

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD

PRINCIPALES LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS Y FACTORES DE RIESGO EN LA PRÁCTICA DEL CROSSFIT DE LOS USUARIOS DE DOS ESTABLECIMIENTOS UBICADOS EN TRES COMUNIDADES DEL VALLE CENTRAL, DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2018 Y PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2019.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN TERAPIA FISICA

Autoras:


Bach. Pamela Cusi López B12162

Bach. Falon Peraza Quirós B14930

Setiembre, 2019

## Hoja de aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de licenciatura en Terapia Física, el día \_\_\_\_ del mes \_\_\_\_ de 2019.



---

Dr. Horacio Chamizo García

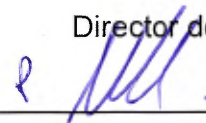
Director Escuela de Tecnologías en Salud



---

M.Sc. César Alfaro Redondo

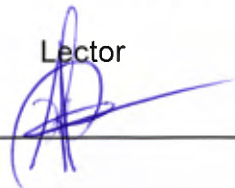
Director de Tesis



---

M.Sc. Fernando Herrera Canales

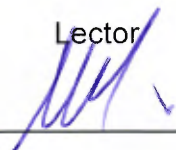
Lector



---

Dr. Horacio Chamizo García

Lector



---

Profesor/a invitado/a

## **Derechos de Propiedad Intelectual**

Los derechos de autor de la presente investigación son en su totalidad de Pamela Cusi López y de Falon Peraza Quirós. Se prohíbe su reproducción total o parcial, sin el consentimiento previo de las autoras. Únicamente se permite su reproducción parcial con fines académicos, no lucrativos, y haciendo referencia a las autoras de la tesis. Este documento se desarrolla como requisito para optar al grado de licenciatura en Terapia Física, y con el objetivo de colaborar con el conocimiento de los lectores en este campo.

## Dedicatoria

Mi camino ha sido largo y dificultoso, sin embargo, Dios me dio la oportunidad de seguir adelante a pesar de las adversidades y tener la fuerza y el empeño necesario para no rendirme y no salirme del recorrido. Porque la vida es así, cuando algo cuesta más, más satisfactorio es lograrlo. Le dedico por lo tanto este logro ante todo a Él. A mi madre, que me enseñó a luchar por mis sueños y seguir siendo valiente siempre, me demostró con el ejemplo a nunca persistir. A mis hijos Alessandro e Isabella, que me dan el impulso cada día para ser mejor mamá y profesional para enseñarle el camino correcto y que solo siendo constante se tienen objetivos. Espero ser para ellos un modelo a seguir y que se sientan orgullosos de mí siempre. A mi novio Roy, por ser mi apoyo incondicional, en las buenas y en las malas, inclusive en los fines de semana interminables en donde no había tiempo para salir, pero donde siempre hubo comprensión y empatía. Por último, pero no menos importante, a Falon, por soportar mi intensidad continua y constante con mis mensajes a cada hora, por siempre estar ahí en esta labor tan larga y tan ardua para lograr lo que ahora finalmente ya se vuelve una realidad.

Pamela Cusi

Este proyecto de investigación, significa la culminación exitosa de una etapa muy importante de mi vida como estudiante y la promesa del inicio de nuevos retos como profesional. Ha sido un proceso en el que se ha requerido paciencia, constancia y disciplina. Agradezco a la vida contar con el apoyo total, compromiso y empuje de mi compañera Pamela, quien me ayudo a mantenerme firme en la meta pese al cansancio y las limitantes de tiempo. Agradezco a mi familia, quienes me apoyaron durante todos mis años de estudio y especialmente a mi madre, Analía, que con todos sus valiosos consejos me ha enseñado a dar lo mejor de mí en cada una de mis tareas y esforzarme por alcanzar mis metas. Por último, quiero agradecer a mi novio, Migue, por apoyarme en todos esos momentos de cansancio, por la comprensión y la motivación durante estos meses de esfuerzo, que actualmente culminan con la presente investigación, la cual, espero sea de provecho para el desarrollo de la terapia física en el ámbito deportivo.

Falon Peraza

## **Agradecimiento**

Ante todo agradecer a Dios, por la perseverancia, paciencia y fuerza y no querer abandonar. A nuestro comité asesor, Cesar Alfaro, Horacio Chamizo y Fernando Herrera, por ser nuestros apoyos y guías durante todo el proceso de la investigación.

A los dueños de los centros de entrenamiento de Crossfit, Juan José y a Alain, los cuales siempre nos tendieron la mano para realizar la investigación en sus instalaciones; a la vez, a cada persona evaluada, que estuvo anuente en ayudarnos y confió en nosotras.

A cada uno de los profesores de la carrera, que de una u otra forma hicieron que hoy, esta tesis sea posible y que nuestro sueño de ser Terapeutas físicas, se vuelva por fin una realidad.

Pamela y Falon

# Índice general

Hoja de aprobación .....	ii
Derechos de Propiedad Intelectual .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de Tablas .....	x
Índice de Gráficos .....	xi
Indice de Cuadros .....	xiii
Abreviaturas .....	xvii
Resumen .....	xviii
<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos: .....	9
1. 3 Justificación.....	10
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2. 1 Concepto de salud .....	13
2.2 Terapia Física en salud.....	14
2.2.1 El terapeuta físico en el deporte y prevención de lesiones .....	15
2.3 Actividad física, deporte y ejercicio .....	15
2.3.1 Actividad física y salud.....	16
2.4 Programación de entrenamiento .....	16
2.4.1 Tipos de entrenamiento .....	17
2.5 Historia del Crossfit .....	18
2.5.1. Efectos del Crossfit en la salud.....	18
2.5.2 Metodología del Crossfit .....	19
2.5.3 Gestos deportivos básicos empleados en el Crossfit.....	21
2.6 Lesiones Deportivas.....	21
2.7 Factores de riesgo .....	23

2.7.1 Factores intrínsecos.....	23
2.7.2 Factores extrínsecos.....	28
2.8 Lesiones en el Crossfit.....	29
2.9 The Functional Movement Screen™ (FMS™) .....	32
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1 Diseño de la investigación.....	39
3.1.1 Validez Interna.....	39
3.1.2 Validez Externa.....	41
3.2 Espacio y Tiempo.....	42
3.3 Población .....	42
3.4 Muestra del Estudio .....	43
3.4.1 Criterios de Inclusión .....	43
3.4.2 Criterios de Exclusión .....	44
3.5 Recolección de datos.....	44
3.5.1 Cuestionario Epidemiológico Auto administrado.....	44
3.5.2 Evaluación Postural .....	45
3.5.3 Aplicación de Functional Movement Screen™ (FMS™).....	46
3.5.4 Videofotogrametría .....	47
3.5.5 Observación de los entrenamientos introductorios .....	48
3.6 Análisis de los datos y presentación de la información .....	48
3.7 Consideraciones éticas de la Investigación.....	51
3.7.1 Consentimiento Informado .....	53
3.7.2 Tipo de revisión que requeriría el estudio ante el Comité Ético Científico, según el equipo investigador .....	53
CAPITULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS.....	54
4.1 Caracterización sociodemográfica básica de la población.....	54
4.1.1 Resultados obtenidos correspondientes a la caracterización de la población .....	55
4.1.2 Discusión de los resultados obtenidos en la caracterización de la población .....	58
4.2 Resultados obtenidos con respecto a la descripción de la práctica deportiva .	61

4.2.1	Discusión de resultados de la práctica deportiva .....	64
4.3	Antecedentes de lesiones .....	65
4.3.1	Resultados antecedentes de lesiones relacionados al Crossfit .....	68
4.3.2	Discusión de los resultados obtenidos en los antecedentes de lesiones ...	73
4.4	Resultados de la Evaluación Postural.....	76
4.4.1	Discusión de los resultados del examen postural .....	82
4.5	Resultados de la observación de la técnica de tres ejercicios de Crossfit .....	84
4.5.1	Ejercicio de Overhead Squat .....	84
4.5.2	Ejercicio Deadlift .....	86
4.5.3	Ejercicio de Clean and Jerk .....	88
4.5.4	Discusión de los resultados del análisis de la técnica.....	90
4.6	Resultados del Functional Movement Screen™ .....	92
4.6.1	Discusión de resultados obtenidos en el test del FMS™ .....	95
4.7	Descripción de la metodología de los entrenamientos.....	96
4.7.1	Discusión de los resultados obtenidos en la observación de los entrenamientos.....	99
CAPITULO V. ANALISIS DE RIESGO .....		101
5.1	Análisis de riesgo simple.....	101
5.2	Análisis de riesgo múltiple.....	123
5.3.	Discusión del análisis de riesgo .....	131
CAPITULO VI. GUÍA PARA PREVENCIÓN DE LESIONES EN LOS PARTICIPANTES DE CROSSFIT .....		145
6.1	Presentación .....	145
6.2	Metodología de la investigación .....	145
6.2	Functional Movement Screen (FMS™) .....	146
6.3	Movilidad y estabilidad .....	147
6.4	Hallazgos de la investigación .....	148
6.5	Factores de riesgo .....	149
6.6	Guía para prevención de lesiones.....	152
6.6.1	Evaluación inicial .....	152
6.6.2	Ejercicios correctivos .....	161



CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	182
7.1 Conclusiones.....	182
7.2 Recomendaciones .....	186
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	189
ANEXOS .....	203
Anexo 1. Consentimiento Informado .....	203
Anexo 2. Cuestionario Epidemiologico Autoadministrado .....	207
Anexo 3. Evaluación Postural.....	208
Anexo 4. Instrumento de Observación de las Clases Introdutorias .....	209
Anexo 5. Instrumento de Análisis de Ejecución de los Ejercicios.....	211
Anexo 6. Guía de Llenado para la aplicación de las pruebas de evaluación de patrones de movimiento .....	216
Anexo 7. The Functional Movement Screen (FMS™™) .....	219
Anexo 8. Cuadros correspondientes a los datos de la caracterización de la población. ....	233

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje de grasa corporal según sexo y edad. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de masa muscular según sexo y edad. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de variables definidas para el estudio. ....	35
<b>Tabla 4.</b> Condición bajo la cual los participantes se consideraron expuestos a un riesgo asociado a dicho factor. ....	102
<b>Tabla 5</b> Resumen de los factores de riesgo y posibles acciones de prevención. ...	150
<b>Tabla 6</b> Articulaciones a movilizar o a estabilizar. ....	163
<b>Tabla 7.</b> Tendencias posturales de músculos según la zona corporal. ....	164

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Distribución de los participantes evaluados según sexo.....	55
<b>Gráfico 2.</b> Distribución de los participantes según el rango de edad.....	56
<b>Gráfico 3.</b> Tipo de ocupación realizada por los participantes según el nivel de actividad, división por porcentaje. ....	58
<b>Gráfico 4.</b> Distribución porcentual según la cantidad de tiempo de practicar Crossfit. ....	61
<b>Gráfico 5.</b> Días a la semana en los que los participantes evaluados practican el Crossfit. ....	62
<b>Gráfico 6.</b> Cantidad porcentual de días de descanso de la práctica de Crossfit de los participantes evaluados.....	62
<b>Gráfico 7.</b> Práctica de una actividad deportiva extra además del Crossfit.....	63
<b>Gráfico 8.</b> Distribución por frecuencia de los participantes evaluados, con respecto a la práctica del Crossfit a nivel competitivo.....	64
<b>Gráfico 9.</b> Cantidad de participantes evaluados que han presentado algún tipo de lesión musculoesquelética. ....	66
<b>Gráfico 10.</b> Porcentaje de participantes que presentan una lesión causada por la práctica del Crossfit.....	68
<b>Gráfico 11.</b> Distribución de alteraciones musculoesqueléticas según sitio anatómico registradas en los participantes evaluados al realizar Crossfit. ....	70
<b>Gráfico 12.</b> Área del cuerpo en donde se obtuvo errores durante la ejecución del ejercicio de Over head squat en los participantes evaluados.....	85
<b>Gráfico 13.</b> Área del cuerpo en donde se obtuvo errores durante la posición final del ejercicio Over head squat en los participantes evaluados.....	86
<b>Gráfico 14.</b> Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la posición inicial del ejercicio Deadlift en los participantes evaluados. ....	87
<b>Gráfico 15.</b> Área del cuerpo en donde se obtuvo errores en la ejecución del ejercicio Deadlift en los participantes evaluados. ....	88
<b>Gráfico 16.</b> Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la Ejecución del ejercicio Clean and Jerk en los participantes evaluados. ....	90

<b>Gráfico 17.</b> Cantidad de participantes evaluados según puntuación obtenida en el FMS™ .....	92
<b>Gráfico 18.</b> Distribución de frecuencia según los componentes de los entrenamientos de CF.....	97

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Promedio de las medidas antropométricas de los participantes evaluados .....	56
<b>Cuadro 2.</b> Promedio de las medidas antropométricas de los participantes evaluados según el sexo .....	57
<b>Cuadro 3.</b> Cantidad de alteraciones musculo esqueléticas según área del cuerpo producidas en los participantes evaluados en alguna actividad .....	66
<b>Cuadro 4.</b> Cantidad de alteraciones musculo esqueléticas según sitio anatómico, producidas en actividades no referentes al Crossfit. ....	67
<b>Cuadro 5.</b> Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según el tipo de alteración musculo-esquelética.....	69
<b>Cuadro 6.</b> Categorización de las lesiones de Crossfit referidas por los participantes .....	69
<b>Cuadro 7.</b> Distribución de lesiones en zonas anatómicas, según sexo .....	71
<b>Cuadro 8.</b> Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según tipo de ejercicio .....	72
<b>Cuadro 9.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en pies y tobillos en frecuencias (n=60).....	76
<b>Cuadro 10.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en las rodillas, en frecuencias (n=60).....	77
<b>Cuadro 11.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en la cadera y pelvis, en frecuencias (n=60).....	78
<b>Cuadro 12.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en los hombros, en frecuencias (n=60).....	79
<b>Cuadro 13.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en las escapulas, en frecuencias (n=60).....	80
<b>Cuadro 14.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural en la columna vertebral, en frecuencias (n=60).....	80
<b>Cuadro 15.</b> Resultados obtenidos en la evaluación postural de la vista lateral, con respecto al tronco(n=60) .....	81

