXO 2. EQUIPAMIENTO

<p>Gomas elásticas</p>		<p>Cinta métrica</p>	
<p>Metrónomo (Beats app móvil)</p>		<p>Camilla</p>	
<p>Goniómetro</p>		<p>Balón medicinal de 2 Kg</p>	
<p>Dinamómetro Manual</p>		<p>Kit Y Balance Test</p>	

ANEXO 3. ABREVIATURAS

CCP: Creative Commons Pet

CSI: Inventario de Sensibilización Central

CKCUEST: Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test

GE: Goma Elástica

RE: Rotación Externa

RI: Rotación Interna

ROM: Rango de Movimiento Articular

REP: Respuesta de Esfuerzo Percibido

SMBT: Seated Medicine Ball Throw

SPADI: Shoulder Pain and Disability Index

UMH: Universidad Miguel Hernández

YBT-UQ: Balance Test- Upper Quarter



ANEXO 4. DIAGRAMA DE GANTT

Actividades/Tareas	Meses														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Identificar box de CrossFit adecuado	█														
Contactar con los atletas y enviar cuestionarios iniciales		█	█												
Recogida de cuestionarios, análisis y selección de los sujetos aptos				█	█										
Aleatorización de los sujetos					█										
Explicar al entrenador de CrossFit los ejercicios accesorios					█										
Ejecución de los ejercicios accesorio						█	█	█	█	█	█				
Recogida de los datos del formulario google y cuestionario SPADI									█	█	█				
Medición del ROM en RE/RI de la articulación del hombro					█			█	█			█			
Medición de la fuerza muscular de RE/RI de la articulación del hombro					█			█	█			█			
Medición de la funcionalidad de las extremidades superiores					█			█	█			█			
Medición la REP						█	█	█	█	█	█				
Disponer las herramientas y materiales necesarios				█											
Análisis estadístico de las variables de resultado												█			
Analizar sesgos que han tenido lugar durante el estudio													█		
Resultados														█	
Conclusiones															█