<b>Cuadro 16.</b> Resultados de la evaluación postural de los participantes.....	81
<b>Cuadro 17.</b> Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Over Head Squat realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes .....	84
<b>Cuadro 18.</b> Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Deadlift realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes .....	86
<b>Cuadro 19.</b> Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Clean and Jerk realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes .....	88
<b>Cuadro 20.</b> Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la posición inicial del ejercicio Clean and Jerk en los participantes evaluados. ....	89
<b>Cuadro 21.</b> Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™, según prueba. ....	93
<b>Cuadro 22.</b> Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™, según género. ....	94
<b>Cuadro 23.</b> Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™ según tiempo de practicar Crossfit.....	95
<b>Cuadro 24.</b> Modelo de análisis 1. Riesgo de lesiones de hombro en los participantes evaluados .....	103
<b>Cuadro 25.</b> Modelo de análisis 2. Riesgo de lesiones Lumbares en los participantes evaluados .....	105
<b>Cuadro 26.</b> Modelo de análisis 3. Riesgo de lesiones de rodillas en los participantes evaluados .....	107
<b>Cuadro 27.</b> Modelo de análisis 4. Riesgo de tendinopatías en los participantes evaluados .....	109
<b>Cuadro 28.</b> Modelo de análisis 5. Riesgo de lesiones Musculares en los participantes evaluados .....	111
<b>Cuadro 29.</b> Modelo de análisis 6. Riesgo de lesiones articulares en los participantes evaluados .....	113
<b>Cuadro 30.</b> Modelo de análisis 7. Riesgo de Sobrecarga en los participantes evaluados .....	115
<b>Cuadro 31.</b> Modelo de análisis 8. Riesgo de Contracturas musculares en los participantes evaluados.....	117

<b>Cuadro 32.</b> Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de lesiones musculoesqueléticas de áreas específicas en los sujetos evaluados .....	119
<b>Cuadro 33.</b> Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de lesiones tendinosas, musculares y articulares en los sujetos evaluados .....	120
<b>Cuadro 34.</b> Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de sobrecarga y contracturas musculares en los sujetos evaluados .....	122
<b>Cuadro 35.</b> Modelo de regresión logística 1. Factores de riesgo asociados con lesiones en hombro en los participantes evaluados. ....	123
<b>Cuadro 36.</b> Modelo de regresión logística 2. Factores de riesgo asociados con lesiones lumbares en los participantes evaluados. ....	124
<b>Cuadro 37.</b> Modelo de regresión logística 3. Factores de riesgo asociados con lesiones de rodillas en los participantes evaluados. ....	125
<b>Cuadro 38.</b> Modelo de regresión logística 4. Factores de riesgo asociados con tendinopatías en los participantes evaluados. ....	126
<b>Cuadro 39.</b> Modelo de regresión logística 5. Factores de riesgo asociados con lesiones musculares en los participantes evaluados. ....	127
<b>Cuadro 40.</b> Modelo de regresión logística 6. Factores de riesgo asociados con lesiones articulares en los participantes evaluados. ....	128
<b>Cuadro 41.</b> Modelo de regresión logística 7. Factores de riesgo asociados con sobrecargas en los participantes evaluados. ....	129
<b>Cuadro 42.</b> Modelo de regresión logística 8. Factores de riesgo asociados con contracturas musculares en los participantes evaluados. ....	130
<b>Cuadro 43.</b> Distribución de los participantes evaluados según sexo. ....	233
<b>Cuadro 44.</b> Distribución por rango de edad de los participantes evaluados. ....	233
<b>Cuadro 45.</b> Edad mínima y edad máxima de los participantes evaluados, edad media y desviación estándar. ....	234
<b>Cuadro 46.</b> Tipo de trabajo de los participantes evaluados, según la cantidad de actividad realizada. ....	234
<b>Cuadro 47.</b> Distribución según tiempo de práctica del Crossfit de los participantes evaluados .....	234

<b>Cuadro 48.</b> Distribución según días a la semana en los cuales los participantes evaluados practican Crossfit .....	235
<b>Cuadro 49.</b> Distribución según días a la semana en los cuales los participantes descansan de la práctica de Crossfit.....	235
<b>Cuadro 50.</b> Distribución según realización de otro tipo de ejercicio físico de los participantes evaluados.....	235
<b>Cuadro 51.</b> Distribución según realización de Crossfit a nivel competitivo .....	236
<b>Cuadro 52.</b> Distribución de participantes evaluados que presentan o han presentado una lesión musculoesquelética .....	236
<b>Cuadro 53.</b> Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según el sitio anatómico .....	236
<b>Cuadro 54.</b> Resultados de la observación de ejecución de la técnica del ejercicio de Overhead squat realizado por los participantes evaluados. ....	237
<b>Cuadro 55.</b> Resultados de la observación de la postura final de la técnica del ejercicio de Overhead squat realizado por los participantes evaluados. ....	237
<b>Cuadro 56.</b> Resultados de la observación de posición inicial de la técnica del ejercicio de Deadlift realizado por los participantes evaluados. ....	238
<b>Cuadro 57.</b> Resultados de la observación de ejecución de la técnica del ejercicio de Deadlift realizado por los participantes evaluados. ....	238
<b>Cuadro 58.</b> Resultados de la observación de posición inicial de la técnica del ejercicio de Clean and Jerk realizado por los participantes evaluados.....	238
<b>Cuadro 59.</b> Resultados de la observación de la ejecución de la técnica del ejercicio de Clean and Jerk realizado por los participantes evaluados.....	239
<b>Cuadro 60.</b> Resultados obtenidos en la puntuación final del test FMS™ en los participantes evaluados.....	239
<b>Cuadro 61.</b> Distribución de frecuencia de los componentes de los entrenamientos de CF .....	240



## Abreviaturas

CF	Crossfit
FMS™	Functional Movement Screen
HIIT	High Intensity Interval Training (Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad)
OMS	Organización Mundial de la Salud
UCR	Universidad de Costa Rica
USA	United States of América
WOD	Workout of the day
OHS	Over Head Squat
DL	Dead Lift
CJ	Clean and Jerk
HSPU	Hand Stand Push Up
GAM	Gran Area Metropolitana
MMSS	Miembros Superiores
MMII	Miembros Inferiores
Kg	Kilogramos

# Resumen

## Cita bibliográfica

Cusi P., Peraza F. (2019). Principales lesiones musculoesqueléticas y factores de riesgo en la práctica del Crossfit de los usuarios de dos establecimientos ubicados en tres comunidades del valle central, durante el segundo semestre del año 2018 y primer semestre del año 2019. Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Terapia Física. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2019.

**Director de tesis:** M.Sc. César Alfaro Redondo.

**Palabras clave:** Crossfit, lesiones neuromusculoesqueléticas, FMS™, factores de riesgo, terapia física, fisioterapia, evaluación postural, técnica de entrenamiento, Costa Rica, prevención.

El Crossfit es una de las disciplinas deportivas con mayor auge a nivel mundial en los últimos años y Costa Rica no fue la excepción, donde el desarrollo de centros de entrenamiento se ha visto en aumento. Este deporte presenta mucha adhesión por parte de los participantes, sin embargo, a pesar de presentar beneficios para la salud, si no posee una guía regulada por un profesional, puede presentar altos riesgos de lesiones neuromusculoesqueléticas. En Costa Rica no existen estudios con respecto al Crossfit (CF) y a incidencia de lesiones, por lo que el objetivo de esta investigación es analizar las principales lesiones neuromusculoesqueléticas y factores de riesgo, asociados a la práctica del mismo, lo que permite proponer lineamientos fisioterapéuticos orientados a la prevención de la incidencia de dichas lesiones.

El estudio se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo, transversal y observacional. En dicho estudio se evaluaron 60 sujetos pertenecientes a dos centros de entrenamiento de Crossfit, Catharsis Élite Fitness y Crossfit 506. A cada sujeto se le realizó un cuestionario epidemiológico autoadministrado de elaboración propia para recolectar información sobre datos personales, tiempo de práctica del Crossfit, días por semana en dicha práctica, tiempo de descanso, disciplina de competencia o no, lesiones previas entre otros. Además se les realizó una

evaluación postural para conocer posibles alteraciones posturales; el test de FMS™; evaluación de técnica de tres ejercicios de Crossfit (OHS, DL y Clean and Jerk) y la observación de los entrenamientos de CF.

Se obtuvo que el mayor número de lesiones en los participantes se encontraba en los hombros, el área lumbar y las rodillas. Además de que el tipo de lesiones más frecuentes fueron aquellas en tendones, articulaciones y músculos. En este último, en específico sobrecarga y contracturas musculares.

Se encontraron varios factores de riesgo, los cuales en algunos casos pueden ser prevenibles, siendo sin embargo no posible en todos los casos. Entre algunos mencionados como prevenibles, se encuentran presentar un puntaje menor o igual a 14 en el FMS™, poseer errores en la técnica de los ejercicios antes mencionados, competir, descansar solo 1 vez por semana, presentar un porcentaje de grasa elevado y un porcentaje de masa muscular bajo además de la práctica de otro deporte. Como se mencionó, algunos factores son difícilmente prevenibles, sin embargo siempre se puede tomar alguna medida, esto es en el caso del sexo, la edad, las lesiones previas, el tipo de ocupación y la práctica del CF por más de un año.

Por último se diseñó una propuesta de intervención fisioterapéutica, la cual es una guía para prevención de lesiones presentes durante la práctica del CF. Dicha guía, presenta dos apartados, el primero consta de una evaluación para los participantes de CF para conocer cuáles son las debilidades y fortalezas del mismo a realizarse por parte de los directores de los centros, esto con el propósito de conocer mejor los objetivos específicos del sujeto. La segunda parte es una serie de ejercicios correctivos de movilidad, estabilidad, activación y flexibilidad, esto con el objetivo de mejorar los aspectos vistos como débiles en la evaluación.

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

El ser humano se encuentra influido por una serie de factores biológicos, sociales y emocionales, los cuales modifican su adherencia a la actividad física y el ejercicio. Actualmente, según la Organización Mundial de la Salud, más del 60% de la población mundial no realiza la cantidad de actividad física necesaria para obtener beneficios sobre la salud por lo que las enfermedades relacionadas con la inactividad física representan el mayor problema de salud pública en la mayoría de los países del mundo.

Con base en lo anterior se han creado campañas tanto a nivel mundial como nacional que promocionan un estilo de vida saludable de forma integral, dando como resultado un incremento de la actividad física en las últimas décadas, especialmente en la población adulto-joven. No obstante, el ritmo de vida de este grupo poblacional dificulta la adherencia al ejercicio, por lo que actualmente los métodos de entrenamiento de alta intensidad y corta duración han tenido un gran auge, por lo cual diversos métodos de entrenamiento actual cumplen con estas características tal y como es el caso del Crossfit.

En Costa Rica, según la página oficial de Crossfit® (2018) existen 43 centros de Crossfit afiliados a la marca y se encuentran distribuidos en todo el país, demostrando el interés de la población costarricense en esta forma de entrenamiento, sin embargo, su popularidad es relativamente nueva, por lo que algunos años atrás no se encontraba gran cantidad de estudios respecto a sus riesgos y beneficios. Actualmente existe un mayor número de investigaciones sobre el tema y se sabe que la práctica del Crossfit presenta grandes beneficios para la salud, pero, que al igual que otros métodos de entrenamiento, si su práctica no se encuentra correctamente regulada y guiada por un profesional capacitado en el tema podría acarrear ciertas lesiones para la persona, en especial de tipo musculo esquelético.

Es por lo anterior que la presente investigación, se enfoca en la descripción de las principales lesiones musculo esqueléticas asociadas a la práctica del Crossfit, así como en la valoración de algunos factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos, debido a los cuales, se puede presentar una lesión musculo esquelética durante la práctica

de este método de entrenamiento. Para esto, se tomará en cuenta los patrones de movimiento de los sujetos y la técnica empleada para realizar el Dead lift, Clean and jerk y Overhead quat, descritos más adelante, siendo ejercicios frecuentemente empleados en un entrenamiento tradicional de Crossfit. El estudio se llevará a cabo en las instalaciones de Catharsis Élite Fitness y Crossfit 506 Escazú y Crossfit 506 Guayabos.

Los resultados de la investigación ampliarán los conocimientos existentes sobre la práctica del Crossfit, además buscan promover estrategias preventivas, ofreciendo un entrenamiento más seguro, beneficiando tanto a directores de programa, como a las personas que practican este método de ejercicios. Por otro lado, parte de la importancia del análisis a realizar, radica en la falta de estudios investigativos sobre este tema en la población costarricense, por lo que este trabajo vendría a aportar conocimientos novedosos sobre las lesiones musculo esqueléticas y la práctica del Crossfit, realizando así el quehacer de la fisioterapia en al ámbito deportivo.

## 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad la actividad física es un tema preocupante en gran parte de la población; Babkes, Davies, y Coleman (2016) refieren que solo el 35% de adultos realiza algún tipo de actividad física, mientras que el 33% es del todo sedentaria. Del mismo modo, más del 70% de la población adulta estadounidense no es suficientemente activa físicamente como para alcanzar una intensidad o frecuencia adecuada, que logre cambios fisiológicos, psicológicos y sociales (Center for disease control and prevention, 2014).

No obstante, en las últimas décadas se ha evidenciado un incremento en el número de personas que han incorporado el ejercicio físico, como un componente importante de su vida cotidiana (Petushek, Ward, Cokely, y Myer, 2015).

Con un ritmo de vida ajetreado, las personas tienen menos tiempo y motivación, como para poder realizar ejercicio físico, lo cual implica mayor dificultad también para lograr una buena forma física (Márquez y Garatchea, 2013). Por lo tanto buscan alternativas diferentes a las prescripciones tradicionales de entrenamiento, como lo es el entrenamiento interválico de alta intensidad, basado en ejercicios a intensidades máximas, intermitentes y de corta duración (Sánchez-Alcaraz, Ribes, y Perez, 2014).

Dentro de esta modalidad de entrenamiento se encuentra el Crossfit, el cual nació oficialmente en 1995, cuando el gimnasta Greg Glassman empezó a usar la técnica para entrenar a policías en California, USA (Glassman, 2007). Este tipo de entrenamiento se ha ido construyendo por medio de una base empírica y la colaboración de entrenadores de elite a nivel mundial de distintas disciplinas, y está compuesto por aquellos métodos que han tenido los mejores resultados en los diferentes campos del deporte (Glassman, 2017b).

El Crossfit (CF) es definido como amplio, general e inclusivo, basado en movimientos multiarticulares o funcionales, que combinan ejercicios con el propio cuerpo o gimnásticos básicos, levantamiento de peso y actividades de acondicionamiento metabólico, realizadas a alta intensidad (Glassman, 2017b).

Esta forma de entrenamiento pretende mejorar el rendimiento físico en cuanto a los 10 componentes de la aptitud física: fuerza, potencia, equilibrio, resistencia

cardiovascular, flexibilidad, velocidad, coordinación, agilidad, puntería y fuerza (Glassman, 2017b). Sánchez-Alcaraz et al. (2014), mencionan que este método de entrenamiento consiste en completar una sesión de ejercicios que combinan diferentes capacidades físicas del sujeto y cada sesión es distinta a la anterior; suelen ser de carácter grupal en donde los participantes realizan la misma rutina contrareloj.

Solís (2017) refiere que hay más de 13.000 establecimientos donde se práctica Crossfit en más de 140 países, y estima que hay más de cuatro millones de seguidores en todo el planeta, lo que hace énfasis en el gran auge que ha tenido en los últimos años.

Recientes investigaciones han demostrado la efectividad del entrenamiento funcional, el cual se ha recomendado en su mayoría para mejorar el rendimiento en deportes que requieren movimientos relacionados con la potencia muscular (Baechle y Earle, 2007). Sánchez-Alcaraz et al. (2014) indican que la demanda fisiológica del Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés, High Intensity Intervalic Training) produce adaptaciones metabólicas y cardiovasculares rápidas, entre las que incluyen un mayor rendimiento físico, capacidad de regulación de acidez muscular, capacidad aeróbica (VO<sub>2</sub> máx.) y oxidación de grasas. Weisenthal, Beck, Maloney, DeHaven, y Giordano (2014) indican que las mejorías se logran en ambos sexos y aun siendo avanzados o principiantes.

El Crossfit permite un trabajo cardiorrespiratorio de alta intensidad o anaeróbico, el cual se distingue por su elevada capacidad para aumentar drásticamente la potencia, la velocidad, la fuerza y la masa muscular, ya que permite ejercer grandes fuerzas en un breve lapso. Quizás el aspecto del acondicionamiento anaeróbico que merece mayor consideración es que este no perjudica a la capacidad aeróbica, más bien, si está correctamente estructurada, puede ser usada para desarrollar un nivel muy alto de entrenamiento aeróbico, sin la pérdida de músculo que se relaciona con un alto volumen de ejercicio aeróbico (Salvatierra, 2014). Smith, Sommer, Starkoff, y Devor (2013), afirman que los practicantes pueden reducir más la composición corporal de grasa en Crossfit que con un programa tradicional de fitness.

Tafari, Notarnicola, Monno, Ferretti, y Moretti (2016) mencionan que aún no hay suficientes estudios científicos que indiquen la efectividad del Crossfit en la aptitud física y salud en general, y que se recomienda realizar mayor investigación al respecto. A pesar de los beneficios que puede significar el implementar este método de entrenamiento, durante la ejecución de los ejercicios pueden existir lesiones si no se tienen las medidas de seguridad adecuadas, ya que en ellos el riesgo de lesión es potencialmente alto en relación con otros métodos de preparación de la fuerza, velocidad y potencia. Es relevante prestar especial atención a la técnica de ejecución de estos ejercicios, puesto que incluso pequeñas alteraciones del gesto cinético podrían provocar graves lesiones (Quiñones, 2017). Glassman (2007, 2017a) recalca que, para facilitar la realización de los ejercicios, y para evitar lesiones, un atleta debe seguir los procedimientos de formación adecuados y poseer una base suficiente de fuerza, velocidad y equilibrio.

En el deportista, las lesiones constituyen un impedimento para el óptimo desempeño, ya que generalmente producen dolor físico y limitación funcional, de forma tal que también puede alterar el desarrollo de las actividades de la vida diaria o conllevar a consecuencias de orden social, psicológico, económico y laboral (Bahr y Maehlum, 2007).

Bergeron, et al. (2011), mencionan el impacto que los deportes de alta intensidad generan sobre las lesiones músculo-esquelética, entre los que destacan las roturas fibrilares, distensiones de ligamentos, fracturas por estrés y rhabdomiólisis en diversos niveles de gravedad; manifestaciones clínicas del llamado sobreentrenamiento, que se presenta cuando el volumen, intensidad o ambas cosas se aumentan con rapidez, sin una progresión apropiada. Tal entrenamiento con volumen o intensidad alta, no produce ninguna mejora adicional en el acondicionamiento y más bien puede llevar a un estado crónico de fatiga (Kenney, Wilmore, y Costill, 2015).

La principal crítica presente en el Crossfit es que en las clases ordinarias no se presenta el principio de individualidad. Kenney et al. (2015) definen la importancia de este principio, ya que las personas no poseen la misma capacidad para poder adaptarse al entrenamiento deportivo, a comparación de otras que también están



realizando el ejercicio. De hecho, es poco probable que muestren las mismas adaptaciones a un programa determinado de entrenamiento. Por lo que cualquier programa de entrenamiento debe tener en cuenta las necesidades y las capacidades específicas de los individuos. Otro de los principios que hay que tomar en cuenta es el principio de sobrecarga progresiva, en el cual el entrenamiento debe hacerse con progresión subiendo cada vez de nivel (Kenney et al., 2015). Según Salvatierra (2014), los principios antes mencionados no siempre se cumplen de manera adecuada en algunas clases de Crossfit debido a que todas las personas realizan el mismo tipo de ejercicio.

El estudio realizado por Weisenthal et al. (2014), indica que, de 386 participantes de Crossfit, 19,4% presentaron algún tipo de lesión y que los hombres se lesionaron más que las mujeres. Las áreas anatómicas que presentaron más lesiones fueron hombros, espalda baja y rodillas en ese mismo orden de prioridad. El hombro presentó mayormente lesiones en ejercicios gimnásticos, mientras que la espalda baja en levantamientos olímpicos.

El estudio de Hak, Hodzovic, y Hickey (2013), tomó las declaraciones de 132 personas que hacían Crossfit, de las cuales 97 admitieron haberse lastimado durante algún entrenamiento, especialmente en la espalda y en los hombros. En total, 186 lesiones fueron reportadas entre esa muestra, de las cuales nueve condujeron a cirugías. La gran demanda de ejercicios del levantamiento de pesas como el *snatch* o el *overhead squat*, que requieren un gran dominio técnico, deberían ser controlados y dosificados junto con los demás ejercicios que involucren la articulación del hombro dentro de la semana de entrenamiento (Hak et al., 2013). Estos ejercicios ejecutados sin una base sólida previa, con técnica inadecuada (exceso de rotación externa e hiperextensión de hombro) y en condiciones de fatiga, constituyen factores de riesgo de lesión de hombro.

Weisenthal et al., (2014), mencionan que el incremento de personas que practican el Crossfit, aumenta la probabilidad que se presenten trastornos musculoesqueléticos derivados de una posible sobrecarga, mala técnica o excesivo número de repeticiones. También indica que la mayoría de las lesiones derivadas del

Crossfit son de naturaleza aguda, sin antecedentes de lesiones previas o de algún síntoma presente en el área de lesión.

Entre algunas de las causas de estas lesiones se destaca la técnica inadecuada, sobre todo en aquellos relacionados con levantamientos olímpicos y cargadas entre otros (Hak et al., 2013). Según menciona Mackey (2013), la cantidad de movimiento ejecutado de forma inadecuada, provoca un gran desgaste en el aparato locomotor generando más fatiga, menor rendimiento y probabilidades más altas de padecer lesiones. El mismo autor menciona que un entrenamiento desbalanceado, una lesión o una mala técnica de ejecución, afectan la acción muscular y como resultado esta trabajará por debajo de su nivel óptimo.

En los últimos años, numerosas investigaciones han demostrado las ventajas obtenidas tras el entrenamiento de las capacidades condicionales de manera funcional (Marochi, Martínez, y Pascuas, 2013). Uno de los programas más utilizados para el análisis funcional del movimiento en atletas es el “Functional Movement Screen™” (FMS™). Este instrumento fue diseñado por el Terapeuta Físico Gray Cook y el Dr. Lee Burton, y es definido como un método de evaluación estandarizado que permite categorizar la calidad del movimiento de manera sistemática, reproducible, confiable y válida. Este Test se compone de siete pruebas de movimiento que requieren equilibrio entre movilidad y estabilidad del cuerpo. Los patrones que utilizan permiten observar los movimientos básicos siendo manipulados y estabilizados por medio de diferentes posicionamientos, los cuales evidencian las limitaciones, asimetrías, debilidades y desequilibrios presentes en el individuo (Cook, Burton, Hoogenboom, y Voight, 2014).

Tafari et al., (2016), en un estudio realizaron el Test de FMS™ en sujetos que practicaban Crossfit, Halterofilia y levantamiento de pesas. En esta investigación encontraron que los practicantes de Crossfit poseen mucha concordancia entre un lado y el otro del cuerpo, lo que indica que esta forma de entrenamiento produce simetría en algunos movimientos fundamentales comparados a los levantadores de pesas y los de halterofilia.

Tomando en consideración que el Crossfit es uno de los métodos de entrenamiento que ha tenido más auge en el contexto costarricense, y que existen factores de riesgo asociados con su ejecución y la presencia de eventuales lesiones; se plantean como interrogantes de investigación:

¿Cuáles son las principales lesiones musculo esqueléticas en la población que asiste a los centros de Catharsis Élite Fitness y 506 Escazú y Guayabos?

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a la práctica del Crossfit y cómo influyen?

¿Cómo se podría prevenir, desde la perspectiva fisioterapéutica, la incidencia de lesiones musculo esqueléticas durante la práctica del Crossfit asociadas a los patrones básicos de movimiento y la técnica de ejecución?

## **1.2 Objetivos:**

### **Objetivo general:**

Analizar las principales lesiones musculo esqueléticas y factores de riesgo asociados a la práctica del Crossfit, de los usuarios de dos diferentes establecimientos ubicados en Escazú, Guayabos y Heredia, durante el segundo semestre del 2018 y primer semestre 2019.

### **Objetivos específicos:**

1. Describir las principales características sociodemográficas y las lesiones musculo esqueléticas de la población que asiste a los centros de Crossfit: 506 Escazú y Guayabos y Catharsis Élite Fitness.
2. Analizar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos asociados a lesiones musculo esqueléticas durante la práctica del Crossfit
3. Proponer lineamientos fisioterapéuticos orientados a la prevención de la incidencia de lesiones musculo esqueléticas durante la práctica del Crossfit, asociadas a los patrones básicos de movimiento y la técnica de ejecución.

### **1. 3 Justificación**

La realización de ejercicio físico constituye una necesidad vital en la especie humana para el correcto funcionamiento del organismo (Otero, 2009). En los últimos años, las personas se han dispuesto a realizar ejercicio físico de una manera más constante, pero para que surta los efectos benefactores esperados, se requiere llevarlo a cabo bajo condiciones adecuadas, como, por ejemplo: correcta frecuencia, intensidad, atención plena, postura justa y respiración conscientes. Además, es importante que haya el asesoramiento y dirección de expertos competentes en ejercicio físico sostenible (Otero, 2009).

El Crossfit es un programa de ejercicios de alta intensidad, que incluye fuerza, movimientos funcionales y acondicionamiento físico general. Este método de entrenamiento ha ganado popularidad alrededor del mundo, desde que fue creado por Glassman (Tafari et al., 2016). Además debido a como se desarrolla esta disciplina, permite la competencia entre sus participantes dentro del mismo establecimiento y competencias formales a nivel regional o mundial (González, 2013).

A pesar de ser de alta exigencia física y que demanda una condición física óptima, no discrimina a quienes lo practican con respecto a su condición, por lo que no importa si la persona es un deportista de alto rendimiento a lo largo de su vida o si solo ha procurado llevar una vida activa o incluso si ha llevado una vida sedentaria. La única diferencia en cuanto a las características que se acaban de mencionar es el grado o el nivel del entrenamiento sobre el cual se ejecuta el deporte (Glassman, 2007).

Solís (2017), menciona que hasta el momento no se encuentra documentada ninguna investigación con respecto al Crossfit en la población costarricense. También menciona que Costa Rica es el país centroamericano con mayor adherencia del sistema hasta la actualidad. Esto último enfoca la importancia de la investigación para definir mecanismos de prevención a lesiones derivadas por la práctica de este deporte.

La presente investigación procura identificar los diferentes factores de riesgo existentes en el Crossfit que podrían ser causas de lesión y además promover una serie de estrategias preventivas que ofrezcan un escenario más seguro a las personas

que lo practican. Los resultados obtenidos brindarán información acerca de los factores de riesgo existentes relacionados con la técnica y patrones de movimiento, por lo tanto, la posible prevención de lesiones musculoesqueléticas. El énfasis de las lesiones en este método se hará con respecto al patrón de movimiento debido a que no existen bastantes estudios que lo relacionan con este factor, de aquí la importancia de investigar más sobre esta relación

Brindaría aportes importantes a los distintos actores involucrados con la temática; entre estos se menciona: personas que practican Crossfit, directores de programa, terapeutas físicos y a la academia.

La población que pone en práctica esta forma de entrenamiento resultará beneficiada ya que la investigación brindará información para la prevención o reducción del número de lesiones producidas en la práctica de este tipo de ejercicios. Esto permitiría que cada individuo conozca los errores específicos en la técnica de ejecución de algunos ejercicios y patrones de movimiento y así prevenir posibles lesiones. También cabe mencionar, que este método de entrenamiento posee competencias, por lo que esta investigación pretende hacer conciencia sobre el mejoramiento de la técnica y por lo tanto de la efectividad de los movimientos realizados, inclusive en un ámbito de presión física y psicológica, cuando la técnica es inapropiada.

También la investigación será un aporte de interés para los directores de programa debido a que podrán adquirir mayor conocimiento acerca de las posibles lesiones que implica la práctica del Crossfit y evitar movimientos inadecuados o de alto riesgo y aquellos factores que pueden desencadenarlas. Además, éstos son la guía de los participantes, por lo que, es de suma importancia el conocimiento sobre cómo mejorar patrones de movimiento y evitar los que pueden ser riesgosos.

Aportará beneficios en el área de la Terapia Física, por ser un campo de acción que está tomando auge, por lo tanto, sus hallazgos podrán ser utilizados como material de referencia que le permitirá a los terapeutas físicos y a otros profesionales afines generar una discusión en torno al riesgo de lesiones musculoesqueléticas en la práctica del Crossfit. Así mismo, pretende orientar al terapeuta físico que atienda

usuarios con lesiones provocados por la práctica del Crossfit en cuanto a cuáles son los mecanismos de lesión más comunes relacionados con errores en la ejecución de la técnica y patrones de movimiento inadecuados. Además, a través de la realización del siguiente trabajo, se podrá tratar de que haya más concientización de la importancia en el país, de una regulación en la práctica de esta disciplina, tarea que los terapeutas físicos pueden volver más visible.

Esta investigación podría llegar a ser de importancia académica para los estudiantes actuales y venideros, y para profesores de carreras afines al área de salud de la Universidad de Costa Rica (UCR) y en especial de la Escuela de Tecnologías en Salud, ya que aporta una nueva fuente de documentación de un tema relativamente poco explorado en el país y que permitirá ser utilizado como antecedentes o como base para el desarrollo de nuevas investigaciones relacionadas con el tema del Crossfit.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

En primera instancia, se abordará el tema de deporte y actividad física, y su relación con la salud, debido a la relación de éste con la temática de la investigación. Se expondrá la importancia de la prevención de lesiones y de la promoción de la salud, lo anterior, para mejorar la calidad de vida de la mano con la práctica deportiva y el ejercicio físico. También se desarrollará el abordaje de la Terapia Física en sus diferentes ámbitos.

Una vez realizado el análisis anterior, se explicará el tema de lesiones deportivas, y su abordaje. Seguidamente se expondrá el tema del ejercicio de alta intensidad (HIIT), su definición, sus efectos, tipos de entrenamiento y características prácticas del mismo.

Profundizando más, se describe al *Crossfit*, el cual es un tipo de entrenamiento funcional en el cual se quiere centrar la investigación. Seguidamente, se resumen tanto los factores extrínsecos como los intrínsecos que aumentan la probabilidad de que exista una lesión.

Los temas mencionados son de gran valor para la presente investigación, ya que se da un punto de partida para que el lector pueda comprender de una forma más clara los conceptos abordados.

### **2. 1 Concepto de salud**

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), define la salud como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”.

En Costa Rica, el Ministerio de Salud de Costa Rica, en la Política Nacional de Salud del período 2011-2021, indica que:

“La salud es el resultado de diversidad de factores de índole estructural y de las condiciones de vida de las poblaciones, que se asocian a desigualdades en el acceso al poder, ingresos, bienes y servicios. Por ello, el modelo de determinantes sociales de la salud se conceptualiza mediante cuatro categorías para el análisis de las políticas



de salud: Socioeconómicos y culturales; ambientales; servicios de atención de las personas, y factores biológicos”.

Además, se presta atención a la promoción de la salud, como un concepto al cual se deben priorizar acciones en el país. Martínez y García, (2012) indican que ésta es “el proceso que permite a las personas incrementar el control sobre su salud y los determinantes, para mejorarla”. Por su parte, la prevención de enfermedades es “cualquier medida que permita reducir la posibilidad de aparición de una afectación o bien interrumpir o aminorar su progresión” (Ortegón, 2014).

Ambos conceptos se articulan en el beneficio de la calidad de vida, la cual está influida por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con el entorno (Hernández et al., 2009).

## **2.2 Terapia Física en salud**

Según (Montero, 2010), la Terapia Física “constituye el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas, que mediante la aplicación de medios físicos, curan, previenen las enfermedades, promueven la salud, recuperan, habilitan y readaptan las personas afectadas de disfunciones somáticas, o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud”.

La OMS (1958), define fisioterapia como “el arte y la ciencia del tratamiento por medio del ejercicio terapéutico, calor, luz, frío, agua, masaje y electricidad”.

La Terapia Física incluye proveer servicios en circunstancias en donde el movimiento y la función son amenazados por el proceso normal de envejecimiento o por lesión o enfermedad. Se preocupa también por identificar y maximizar el potencial de movimiento, dentro de la promoción, prevención, tratamiento y rehabilitación. La estrategia de intervención varía dependiendo si la Terapia Física está involucrada en promoción de la salud, prevención, tratamiento o rehabilitación (World Confederation for Physical Therapy, 2017).

### **2.2.1 El terapeuta físico en el deporte y prevención de lesiones**

La prevención de lesiones es el mecanismo más efectivo para contrarrestar los procesos que afecten al deportista. Ésta, exige conocer cabalmente las causas de las mismas, investigando factores potenciales de riesgo y mecanismos predisponentes a lesión en entrenamientos o competencias (Bahr y Reeser, 2003).

Un fisioterapeuta en el ámbito deportivo, es “el profesional que aplica técnicas y métodos físicos para la prevención, el tratamiento y la rehabilitación de las lesiones (...), lo cual constituye una subespecialidad en la que es necesario disponer de conocimientos técnicos específicos” (Kolt, 2004). Además, cuando ya se produce una lesión, “el terapeuta deportivo tiene la tarea de diseñar, aplicar y supervisar el programa de rehabilitación” (Prentice, 2001). Es por esto por lo que es el profesional del cual se debe disponer primeramente en el asunto de lesiones.

### **2.3 Actividad física, deporte y ejercicio**

En los últimos años se ha incrementado la práctica de la actividad física, al hacerse más consciencia en la población de que ésta produce innumerables beneficios, contribuyendo así a disminuir los posibles riesgos de enfermedades que pongan en peligro la salud (Garita, 2006) .

La actividad física se refiere a un conjunto de movimientos del cuerpo para obtener como resultado un gasto de energía; son todas aquellas acciones que involucren el movimiento, como lo son la ocupación o trabajo, el transporte activo, los quehaceres del hogar, la recreación, el ejercicio y el deporte (Márquez y Garatchea, 2013).

Según Garita (2006) el ejercicio comprende la actividad física realizada de manera planeada, estructurada y repetitiva, que presenta como objetivo mejorar y/o mantener uno o más componentes de la aptitud física (Fuerza, resistencia aeróbica, flexibilidad, composición corporal, potencia entre otras).

Por su parte, un deporte es toda aquella actividad física que involucra una serie de reglas o normas a desempeñar dentro de un espacio o área determinada, y que a menudo se asocia con competitividad (Elias y Dunning, 2015). El deporte es un

fenómeno social cada vez más incorporado a lo cotidiano en la sociedad contemporánea y se utiliza como forma de intercambio social y eje económico en muchos casos, como por ejemplo en el caso del Crossfit (Gutiérrez, 2004).

### **2.3.1 Actividad física y salud**

La falta de actividad física es un factor de riesgo elevado para las enfermedades no transmisibles, como los accidentes cerebrovasculares, la diabetes y el cáncer. En el ámbito mundial, el 23% de los adultos y el 81% de los adolescentes en edad escolar no se mantienen suficientemente activos (OMS, 2017).

La actividad física se relaciona con el aumento de la función cognitiva, la prevención o desaceleración de los efectos producidos por el envejecimiento; mejora el bienestar y la función física en el área laboral, el deporte y la recreación (Rojo, 2003). Se obtienen beneficios como lo son el fortalecimiento muscular, aumento de la función cardiorrespiratoria y la capacidad aeróbica (Kenney et al. 2015).

### **2.4 Programación de entrenamiento**

La palabra entrenamiento proviene del término en inglés “training” el cual significa ejercicio, adiestramiento o enseñanza, por lo que es cualquier tipo de sesiones de ejercicio que mejore la aptitud de la persona. Es un proceso de formación, educación y perfección de las posibilidades funcionales del individuo en una actividad específica, para que logren resultados positivos en el deporte (Zhelyazkov, 2001).

Según Kenney et al. (2015) los principios básicos del entrenamiento a tomar en cuenta siempre durante la prescripción del ejercicio son:

Individualidad: No todas las personas poseen las mismas capacidades para adaptarse al entrenamiento deportivo. Existen variaciones en los ritmos de crecimiento celular, en el metabolismo y la regulación nerviosa y endocrina, lo cual demuestra porque alguien presenta grandes mejoras después de un programa determinado y otros no. Por lo tanto, se deben tener en cuenta las necesidades y capacidades específicas de los individuos a la hora de realizar un programa de entrenamiento. Existen variables que deben ajustarse individualmente por cada deportista (Kenney et al. 2015) como, por ejemplo: ritmo y distancia de intervalo de esfuerzo (carga y duración para el

entrenamiento contra resistencia), número de repeticiones y de series durante cada sesión de entrenamiento, duración del intervalo de descanso (recuperación), tipo de actividad durante el intervalo de descanso, frecuencia de entrenamiento por semana.

Especificidad: “las adaptaciones al entrenamiento son altamente específicas del tipo de actividad y del volumen e intensidad del ejercicio ejecutado” (Kenney et al., 2015).

Sobrecarga progresiva: El volumen e intensidad del entrenamiento, tanto aeróbico como anaeróbico debe incrementarse progresivamente.

#### **2.4.1 Tipos de entrenamiento**

Los entrenamientos pueden clasificarse según la forma en que se realicen y los objetivos que se tengan al practicarlo:

*Entrenamiento contra resistencia*: está específicamente diseñado para incrementar la fuerza, la potencia y la resistencia muscular (Kenney et al. 2015).

*Entrenamiento continuo*: implica una actividad continua sin intervalos de reposo. Esto varía desde actividades continuas de intensidad elevada hasta actividades de larga duración y baja intensidad (Kenney et al. 2015).

*Entrenamiento en circuito*: se ejecutan una serie de ejercicios o actividades elegidos en una secuencia determinada llamada circuito. Se realiza un ejercicio específico en cada estación (de 6 a 10 estaciones por circuito), pasando luego a la siguiente (Kenney et al. 2015).

*Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)*: el entrenamiento interválico de alta intensidad, basado en ejercicios a intensidades máximas, intermitentes y de corta duración, se ha utilizado en los últimos años como una alternativa a las prescripciones tradicionales de entrenamiento (Sánchez et al., 2014). Implica trabajar a intensidades altas, al 80-90%, durante cortos períodos de tiempo, combinando todo ello con fases de recuperación activas, lo que significa que se trabaja a un ritmo mucho menor, 50-60%, hasta bajar las pulsaciones y comenzar de nuevo una fase de alta intensidad (Glassman, 2007). El Crossfit es uno de los HIIT más utilizados en la actualidad (Hak et al., 2013).

## **2.5 Historia del Crossfit**

En 1974, en el sur de California, USA, el estudiante y gimnasta Greg Glassman al trabajar con diferentes atletas se da cuenta que las rutinas de culturismo tradicional no lograban la mejora de la condición física en relación con la cantidad de horas de formación dedicadas. Decide por lo tanto realizar un programa de entrenamiento con énfasis en movimientos funcionales realizados a alta intensidad (Rivas y Zhiminay, 2015). El Crossfit nació oficialmente en 1995, cuando el gimnasta empezó a usar la técnica para entrenar a policías en California (Glassman, 2007). Este tipo de entrenamiento se fue extendiendo paulatinamente entre los cuerpos de seguridad, de bomberos y de marines, ya que la variedad de ejercicios que engloba y la preparación que requiere, formaban a los sujetos para poder solventar cualquier tipo de eventualidad (Glassman, 2007). Greg Glassman hoy en día sigue a la cabeza del movimiento y posee aproximadamente 15000 gimnasios afiliados alrededor del mundo; además tiene como patrocinadora oficial a la marca Reebok (Crossfit®, 2018).

En Costa Rica, de acuerdo con la página oficial, Crossfit.com (Crossfit®, 2018), hay 43 establecimientos de Crossfit. Un dato que habla del gusto de los costarricenses por dicha modalidad es que de los cuatro países de Centroamérica que tienen gimnasios afiliados a la casa matriz, Costa Rica es el que más establecimientos suma.

### **2.5.1. Efectos del Crossfit en la salud**

Sánchez-Alcaraz et al. (2014), mencionan que en estudios en donde se ha implementado esta metodología, se han obtenido mejoras de la capacidad aeróbica y reducción de la grasa corporal en los participantes. De este modo el Crossfit produce adaptaciones metabólicas y cardiovasculares rápidas, entre las que se incluyen un mayor rendimiento físico, mayor capacidad buffer muscular, capacidad aeróbica (VO<sub>2</sub> máx.) y oxidación de grasas (Sánchez-Alcaraz et al., 2014).

Smith et al., (2013), realizaron un estudio de 10 semanas de entrenamiento de 5 días semanales, en el cual, este método produjo una mejora de la capacidad aeróbica, por lo tanto, aumentó la resistencia y optimizó el desempeño físico. El vo<sub>2</sub> máximo de oxígeno se incrementó alrededor de un 9% en ambos sexos. El peso corporal disminuyó entre 2,6% y un 3,8% siendo mayor la pérdida en hombres. Al igual

el porcentaje de grasa se vio reducido, mientras que la masa magra se incrementó entre un 1,4% y un 2,2% siendo mayor la ganancia en las mujeres.

Según O'Hara et al. (2012), este tipo de entrenamiento produce un alto reclutamiento de unidades motoras, por lo tanto, mejora la función del sistema nervioso, activando de este modo una mayor fuerza por grupos musculares ejercitados. Glassman (2007), menciona que este programa de ejercicios provoca una alta respuesta neuroendocrina. Esto puede deberse al corto tiempo de descanso entre las series, al elevado ritmo cardíaco y la alta intensidad de entrenamiento (elevado peso/series hasta el fallo muscular). Estos elementos provocan la liberación de hormona del crecimiento e insulina, las cuales provocan un crecimiento de la masa muscular y son asociadas al aumento de la fuerza muscular. En un estudio mencionado por O'Hara et al. (2012), se obtuvo que la combinación de entrenamientos de alta intensidad y aeróbica, aumentan el tamaño de la masa muscular y elevan el cortisol a diferencia de los entrenamientos de solo resistencia.

### **2.5.2 Metodología del Crossfit**

El Crossfit se puede practicar en cualquier ambiente, usando cualquier tipo de terreno y el material al alcance (O'Hara et al., 2012). Las capacidades y habilidades que se trabajan son la resistencia cardiovascular y respiratoria, resistencia muscular, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, agilidad, psicomotricidad, equilibrio y precisión. Su objetivo es crear un "atleta completo" (Rivas y Zhiminay, 2015).

Glassman (2007), menciona que los entrenamientos son llamados "WODs" (*workout of the day* o entrenamiento del día), que consisten en completar una serie de ejercicios de diferente índole en un tiempo determinado y un número definido de repeticiones. El tiempo de ejecución de cada WOD puede variar, desde 5 minutos hasta casi 30 minutos, según la intensidad del día y el trabajo establecido. Todo este tiempo sin contar la fase de calentamiento (15 min) y la recuperación posterior.

Existen infinidad de tipos de ejercicios que se puedan incluir en el WOD, los grupos en las que se pueden dividir son: ejercicios gimnásticos, ejercicios de acondicionamiento metabólico, ejercicios de levantamiento de peso, ejercicios

funcionales de lanzamiento y precisión, ejercicios dinámicos y balísticos y ejercicios pliométricos (Glassman, 2007).

Los entrenamientos suelen ser grupales, en donde los participantes realizan todos la misma rutina en contra reloj (Glassman, 2007). Según Glassman (2017b), Rivas y Zhiminay, 2015) los aspectos que diferencian al Crossfit de los demás programas de entrenamiento son: las sesiones de entrenamiento son de alta intensidad y corta duración, con cortos períodos de recuperación entre series; la programación es creativa y variada con el fin de motivar el entrenamiento; el Crossfit no utiliza máquinas para el aislamiento muscular ni se trabaja un musculo en concreto, ya que considera al cuerpo una unidad y debe ser ejercitado como tal: su objetivo principal es el de trabajar todos los movimientos dando prioridad a la función y no a la forma.

Con respecto a las competencias de Crossfit, en Costa Rica, existen varias categorías de competencia del Crossfit, las cuales están basadas en las de Estados Unidos. Una de ellas es Élite, en la cual se utilizan rangos de movimientos y pesos estándar a nivel mundial. La RX para atletas con 2 o más años de practicar Crossfit, de alta categoría y/o encargados de programa que hacen los WODs siempre en RX, manejan pesos altos, pero todavía no elite. Dominan todos los movimientos avanzados de la gimnasia con pocas debilidades y cuentan con experiencia en competencia. Escalada, en donde se realizan los mismos eventos que la categoría RX pero con pesos más livianos y modificaciones en algunos movimientos.

Modificado es una categoría para atletas con menos de 1 año de practicar Crossfit. Son atletas que apenas están dando sus primeros pasos en competencia. Manejan pesos livianos, no dominan los movimientos avanzados de la gimnasia y cuentan con poca o nula experiencia en competencia.; Master que es para personas mayores de 40 años, donde se realizan los mismos eventos que la categoría escalada pero con pesos más livianos; Teens que es una categoría nueva para jóvenes de 13 a 17 años, en esta se realizan los mismos eventos que la categoría Escalada pero con ciertas modificaciones (Chaves, 2016).

### **2.5.3 Gestos deportivos básicos empleados en el Crossfit**

A continuación, se describen tres de los gestos deportivos básicos empleados en el entrenamiento de Crossfit, los cuales implican el trabajo de grupos musculares específicos y la estabilización de los grupos musculares del centro de estabilización lumbopélvico (CORE). Se pretende describir estos gestos debido a que son frecuentemente empleados en los WODs y además serán usados por las investigadoras para el análisis de la técnica en la fase de recolección de datos.

Sentadilla de Arranque u Overhead Squat: Este gesto involucra el desplazamiento del centro de gravedad hacia la superficie de apoyo, mediante la flexión de las articulaciones del miembro inferior, desde una posición de bipedestación con carga en miembros superiores posicionados en extensión sobre la cabeza (Glassman, 2007).

Peso Muerto o Dead Lift: Este gesto involucra el levantamiento de un peso a partir del suelo, por medio de la semiflexión y flexión completa de los miembros inferiores y extensión de tronco, mientras los miembros superiores se encuentran activados traccionando el peso.

Clean and Jerk: Es un ejercicio de mucha dificultad técnica. Implica la transferencia del peso cerca del pecho y luego por encima de la cabeza, en un movimiento coordinado, con una semi sentadilla y la extensión del tronco para la bipedestación (Glassman, 2007).

### **2.6 Lesiones Deportivas**

El término “lesión” en general se refiere a todo proceso patológico, agudo o crónico, que daña, destruye o altera tejidos u órganos. En el campo deportivo propiamente dicho, se refiere al daño de tejido óseo, ligamentoso, tendinoso o muscular, comúnmente producto de movimientos repetitivos, traumas o gestos deportivos que impiden el correcto funcionamiento biomecánico del cuerpo (Osorio, Clavijo, Arango, Patiño, y Gallego, 2007).

No existe una definición única y universal sobre lo que es una lesión deportiva. Se emplean variedad de interpretaciones que se describen y mencionan dependiendo del área del cuerpo afectada, tipo de tejido perjudicado, gravedad del daño y el tiempo perdido de práctica deportiva para el deportista (Bahr y Maehlum, 2007).



Las lesiones deportivas tienen una causa multifactorial. La clasificación más conocida es la que divide los factores de riesgo en intrínsecos y extrínsecos, aunque también hay varios autores que los clasifican en 4 categorías: ambiental, anatómica, hormonal y neuromuscular (Fort y Romero, 2013).

Según Fort y Romero (2013), las lesiones musculoesqueléticas son más frecuentes en personas que practican actividad física y que presentan sesiones prolongadas de la misma. El estrés a causa de la práctica deportiva ha incrementado la posibilidad de que los atletas sean expuestos a lesiones, ya sean agudas o crónicas (Osorio et al., 2007).

Daza (2007), manifiesta que las alteraciones musculoesqueléticas se pueden generar por factores morfo fisiológicos, hábitos posturales y deficiencias estructurales. Los primeros determinan la alineación del cuerpo humano y comprenden características anatómicas y fisiológicas individuales; los segundos pueden ser provocados por limitaciones en la movilidad articular, un desequilibrio entre fuerzas, deficiencias en el tono muscular, inestabilidad articular y pérdida de extensibilidad de los tejidos blandos. Las deficiencias estructurales causan modificaciones en la postura y/o deformaciones que comprometen al sistema osteoarticular.

“Se asocia un mayor riesgo de lesiones deportivas a déficits en el sistema sensoriomotor como son la alteración de los patrones de movimiento, una inadecuada capacidad elástica muscular (stiffness), déficits en el control postural, alteraciones del sistema propioceptivo, déficits en la activación muscular del tronco y déficits en los mecanismos de anticipación. El correcto funcionamiento de este complejo sistema sensoriomotor será prioritario en la prevención y readaptación de las lesiones deportivas. La lesión del tejido articular viene ligada a una alteración de los mecanorreceptores, lo que causará una alteración de las aferencias que protegerán la articulación. Este hecho puede alterar el control neuromuscular normal y, como consecuencia, producir una disminución en la estabilidad de la articulación (Azahara Fort y Romero, 2013)”.

Fort y Romero (2013), mencionan que las lesiones deportivas se pueden clasificar en agudas y crónicas, siendo las primeras las que se presentan de manera

repentina durante la actividad y están asociadas a un dolor severo y repentino, con un proceso inflamatorio y limitación en la movilidad articular. Las lesiones crónicas en cambio son debidas al sobreuso en un área específica del cuerpo durante un largo periodo de tiempo. Están asociadas a un dolor difuso e intermitente que aparece sobre todo al realizar la práctica deportiva.

## **2.7 Factores de riesgo**

Se clasifican los factores internos de riesgo como predisponentes, que actúan desde el interior, y que pueden ser necesarios, pero no suficientes para producir la lesión. Los factores externos de riesgo actúan sobre un atleta predisuesto, y se clasifican como factores facilitadores para que se manifieste la lesión. La presencia de factores de riesgo interno y externo tiene un efecto sumatorio y su interacción "prepara" al atleta para lesionarse en una situación dada. Los factores antes mencionados se combinan, se acumulan y conducen finalmente a la lesión (Osorio et al., 2007).

### **2.7.1 Factores intrínsecos**

Lesiones anteriores: la historia de lesiones previas y la inestabilidad articular predisponen a nuevas lesiones, la mayoría de las veces secundarias a secuelas derivada de la lesión o a rehabilitación incompleta o inapropiada de la misma (Bahr y Reeser, 2003). Lo antes mencionado es confirmado también por Osorio et al. (2007), los cuales mencionan que sin importar la zona anatómica que se haya lesionado, la presencia de lesiones recurrentes siempre está presente.

Edad: Este es un factor de riesgo no modificable y las poblaciones más vulnerables son los de menor y de mayor edad. Bahr y Maehlum (2007) reportan asociación directa entre la edad y las lesiones, al aumentar la edad es mayor el riesgo de presentar lesiones deportivas, por factores como el desacondicionamiento físico y enfermedades relativas a la edad. Entre los cambios fisiológicos naturales que se dan con el envejecimiento están la disminución de la capacidad vital, de la flexibilidad, de la resistencia muscular, de la fuerza muscular, de la masa ósea, mientras que se da un aumento en el porcentaje de grasa (Kenney et al., 2015).

Sexo: Existen diferencias tanto en el tipo como en la gravedad de las lesiones deportivas. Se considera que las mujeres deportistas al presentar anatomía, fisiología

y biomecánica, diferentes al hombre, presentan una mayor predisposición a sufrir lesiones (Osorio et al., 2007). Sin embargo, en el caso del Crossfit, Klimek, Ashbeck, Brook, y Durall (2017), mencionan que la mayoría de lesiones son debidas a falta de supervisión del entrenador y que los hombres son menos dispuestos a buscar apoyo en este ámbito, por lo que cometen mayores errores y por lo tanto más riesgo de lesión. Weisenthal et al., (2014) también mencionan ser los hombres los que se lesionan más, debido a la falta de atención de un entrenador, además por la presión moral y psicológica por parte de los compañeros de entrenamiento.

Composición Corporal: Latorre, Herrador, y Jiménez (2003), mencionan varios elementos de la composición corporal como factores de riesgo, como por ejemplo el peso, el porcentaje de grasa, la densidad mineral ósea y las medidas antropométricas. El peso, por ejemplo, junto a la talla aumentan el riesgo de sufrir un trauma por inversión de tobillo y un aumento de ambos factores incrementan el ángulo de inversión que debe ser soportado por los músculos y ligamentos de la articulación (Bahr, 2009). Si el porcentaje de grasa corporal está elevado, se presenta un peor rendimiento en pruebas de velocidad, de resistencia, equilibrio, agilidad y capacidad para saltar (Kenney et al. 2015).

Otros elementos de la composición corporal que son factores de riesgo para sufrir lesiones deportivas son la altura y la masa grasa, a mayor altura y composición de grasa mayor riesgo de lesión (Bahr y Maehlum, 2007; Osorio et al., 2007).

Existen distintas formas para la toma de medidas antropométricas. El de interés es la del análisis de impedancia bioeléctrica que se basa en la oposición al flujo de corriente a través del cuerpo y es medido con un analizador de bioimpedancia. Mientras menor es la resistencia eléctrica registrada esto quiere decir que hay una mayor cantidad de agua. Como la masa magra contiene alrededor de 72% de agua y la grasa posee muy poca cantidad, se establece que a menor resistencia mayor muscularidad. Actualmente, hay pocos estudios dirigidos a establecer la validez de este método y de las ecuaciones de predicción en diversos grupos de población (Cappa, 2006).

En las tablas siguientes se observan los valores para porcentaje de grasa y porcentaje masa muscular, según Omron Healthcare (2018), los cuales son importantes para el estudio.

**Tabla 1.** *Porcentaje de grasa corporal según sexo y edad.*

<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Bajo (-)</b>	<b>Normal (0)</b>	<b>Elevado (+)</b>	<b>Muy elevado (++)</b>
<b>Femenino</b>	<b>20-39</b>	<21.0	21.0-32.9	33.0-38.9	≥39.0
	<b>40-59</b>	<23.0	23.0-33.9	34.0-39.9	≥40.0
	<b>60-79</b>	<24.0	24.0-35.9	36.0-41.9	≥42.0
<b>Masculino</b>	<b>20-39</b>	<8.0	8.0-19.9	20.0-24.9	≥25.0
	<b>40-59</b>	<11.0	11.0-21.9	22.0-27.9	≥28.0
	<b>60-79</b>	<13.0	13.0-24.9	25.0-29.9	≥30.0

Fuente: elaboración propia a partir de Omron Health Care (2018)

**Tabla 2.** *Porcentaje de masa muscular según sexo y edad.*

<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Bajo (-)</b>	<b>Normal (0)</b>	<b>Elevado (+)</b>	<b>Muy elevado (++)</b>
<b>Femenino</b>	<b>18-39</b>	<24.3	24.3-30.3	30.4-35.3	≥35.4
	<b>40-59</b>	<24.1	24.1-30.1	30.2-35.1	≥35.2
	<b>60-80</b>	<23.9	23.9-29.9	30.0-34.9	≥35.0
<b>Masculino</b>	<b>18-39</b>	<33.3	33.3-39.3	39.4-44.0	≥44.1
	<b>40-59</b>	<33.1	33.1-39.1	39.2-43.8	≥43.9
	<b>60-80</b>	<32.9	32.9-38.9	39.0-43.6	≥43.7

Fuente: elaboración propia a partir de Omron Health Care (2018)

Alteraciones posturales: Las alteraciones en el alineamiento corporal están ligados a la existencia de lesiones previas. La disminución del control del centro de gravedad del atleta más las alteraciones en la alineación aumenta el riesgo de lesión. Los atletas con un alineamiento postural anormal sufren de un mayor número de lesiones que aquellos que no tienen ninguna (Bahr y Maehlum, 2007)

El mal alineamiento anatómico, debido a deformidades fijas o dinámicas, aumenta el estrés, lo que provoca en la práctica deportiva una sobrecarga de algunas áreas del cuerpo mientras se realizan ejercicios específicos y por lo tanto se genera mayor predisposición de lesiones. También existen ciertas deformidades tales como: pie cavo, pie pronado, pie plano, genu valgum, genu varu, escoliosis, disimetrías en miembros inferiores, cifosis, hiperlordosis las cuales pueden producir un desajuste en el alineamiento corporal y predisponer a mayor número de lesiones (Bahr y Maehlum, 2007). Aunado a lo anterior Olaru, Farré, y Balius (2006), destacan las alteraciones propioceptivas, la inestabilidad vertebral, la asimetría y el control postural como factores de riesgo para predisponer a los atletas a lesiones osteomusculares.

Patrones de movimiento: El sistema nervioso central no actúa ejecutando acciones analíticas, si no que estimula un grupo de músculos que actúan conjuntamente para realizar una determinada acción. La sinergia muscular es la cooperación de diferentes contracciones musculares con el fin de lograr ejecutar una determinada acción motriz. En este sentido el sistema nervioso automáticamente elige cuales músculos se implican para lograr el objetivo gestual propuesto (Dieguez, 2006).

El movimiento funcional se define como la capacidad para producir y mantener un equilibrio entre la movilidad y la estabilidad a lo largo de la cadena cinética, mientras se realizan patrones fundamentales de movimiento con precisión y eficacia (Mills, Taunton, y Mills, 2005).

Cuando se realizan patrones de movimientos funcionales, se produce una combinación de contracciones estáticas y dinámicas. Los músculos del tronco se contraen de forma isométrica para así estabilizar la columna y la pelvis durante los movimientos de las extremidades superiores y/o inferiores. Los músculos de las extremidades inferiores sufren fuerzas de impacto que producen contracciones

concéntricas y excéntricas, inclusive en un musculo que actúa en dos articulaciones a la vez (Hall y Messier, 2000).

Distintos déficit o desequilibrios en niveles básicos de movimiento, distorsionan el aprendizaje motor, la percepción del movimiento, el conocimiento del cuerpo y la mecánica de funcionamiento. Por esta razón, el cuerpo pierde eficiencia, se aprende a compensar y sustituir unos patrones de movimiento por otros. Si a esta situación, se le agregan cantidad de movimiento (aumento de volumen y/o intensidad), lo más probable es un estancamiento en el nivel de rendimiento y lo más grave, acentuar la probabilidad de sufrir lesiones no traumáticas. De nada sirve alcanzar buenos niveles de rendimiento por un corto período de tiempo y que este proceso se corte por lesión (Mackey, 2013).

Según Santana (2015) existen cuatro pilares importantes para los patrones de movimientos, los cuales todos los seres humanos, ya sea de salud o de competencias, deberían de tener en equilibrio: el patrón de locomoción, que es dado al correr o caminar ( en los ejercicios representado en desplantes, sentadilla con una pierna). El segundo pilar del movimiento humano implica cambios de nivel en el centro de gravedad de las personas. Los cambios de nivel se caracterizan por movimientos del tronco o las extremidades inferiores o por una combinación de ambos que elevan o bajan el centro de gravedad. Estos cambios de nivel son necesarios para ejecutar muchos movimientos naturales, como recoger objetos del suelo, asumir posturas bajas o levantarse del suelo.

El tercer pilar es el de empuje y jalón, ya sea con miembros inferiores o miembros superiores, ya sea para alcanzar o alejar objetos o el mismo cuerpo de elementos del medio ambiente. El cuarto y último pilar es aquel dado por la rotación del tronco para movilizar objetos o realizar ejercicios. Este pilar es muy importante, sobre todo en deportes, ya que la mayoría de gestos deportivos se dan en forma diagonal del cuerpo (brazo derecho saca voleibol, mientras la pierna izquierda realiza el empuje).

Técnica de ejecución de los ejercicios: Baechle y Earle (2007), mencionan que uno de los factores de riesgo de lesiones intrínsecas más importantes y a tomar en cuenta, es la técnica de ejecución del movimiento. Al realizar un deporte, se busca como objetivo principal que la técnica sea ejecutada de la forma más correcta posible para que exista mayor precisión, sin embargo, esto no siempre se da, lo que predispone a ciertas estructuras del cuerpo a posibles lesiones. Si se excede en la amplitud de movimiento articular o se realiza el movimiento con una postura inadecuada, se producirá sobre estiramiento en los músculos, tendones y ligamentos, sobrecarga en las articulaciones y compresiones nerviosas.

### **2.7.2 Factores extrínsecos**

Son factores inherentes al ejercicio físico, el deporte y la participación del atleta en ellos y estos pueden actuar como facilitadores para que se manifieste una lesión. Si se controla uno o más de estos factores se permitirá disminuir la probabilidad de aparición de una lesión durante o posterior a la práctica deportiva.

Entrenamiento: Si el plan de entrenamiento se lleva a cabo de forma inadecuada se convierte en un factor de riesgo para la prevalencia de lesiones. Cuando se va más allá de los límites de cada atleta, emergen lesiones. Por lo tanto los parámetros del entrenamiento, frecuencia, duración e intensidad influyen en el nivel de probabilidad de que se produzcan lesiones (Osorio et al., 2007).

Los sistemas de entrenamiento no controlados pueden incrementar la ocurrencia de lesiones deportivas agudas. De hecho, existe un aumento importante de lesiones en deportistas si los programas de entrenamiento no presentan una correlación adecuada entre intensidad y duración de cargas y si se presenta un alto nivel de competición en temporadas largas sin periodos adecuados de recuperación. También es importante mencionar una inadecuada preparación física y mental del individuo lo cual hacen que el riesgo sea aún mayor (Osorio et al., 2007).

Sobreentrenamiento: González, Molinero, Martínez, De Andrade, y Márquez (2006) lo definen como un proceso degenerativo de la condición física, debido a la incapacidad del organismo para adaptarse a los estímulos a los cuales es sometido. Gleeson

(2002) y González et al. (2006) mencionan que se puede dar sobreentrenamiento también cuando no existe tiempo suficiente de recuperación.

Factores humanos: La presión de compañeros e instructores puede llevar a demandas físicas elevadas, producir una sobrecarga física y aumentar el riesgo de una lesión deportiva (Ortín, Garcés de los Fayos, y Olmedilla, 2010).

Tipo de trabajo: El trabajo de oficina y, específicamente, el trabajo con computador que se realizan en períodos prolongados de trabajo estático, se asocia con el desarrollo de desórdenes músculo esqueléticos. Existen dos factores que hacen que las lesiones puedan ocurrir: tener que mantener una postura por más del 50% de la jornada laboral, debido al sistema organizacional del trabajo (presión por el jefe u compañeros de trabajo) y tener un espacio reducido y poco ergonómico para realizar las tareas del día (Castillo y Ramírez, 2009).

Cristi y Rodríguez (2014) han señalado que a pesar de cumplir con las recomendaciones de actividad física, destinar mucho tiempo a actividades de tipo sedentarias (sedentes, acostados, conduciendo entre otros) podría interferir sobre los efectos beneficiosos del ejercicio en la salud.

Sin embargo también existe alto riesgo de lesiones en trabajos activos. En este ámbito Carrasco, Vaquero, y Espino (2009) realizaron un estudio de riesgo de lesiones en profesores de educación física. Encontraron que el 30% de la población encuestada sufrió alguna vez una patología física en su ámbito laboral, viéndose los hombres más afectados (33.3% del total) que las mujeres (18.18% del total) y siendo la población más afectada la correspondiente al grupo de edad de 31-40 años. Las patologías más frecuentes fueron: esguince de tobillo (13%) y lumbalgia (10%). En esta última el 75% de los que la padecieron, mencionan como riesgo el permanecer largas horas de pie.

## **2.8 Lesiones en el Crossfit**

El Crossfit se define por una constante variedad, lo cual ha provocado cierta crítica debido al aparente régimen de ejercicios realizados al azar y por la falta de individualismo para los participantes (Hak et al., 2013).



Según (Pérez, 2015), con este método se realizan entrenamientos de muy alta intensidad, con muy poco descanso y en ocasiones se requiere de mucha técnica (como es el caso de los movimientos extraídos de la halterofilia). Todo ello conlleva en ocasiones sobrecargas musculares y articulares debido al exceso de intensidad, de peso o a la falta de técnica. Sin embargo, Hak et al. (2013) mencionan que el número de lesiones es similar a deportes como el levantamiento olímpico de pesas, levantamiento de potencia y gimnásticos y menores a deportes de contacto como el rugby.

Hak et al (2013), realizaron un cuestionario y de una muestra de 132 sujetos se obtuvo que 97 de ellos sufrieron algún tipo de lesión que los mantuvo fuera del entrenamiento al menos un día, produciéndose un total de 186 lesiones en un periodo de 18,6 meses. Por cada 1000 horas de entrenamiento de esta modalidad, en el mismo estudio hubo incidencia de 3.1 lesiones.

En un artículo de Weisenthal et al. (2014) se menciona que los hombres son más propensos a sufrir lesiones ( $n=381$ ;  $P=.03$ ), lo cual está en relación con el dato de que las mujeres demandan mayor atención de los instructores ( $n=381$ ;  $P=.015$ ). Quiñones (2017) también menciona el mayor número de lesiones en hombres con respecto a las mujeres.

Montalvo, Shaefer, Rodríguez, Li, Epnere, y Myer (2017), mencionan en su estudio que los competidores se lesionan en mayor cantidad que los no competidores. También mencionan que el factor de lesión era más elevado conforme se practicaba el Crossfit desde hace más tiempo, se entrenaban más horas por semana, se era más alto y de masa corporal más elevada.

Weisenthal et al (2014), comprobaron en su estudio, que ninguno de los participantes había sufrido dolores anteriormente en la zona lesionada.

Se demostró que, de un total de 84 lesiones registradas, 21 se dieron en el hombro (mayor número de lesión en los elementos gimnásticos, con 7 de las 17 lesiones presentadas), 12 en la zona lumbar y 11 en la rodilla. En cuanto a los ejercicios de levantamiento la zona lumbar fue la más afectada con 9 de las 19 lesiones producidas (Weisenthal et al., 2014). Hak et al. (2013) en estudios realizados

obtuvieron resultados similares, presentando hombro y espalda como áreas de mayor lesión, con una incidencia de lesión del 31,8% (lo cual es superior a lo que se reporta en lesiones en competidores de elite de levantamiento olímpico de peso), produciéndose la mayoría de las lesiones de esta zona durante la ejecución de ejercicios de levantamiento olímpico por la mala posición del hombro que se suele adoptar, siendo la inflamación y el dolor los principales síntomas. En el Crossfit los ejercicios sobre la cabeza son realizados a alta intensidad, con muchas repeticiones e inclusive con un peso muy elevado, lo cual predispone al hombro a lesiones. Según Montalvo et al. (2017) las zonas de mayor lesión fueron los hombros, las rodillas y la zona lumbar respectivamente. Quiñones (2017), menciona también el hombro como zona de mayor tasa de lesión.

Entre los ejercicios que pueden provocar lesiones en hombro se encuentran el snatch y el pull up, donde el hombro se coloca en hiperflexión, con rotación interna y abducción. Estos ejercicios son realizados ampliamente en los WODs, lo cual explica la alta prevalencia de lesiones en hombros (Hak et al. 2013).

La incidencia de lesiones en la espalda, sobre todo en el área lumbar se da principalmente por el levantamiento de potencia (sentadilla y peso muerto) y levantamiento de peso. Los factores predisponentes son la alta intensidad, el gran número de repeticiones y el peso elevado. La fatiga durante la práctica produce pérdida de una técnica adecuada lo cual produce fuerzas y tensión en el área torácica, pero sobre todo en la zona lumbar. En el levantamiento de peso olímpico se debe levantar un peso elevado una única vez, mientras que en la práctica del Crossfit, se hace énfasis en la velocidad lo cual significa un alto número de repeticiones, empobreciendo la técnica y aumentando el riesgo de lesiones (Hak et al. 2013).

Sin embargo Pérez (2015) hace referencia a que los ejercicios que provocan más lesiones son los de gimnasia y los de Halterofilia.

Se considera necesario realizar más estudios para conocer el riesgo potencial en dicha práctica (Hak et al. 2013).

## **2.9 The Functional Movement Screen™ (FMS™)**

El Functional Movement Screen™, fue diseñado por el fisioterapeuta Gray Cook y el Dr. Lee Burton en 1998, con el propósito de reunir datos de manera objetiva para el análisis estadístico de los patrones de movimiento humano con respecto al desempeño funcional y la prevención de lesiones en atletas de escuela secundaria. Sin embargo se dieron cuenta de usos más allá de su propósito inicial (Jenkins, Gustitus, losia, Kicklighter, y Sasaki, 2017). Con respecto a lo anterior los autores realizaron modificaciones al programa original para poder obtener datos con respecto al desempeño funcional y la prevención de lesiones deportivas. Se utiliza por lo tanto en el ámbito de ejercicio correctivo, formación y rehabilitación en deportistas (Marochi et al., 2013).

El FMS™ es un método de evaluación estandarizado que permite categorizar la calidad de movimiento de forma sistemática, reproducible, confiable y válida. Documenta los patrones de movimiento que son esenciales para una función normal del cuerpo. Al detectar estos patrones de movimiento, el FMS™ permite identificar con facilidad las limitaciones funcionales y las asimetrías (G Cook et al., 2014).

El FMS™ está compuesto de siete patrones de movimiento fundamentales o básicos que requieren un equilibrio entre movilidad y la estabilidad, incluyendo control motor. Estos patrones fundamentales de movimiento están diseñados para proporcionar un rendimiento observable de determinados movimientos básicos locomotores, manipulativos y de estabilización (Lisman, O'Connor, Deuster, y Knapik, 2013). De hecho, desafían la capacidad de un individuo para realizar patrones básicos de movimiento que reflejan la combinación de la fuerza muscular, la flexibilidad, la amplitud de movimiento, la coordinación, el equilibrio y la propiocepción (Marochi et al. 2013).

El objetivo principal del FMS™, es evaluar el sistema de cadenas cinéticas donde se valora el cuerpo como un sistema relacionado de segmentos interdependientes, que con frecuencia trabajan desde una posición proximal hacia una dirección distal para iniciar el movimiento (Cook et al., 2014).

El FMS™ proporciona información que indica si un deportista tiene problemas con la estabilización y/o movilidad, además de generar las bases para la prescripción de un programa de entrenamiento desarrollado con un enfoque en la creación de patrones de movimiento funcional. Cinco de las siete pruebas del FMS™ se califican por separado para los lados izquierdo y derecho, y por lo tanto se pueden utilizar para localizar las asimetrías que se han identificado como un factor de riesgo de lesión (Marochi et al. 2013).

Las 7 pruebas según Marochi et al. (2013):

- *Sentadilla de Arranque (Deep Squat)*: La capacidad de realizar la sentadilla profunda requiere la flexión dorsal de la cadena cinética cerrada de los tobillos, la flexión de las rodillas y las caderas, y la extensión de la columna torácica, así como la flexión y abducción de los hombros. Se utiliza para evaluar bilateralmente, las simetrías y movilidad funcional de las caderas, rodillas y tobillos. El palo sobre la cabeza evalúa bilateralmente, las simetrías y movilidad de hombros y de columna torácica.
- *Paso al Obstáculo (Hurdle Step)*: Su realización requiere movilidad funcional bilateral, además la estabilidad postural de la pierna, del tobillo, rodilla y cadera. Se deberá tener un adecuado equilibrio, porque la prueba impone una necesidad de estabilidad dinámica.
- *Estocada en Línea (In-Line Lunge)*: La capacidad de realizarla requiere la estabilidad del tobillo, rodilla y cadera, como así también la abducción de la cadena cinética de la cadera. También movilidad de la cadera para el paso de la pierna, la flexión dorsal del tobillo, y la flexibilidad recto femoral. Además, equilibrio debido a la tensión lateral impuesta.
- *Movilidad de Hombros (Shoulder Mobility)*: Esta prueba requiere la movilidad del hombro en una combinación de movimientos, incluida rotación externa, flexión/extensión y aducción/rotación interna. También requiere movilidad de la escápula y la extensión de la columna torácica.
- *Pierna Recta Arriba (Active Straight Leg Raise)*: La pierna recta arriba prueba la habilidad de disociar la extremidad inferior, manteniendo la estabilidad en el

torso. Una adecuada movilidad de la cadera de la pierna contraria, así como estabilidad abdominal. Evalúa el tendón de la corva y la flexibilidad activa gemelo-soleo, mientras se mantiene la pelvis estable y la extensión activa de la pierna contraria.

- *Estabilidad del Tronco y Flexión de Brazo (Trunk Stability Push-Up)*: La capacidad de realizar la estabilidad del tronco push-up requiere de la estabilidad del tronco simétrica, propiamente dicha, en el plano sagital durante una cadena cerrada de movimiento de la parte superior del cuerpo.
- *Estabilidad en Rotación (Rotary Stability)*: La capacidad de realizar la prueba de estabilidad rotatoria requiere la estabilidad del tronco tanto en el plano sagital como en el transversal durante el movimiento de las extremidades superior e inferior. Además, requiere de una buena coordinación neuromuscular y la transferencia de energía a partir de un segmento del cuerpo a otro a través del torso. Por lo tanto, esta prueba evalúa el multi plano de estabilidad durante un movimiento combinado de las extremidades superiores e inferiores.

El puntaje consta de cuatro posibilidades; Cero (0) si en cualquier momento durante la prueba el sujeto tiene dolor en cualquier parte del cuerpo; Uno (1) si la persona es incapaz de completar el patrón de movimiento o es incapaz de siquiera entrar a la posición para llevar a cabo el movimiento; Dos (2) se da si la persona es capaz de completar el movimiento, aunque debe compensar de alguna manera para realizarlo; Tres (3) si realiza el movimiento correctamente, sin ninguna compensación. La mayoría de las pruebas son unilaterales el derecho e izquierdo, respectivamente, es importante que se anoten los dos lados. La puntuación más baja de las dos es la que se registra (Marochi et al. 2013).

**Tabla 3.** Operacionalización de variables definidas para el estudio

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Subvariable	Definición Conceptual	Indicadores	Instrumento
Describir las principales características sociodemográficas y las lesiones musculoesqueléticas de la población que asiste a los centros de Crossfit: 506 Escazú/ Guayabos y Catharsis Élite Fitness.	Edad	Tiempo biológico transcurrido desde el nacimiento			Cantidad de años del individuo	Cuestionario epidemiológico auto administrado
	Sexo	Condiciones físicas y biológicas que caracterizan a cada sexo			Sexo femenino	Cuestionario epidemiológico auto administrado
					Sexo masculino	
Ocupación Laboral	Oficio que desempeña o realiza una persona, sea este remunerado	Sedentario	Oficio en el cual la actividad física requerida para su desarrollo es nula o casi nula	Tipo de ocupación	Cuestionario epidemiológico auto administrado	

		económicamente o no	Activo	Oficio que requiere una actividad física alta o moderada para su desarrollo		
Lesión musculoesquelética	Daño de tejido óseo, ligamentoso, tendinoso o muscular, comúnmente producto de movimientos repetitivos, traumas o gestos deportivos que impiden el correcto funcionamiento biomecánico del (Osorio et al., 2007)	Región Anatómica			Número de lesiones por zona	Cuestionario epidemiológico autoadministrado
		Tejido Lesionado			Cantidad de lesiones según tejido	Cuestionario epidemiológico autoadministrado
		Tipo de lesión			Número de lesiones según diagnóstico	Cuestionario epidemiológico autoadministrado
		Ejercicio durante el cual se lesionó			Cantidad de lesiones ocurridas durante la ejecución de ejercicios	Cuestionario epidemiológico autoadministrado

			Lesiones Previas		Cantidad de lesiones ocurridas anteriormente	Cuestionario epidemiológico auto administrado
Analizar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos asociados a lesiones musculoesqueléticas durante la práctica del Crossfit	Factores de riesgo Intrínsecos	Vulnerabilidad ante un potencial daño o en este caso lesión, producto de características propias del individuo (Cos, Cos, Buenaventura, Pruna, y Ekstrand, 2010).	Alteraciones posturales	Alteración en la alineación anatómica, debido a deformidades fijas o dinámicas.	Ausencia o presencia de alteraciones posturales	Evaluación Postural
			Patrones básicos de movimiento	Son los movimientos resultantes de la sinergia muscular con el fin de lograr ejecutar una determinada acción motriz	Valores numéricos obtenidos de la aplicación del FMS™	Functional Movement Screen™
			Técnica de ejecución de los ejercicios	Afectación de la ejecución de un ejercicio específico debido a los patrones de movimiento y las alteraciones posturales del individuo	Cantidad de lesiones durante la ejecución de ejercicios específicos	Instrumento de análisis de ejecución de los ejercicios Videofotogrametría



			Composición Corporal	Medida numérica del peso corporal, el cual a su vez se divide en la cantidad de masa grasa, masa libre de grasa y densidad ósea presente en el cuerpo humano	1.Peso Corporal 2.Masa Grasa Corporal 3.Masa libre de Grasa corporal	Cuestionario epidemiológico auto administrado
	Factores de riesgo extrínsecos	Riesgo potencial de producir daño o lesión existente en el medio que rodea al sujeto (Cos et al., 2010)	Entrenamiento	Sistema de entrenamiento controlado donde se enseñan y practican la técnica de diferentes ejercicios.	Observación de los entrenamientos introductorios de las técnicas	Instrumento de observación de las clases introductorias
			Tiempo de entrenamiento	Tiempo en meses en el cual la persona ha practicado CF	Meses de práctica del CF	Cuestionario epidemiológico auto administrado

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## **CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO**

En el siguiente capítulo se describen tanto las características del estudio, la población, el espacio y tiempo donde se llevó a cabo la investigación, así como los pasos metodológicos para concretar el proyecto. Además se explica cómo se recolectaron los datos y se expone el análisis de los mismos para poder elaborar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

### **3.1 Diseño de la investigación**

La presente investigación es de carácter descriptivo y observacional, debido a que las variables de la misma no fueron manipuladas por las investigadoras. Se realizó una observación y descripción de la técnica de ejecución de los siguientes tres gestos: Overhead Squat, Clean and Jerk y Dead Lift, realizados normalmente durante los entrenamientos de Crossfit y los posibles mecanismos lesivos producto de una mala ejecución de estos. También es analítica porque analiza los riesgos de lesiones.

De igual forma presenta un enfoque cuantitativo, el cual es definido por Hernández, Fernández, y Baptista, (2010) como aquel que emplea el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento, correlaciones y probar teorías. Lo anterior debido a que se llevó a cabo la medición de la incidencia de lesiones musculoesqueléticas de los usuarios de 2 establecimientos de Crossfit ubicados dentro de la GAM y se intentó establecer correlaciones entre los errores encontrados durante la ejecución de los gestos anteriormente identificados como los de mayor potencial lesivo y las principales lesiones encontradas, para lo cual se emplearon herramientas de carácter cuantitativo.

Así mismo, se define como un estudio de carácter transversal, determinado por Barrantes (2014) como aquel que analiza aspectos de desarrollo de los sujetos en un momento dado y bien definido.

#### **3.1.1 Validez Interna**

Hernández et al. (2010) definen la validez interna como el grado en que un instrumento mide realmente la variable que se busca, sin embargo, en una

investigación siempre existen algunos sesgos que no pueden ser eliminados completamente por las investigadoras, como lo es el sesgo de memoria el cual pudo afectar la información obtenida del cuestionario epidemiológico auto administrado. Con base en lo mencionado anteriormente se tomaron algunas medidas con el fin de limitar dicho sesgo empleando indicaciones claras y concisas en las preguntas del cuestionario. Por último, se debe de tomar en cuenta que en la mayoría de los casos la generación de una lesión constituye un momento de preocupación o importancia para la persona, por lo que tiende a ser recordado con mayor claridad, sin embargo, cabe destacar que este sesgo, al depender de factores cognitivos y psicológicos de cada sujeto no pudo ser totalmente controlado por las investigadoras.

Por otro lado, el sesgo del investigador hace referencia a la influencia, intencional o no, que pudo tener el investigador sobre los resultados obtenidos, ya sea durante la recolección de datos o el análisis de resultados. Con el fin de controlar este sesgo, el cuestionario epidemiológico fue auto administrado con mínima o nula participación de las investigadoras en su llenado, de igual forma, el análisis de los datos obtenidos se realizó hasta concluir por completo el periodo de recolección de datos, con el fin de que los resultados obtenidos de los primeros instrumentos aplicados no influyeran en el criterio de las investigadoras; así mismo, los datos han sido recolectados por las dos personas encargadas de la investigación con el fin de registrar y analizar los resultados de manera imparcial.

Con el fin de evitar sesgos de selección, se incluyeron dentro del estudio tanto hombres como mujeres que cumplieran debidamente con todos los criterios de inclusión, así mismo se dejó de tomar en cuenta al sujeto que durante el desarrollo de la investigación cumplía con algún criterio de exclusión. Sin embargo, este constituyó otro sesgo que no pudo ser controlado por completo debido a que en la investigación se utilizó el muestreo no probabilístico a conveniencia, con el fin de no sobrepasar la capacidad de manejo de los datos obtenidos por parte de las investigadoras.

El sesgo por falta de sensibilidad de un instrumento, es definido por Manterola y Otzen (2015), como aquel que se produce cuando los métodos de recolección de datos no son adecuados; situación en la que los instrumentos de medición no poseen

la sensibilidad para detectar la variable en estudio, lo que afectaría la frecuencia de alguna variable. Con el fin de controlar este sesgo, los instrumentos empleados fueron sometidos a una prueba piloto antes de su aplicación y han sido valorados y aprobados por tres expertos en el tema de fisioterapia y salud pública.

En lo referente a la aplicación del FMS™ diferentes estudios lo califican como un instrumento de alta especificidad y confiabilidad, el cuál además, posee la facilidad de ser aplicado por cualquier profesional entrenado y relacionado en el ámbito de análisis de movimiento (Teyhen et al., 2012). Por otro lado, gran cantidad de autores indican que no existe variación significativa en los resultados del FMS™ al ser aplicado por novatos o profesionales certificados (Minick et al., 2010; C. Smith, Chimera, Wright, y Warren, 2013).

Manterola y Otzen (2015) definen el sesgo de clasificación incorrecta no diferencial como la clasificación incorrecta de variables o atributos, dentro de una categoría distinta de la que debería haberse asignado y las probabilidades de clasificación pueden ser las mismas en todos los grupos en estudio. Sin embargo, este sesgo se ve controlado en la aplicación del FMS™, al ser este un instrumento reconocido y validado por una gran cantidad de autores e investigaciones como lo son: Minick et al. (2010) y Smith et al. (2013); como se mencionó anteriormente se cataloga dicho instrumento como fiable, de fácil aplicación y con un mínimo margen de error independientemente de quien aplique las pruebas; ya que se utilizaron los comandos verbales y las instrucciones de ejecución establecidas en el instructivo del FMS™.

En relación con el sesgo de confusión, se presume que factores como la edad, el tiempo de entrenamiento, las lesiones previas y el tiempo de practicar la disciplina, pueden resultar en variables confusoras para la investigación, por lo cual se incluyeron dentro de la observación para ser controladas en el análisis de los datos.

### **3.1.2 Validez Externa**

La validez externa se define como la “posibilidad de generalizar los resultados de un experimento a situaciones no experimentales, así como a otras personas y poblaciones” (Hernández et al., 2010). Cabe destacar que para que un estudio tenga

validez externa debe tener validez interna, sin embargo, entre más específicos sean los resultados para la muestra estudiada menos generalizables son sus conclusiones a otras poblaciones.

La población que se abarcó en el desarrollo de esta investigación fueron los usuarios regulares de 2 diferentes establecimientos de Crossfit, a saber “Crossfit 506 Escazú y Crossfit 506 Guayabos y Catharsis Élite Fitness”, entre los 18 y 55 años, ya sean hombres o mujeres y que practican esta forma de entrenamiento tanto a nivel competitivo como recreativo.

Sin embargo, es importante mencionar que al utilizar un muestreo no probabilístico se vio afectada la validez externa de la investigación, por lo que los resultados obtenidos en la misma no fueron generalizables a todos los individuos del país que utilicen el CF como método de entrenamiento o disciplinas donde se empleen gestos deportivos semejantes a la metodología empleada en el CF.

Por último, las recomendaciones y conclusiones que se derivaron de los resultados de este trabajo de investigación tuvieron como objetivo prevenir lesiones musculoesqueléticas que puedan surgir producto de una mala técnica en la ejecución de ejercicios como los levantamientos olímpicos, entre otros.

### **3.2 Espacio y Tiempo**

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de dos establecimientos (uno posee dos sedes) localizados en Heredia, Guayabos y Escazú, a saber: Catharsis Élite Fitness y Crossfit 506.

En cuanto al tiempo, se tiene que el estudio se realizó durante el segundo semestre del año 2018 y el primer semestre del año 2019.

### **3.3 Población**

La población de estudio fue de carácter finito, debido a que se encontraba bien definida y limitada. Se tomaron como población los usuarios de 2 establecimientos que practiquen dicho método de entrenamiento ya sea a nivel competitivo o recreativo, con edades comprendidas entre los 18 y los 55 años, que además contaran con un mínimo de 6 meses de entrenamiento continuo, asistiendo al menos 3 veces por semana a las

sesiones de entrenamiento. Además, en concordancia con lo estipulado por el comité de Bioética de la Universidad de Costa Rica, la población de estudio debió aceptar participar en la investigación de forma completamente libre y voluntaria, así como estar de acuerdo y haber leído y firmado el consentimiento informado, facilitado previamente por las investigadoras.

### **3.4 Muestra del Estudio**

Para determinar la población se realizó un muestreo no probabilístico, donde se eligió una población de estudio conformada por aproximadamente 60 personas que practicarán CF, esto con el fin de no exceder la capacidad de evaluación y recolección de datos de las investigadoras durante el trabajo de campo.

Las personas elegidas debían asistir con regularidad a los centros de CF participantes en el estudio y además tenían que cumplir con los criterios de inclusión que se detallan a continuación.

#### **3.4.1 Criterios de Inclusión**

A continuación, se detallan los criterios de inclusión que se utilizaron para la elección de la muestra de las personas que participaron del estudio:

- Personas con edades comprendidas entre los 18 y 55 años, tanto hombres como mujeres.
- Personas que asistieran a las instalaciones de Catharsis Élite Fitness y Crossfit 506 ya sea el de Escazú como el de Guayabos.
- Personas con al menos 6 meses de experiencia en este método de entrenamiento.
- Personas que solo se encontraran asistiendo a los centros de CF establecidos en el estudio, sin embargo podían practicar otro deporte.
- Los participantes que firmaran el consentimiento informado.
- Los participantes que cumplieran con todos los procesos de recolección de datos.

### **3.4.2 Criterios de Exclusión**

En el siguiente apartado se mencionan los criterios de exclusión que se utilizaron durante la investigación para las personas que decidieron participar de la misma.

- Personas que presenten una condición de salud que impida la medición de variables de esta investigación.

### **3.5 Recolección de datos**

Antes de iniciar con la aplicación de los instrumentos de recolección de datos, se contacta a los dueños de cada establecimiento participante con el fin de solicitar autorización para el desarrollo de la investigación y explicar los objetivos y alcances de la misma.

Se hizo entrega a los participantes de una fórmula de consentimiento informado y se procedió a explicar detalladamente los términos de la investigación. De estar de acuerdo el usuario debió firmar el consentimiento informado en cada una de las páginas.

Para el primer objetivo específico: describir las principales características sociodemográficas y las lesiones musculo esqueléticas de la población que asiste a los centros de Crossfit: 506 y Catharsis Élite Fitness los datos fueron recolectados mediante la aplicación del cuestionario epidemiológico auto administrado. Éste fue entregado a los participantes, además las investigadoras explicaron de forma clara las indicaciones de llenado del instrumento y se mantuvieron siempre cerca de los sujetos con el fin de evacuar las dudas de llenado que pudieron surgir.

#### **3.5.1 Cuestionario Epidemiológico Auto administrado**

El cuestionario es definido por Hernández et al. (2010), como aquel que se les proporciona directamente a los sujetos y estos contestan o marcan las respuestas. Este estaba constituido por preguntas de tipo cerrado y tuvo como fin recolectar algunos datos generales de la práctica de este método de entrenamiento, como la cantidad de veces por semana que asisten al entrenamiento, si practican CF a nivel competitivo o recreativo y si presenta algún tipo de lesión musculo esquelética, separándola ya sea que haya sido provocada en la práctica de CF o en otro tipo de actividad.

Es de importancia mencionar que las investigadoras se encontraron presentes durante el desarrollo de este proceso, con el fin de aclarar las posibles dudas que se le presentaran a los sujetos y de esta manera lograr el correcto llenado del instrumento, El documento se encuentra adjunto en el *Anexo 2*.

Los motivos por los que se decide emplear esta técnica de recolección de datos son mencionados por Barrantes (2014):

- Fácil aplicación en un grupo numeroso de personas, debido a que no existe la necesidad de la intervención directa del investigador para su llenado.
- Mayor veracidad en las respuestas del encuestado al encontrarse menos cohibido sin la presencia del encuestador.

En cuanto al segundo objetivo específico: analizar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos asociados a lesiones musculoesqueléticas durante la práctica del Crossfit, la recolección de datos se llevó a cabo aplicando los siguientes instrumentos de recolección: evaluación Postural, Functional Movement Screen FMS™ y se aplicó videofotogrametría con el fin de recolectar toda la información posible sobre la técnica de ejecución de los ejercicios. Posterior a esto se empleó un instrumento de análisis de la técnica donde se recolectaron en forma escrita los resultados más relevantes de la videofotogrametría, además se aplicó un Instrumento de observación de las clases introductorias y parte del cuestionario epidemiológico auto administrado. Tanto los instrumentos mencionados hasta el momento, como el método estadístico que se empleó para el respectivo análisis de datos obtenidos se explican de forma amplia a continuación.

### **3.5.2 Evaluación Postural**

Según Olaru et al. (2006), el examen postural de base debe ser de carácter obligatorio para todos los deportistas, debido a que lo identifican como una ocasión en la que el clínico tiene la oportunidad de anticipar y prevenir lesiones que pueden afectar el rendimiento y la salud del deportista.

En concordancia con lo mencionado anteriormente se realizó un análisis postural de manera individual, respetando en todo momento la privacidad del participante; con el objetivo de detectar posibles alteraciones posturales significativas



que pudieran resultar en un factor predisponente a lesiones musculoesqueléticas. La evaluación se realizó en las instalaciones de los establecimientos participantes, en un espacio que fue previamente adaptado por las investigadoras y se incluyó cinta métrica, un posturograma y una plomada.

Por otro lado, los participantes tenían que asistir a la evaluación en pantaloneta corta y sin camisa en caso de los hombres y top y licra corta para las mujeres, esto con el fin de obtener resultados fidedignos durante la evaluación. Se les solicitó a los sujetos que se colocaran en posición bípeda, estática y relajada delante del posturograma, con los brazos en posición extendida a los lados del cuerpo, la vista al frente y los pies separados al ancho de los hombros. Las observaciones se realizaron en tres perspectivas, a saber: anterior, lateral y posterior. Además, se contó con un instrumento de fácil llenado, previamente aprobado por el director y los lectores de la presente investigación, donde se debían registrar los hallazgos más relevantes.

Por último, en este instrumento se registraron tanto la longitud como la circunferencia de las extremidades inferiores y superiores, empleando una cinta métrica, tomando como una diferencia significativa una discrepancia de 1 cm entre una extremidad y otra, tanto en la longitud como en la circunferencia. La medición de la longitud de miembros inferiores se realizó de la espina iliaca anterosuperior al maléolo interno, la circunferencia del muslo fue medida a 20 cm del borde superior de la rótula. En cuanto a los miembros superiores la longitud fue tomada a partir del acromion hasta la tercera falange distal y la circunferencia se tomó en posición relajada a 10 cm del acromion.

El documento se encuentra en el *Anexo 3*.

### **3.5.3 Aplicación de Functional Movement Screen™ (FMS™)**

Se empleó como instrumento para el análisis y recolección de datos de los patrones de movimiento, el Functional Movement Screen™, el cual es un método con alta aceptación y confiabilidad a nivel mundial, basado en el análisis del movimiento funcional, lo que significa que se evalúa el movimiento corporal de manera multiarticular, lo cual es una característica fundamental del movimiento humano. Se aplicó la batería de pruebas completa a cada uno de los participantes y la misma se

realizó de forma individual, utilizando las indicaciones verbales que se encuentran especificadas en la guía del FMS™. Cada uno de los participantes tuvo 3 oportunidades para realizar la prueba, tal y como se encuentra establecido. Cada una de las pruebas cuenta con una puntuación de 0 a 3, la cual es de carácter objetivo, debido a que los requisitos de ejecución para obtener cada una de las calificaciones se encuentran bien establecidas y claramente explicadas en el protocolo del FMS™. La aplicación de las pruebas se llevó a cabo únicamente por las investigadoras a cargo, con el objetivo de monitorear la correcta ejecución de la prueba. Por otro lado, se contactaron a los sujetos con anticipación para solicitarles que se presentaran con anterioridad al entrenamiento con el fin de realizarles dicha evaluación.

A pesar de que el kit del FMS™ se obtiene de forma comercial, Hoogenboom, Voight y Cook (2012), mencionan que se puede confeccionar a partir de herramientas simples. Se utilizaron por lo tanto, una tabla de madera de 2x 0,6 pulgadas, cinta adhesiva, cinta métrica, una cuerda pequeña de 1 metro y una vara de medir.

En el *Anexo 6* se adjunta el instrumento utilizado en la investigación y en el *Anexo 7* un instructivo en español del instrumento FMS™.

#### **3.5.4 Videofotogrametría**

Se realizó un análisis biomecánico de las técnicas de los 3 ejercicios seleccionados de Crossfit: Sentadilla de Arranque u Overhead Squat, Peso Muerto o Deadlift y Clean and Jerk, explicados con anterioridad en el marco teórico. Para ello, se utilizó la videofotogrametría, la cual consiste en registrar por medio de una cámara de video los movimientos que se desean estudiar, empleando para este fin el programa KINOVEA®. Para la prueba el sujeto debía de presentarse con el vestuario habitual con el que practica CF y haber realizado el protocolo de calentamiento y movilidad articular indicado ese día por las investigadoras. La persona se encontraba sola y se le solicitó que llevara a cabo la técnica de los ejercicios sometidos a análisis, mientras la cámara se encontraba a 4 metros de distancia del sujeto, sostenida por un trípode. Se hicieron tomas desde un plano lateral, frontal y posterior, con el fin de registrar todos los posibles errores en la técnica, además, el sujeto ejecutó el ejercicio una única vez, esto con el fin de descartar el factor fatiga como aspecto modificador de la técnica.

Posterior a la grabación de los videos se llevó a cabo el llenado de un instrumento de observación de ejecución de la técnica previamente diseñado por las investigadoras. Esto con el fin de facilitar el manejo y posterior codificación de la información obtenida a partir del análisis de la videofotogrametría.

En conformidad con la ley n° 9234 (La Gaceta, 2014), en el artículo 51 apartado t, los videos serán resguardados en una base de datos que garantice la seguridad y confidencialidad de la información obtenida, durante un periodo de 15 años, una vez pasado este periodo dichos archivos serán eliminados de forma segura por parte de las investigadoras. Además, se garantizará a los participantes del estudio el acceso a los datos durante este periodo, así como la posibilidad de eliminarlos en el momento en que así lo deseen.

En el *Anexo 5*, se encuentra el instrumento para la observación de la técnica, el cual se llenó únicamente al observar los videos con el programa antes mencionado.

### **3.5.5 Observación de los entrenamientos introductorios**

Con el fin de conocer el método de enseñanza utilizado durante los entrenamientos introductorios de Crossfit, se realizó una visita a dos entrenamientos de este tipo.

Para documentar lo encontrado durante estas visitas se empleó un instrumento de observación simple previamente elaborado por las investigadoras donde se reflejan los aspectos más importantes del entrenamiento, como por ejemplo: si se cumple con calentamiento, cuerpo del entrenamiento y por último normalización y estiramiento, así como el tiempo que se le dedique a explicar y practicar cada una de las técnicas y la evacuación de dudas de los clientes por parte del encargado(a) de la clase. Dicho instrumento se encuentra en el *anexo 4*.

### **3.6 Análisis de los datos y presentación de la información**

Con el fin de analizar los datos recolectados, se realizó una sistematización de la información, para lo cual se emplearon los paquetes estadísticos Excel y el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) versión 25.0. El uso del software mencionado permitió la creación de archivos de datos, tabulación y combinación de

variables, la recodificación y el cálculo de nuevas variables y la elaboración de una serie de análisis estadísticos, tal como, cruces de variables, medias, tablas de contingencia y frecuencia, entre otros.

La codificación de datos permitió tomar las variables no cuantitativas recolectadas en los instrumentos como cuantitativas permitiendo así su análisis estadístico cuantitativo. Posterior a esto se realizó un análisis estadístico descriptivo de algunas variables como la caracterización de la población, frecuencia de lesiones, la localización anatómica de las mismas y los factores de riesgo relacionados. La información se presenta por medio de gráficos y tablas para mayor facilidad de comprensión.

De igual forma se realizó un análisis simple, donde se efectuaron correlaciones de variables, como la calidad en la ejecución de la técnica, con el tipo de lesiones encontradas, su localización y prevalencia, el cual permitió identificar los factores de riesgo asociados a las lesiones, para lo cual se utilizó el programa OpenEpi disponible en Internet.

En el análisis se relacionó las variables dependientes, como los son la zona anatómica lesionada y el tipo de lesión; con las variables independientes (factores de riesgo) tales como el sexo, la edad, los días por semana de entrenamiento, el porcentaje de grasa, entre otros. Con el propósito de conocer la magnitud del riesgo asociado a cada factor se obtuvieron de manera simple la odds ratio con su respectivo intervalo de confianza, la significancia estadística, la Fracción etiológica y la Fracción prevenible en expuestos.

El análisis múltiple se complementó con el diseño de ecuaciones de regresión logística para obtener datos de odds ratio estandarizados en estos modelos. Se trata de una aproximación de mayor validez por la posibilidad que ofrece de control de factores confusores. El análisis de riesgo múltiple permite medir la magnitud del riesgo que explica cada factor, controlando las interacciones del resto de factores.

La presentación de datos se realizó utilizando cuadros donde se muestran medidas de frecuencia y correlaciones de variables, entre otros, seguida de su

respectiva explicación. Por otro lado, los resultados obtenidos mediante las tablas de contingencia están presentados de forma tabulada, donde se exponen los resultados más relevantes, como lo es el valor de la Odd Ratio (OR) y el valor de la p estadística, lo cual evidencia la validez estadística de la hipótesis a probar.

Con el fin de fundamentar el análisis de la técnica de ejecución se realizó una revisión de la información encontrada tanto en la página oficial de CF y el manual oficial de CF como en artículos y libros de texto, utilizando como base de datos principal el Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI), donde se emplearon palabras claves tal como: Crossfit, lesiones musculoesqueléticas, técnica, prevalencia de lesiones, entre otros.

Al terminar la investigación, se realizará una actividad individual, en donde de forma totalmente privada, a cada participante se le dará a conocer los resultados obtenidos y posibles errores a corregir. Para ello se le estará entregando un resumen con los resultados obtenidos en la investigación, además de posibles acciones que podrían tomar para prevenir lesiones de cualquier tipo.

La administración del centro de Crossfit tendrá acceso al documento de la investigación como referencia para tomar medidas preventivas y mejorar el servicio brindado. Se realizará una charla magistral con los participantes y los encargados del centro de Crossfit (directores de programa) para brindar los resultados más relevantes de la investigación y explicar los principales factores de riesgo visualizados durante los entrenamientos de CF. A los encargados de los entrenamientos se les brindará un folleto con una propuesta de evaluación inicial y con posibles ejercicios correctivos que ayuden a prevenir o corregir movimientos inadecuados que pueden llevar a una lesión. Además se realizará una parte práctica al final de la charla para demostrar los ejercicios.

Las investigadoras se comprometen a facilitar los resultados generales y conclusiones de la investigación a cada centro de entrenamiento de CF. Además, los hallazgos de esta investigación estarán a disposición para la consulta pública, para que la misma pueda ser una herramienta útil y aporte información de interés desde el

ámbito de la Terapia Física y la preparación de las personas que practican CF y deportes afines.

### **3.7 Consideraciones éticas de la Investigación**

Molina (2011) define la bioética como la ética de la vida, la cual busca un equilibrio entre la ciencia y el respeto a toda forma de vida con su significado más amplio. Por lo que la bioética se convierte en una necesidad para regular y asegurar los derechos fundamentales de los seres humanos en las investigaciones en las que media la evaluación y realización de pruebas en personas.

Según la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, (2013) los profesionales que realicen investigaciones con personas deben evaluar los riesgos y beneficios de la misma, tanto para las personas que participan en la investigación directamente, como para terceros. Por esta razón, se le informó a la población que participó en el estudio que el mismo podría tener impactos positivos tanto desde el punto de vista individual logrando una mejora en la ejecución de los ejercicios como a nivel colectivo previniendo futuras lesiones musculoesqueléticas producto de malas técnicas en personas que practiquen CF.

Cabe destacar que la presente investigación es de carácter observacional, motivo por el cual no existió intervención directa sobre los participantes por parte de las investigadoras, de esta forma los sujetos no corrieron mayor riesgo para su salud de lo que implica un entrenamiento que actualmente es parte de su rutina diaria. A continuación, se mencionan algunos de los principios éticos pertinentes para el desarrollo de la investigación:

Respeto a la Autonomía: Molina (2011) define este principio como la necesidad de respetar la capacidad de las personas para tomar decisiones, libre de interferencias externas y limitaciones. Lo cual implica que se debió asegurar este principio durante todo el proceso investigativo. Por lo tanto, se respetó la decisión del usuario que no accedió a firmar el consentimiento informado y se excluyó de la población de estudio.

Respeto a la Privacidad o Confidencialidad: Con base en este principio se tiene que la privacidad de los participantes debe estar siempre garantizada por parte de los investigadores. Con este fin se codificó la información obtenida en las evaluaciones y

los cuestionarios o entrevistas realizadas y se emplearon métodos estadísticos para dar a conocer los resultados, asegurando así la confidencialidad de los participantes en todo momento.

Beneficencia: Molina (2011) menciona que en las investigaciones actuales no causar daño es insuficiente, sino que se debe contribuir con las personas de manera activa.

Bajo este principio con los resultados de la investigación se pretendió crear conocimiento investigativo con fuertes bases teóricas sobre las posibles consecuencias de una ejecución incorrecta de la técnica en algunos gestos del Crossfit, beneficiando así tanto directamente a la población participante como a los establecimientos donde se practique Crossfit y a futuras personas que deseen practicar este método de entrenamiento.

No maleficencia: Se define este principio según Molina (2011) como la obligación de no hacer mal por acción u omisión, además se debe promover el bien, prevaleciendo este sobre la beneficencia. Con base en este principio las evaluaciones realizadas no generaron daño alguno a los participantes, únicamente la evaluación postural implicó un mínimo de posible incomodidad para los participantes, sin exceder los riesgos o posibles incomodidades que implicaría cualquier otra evaluación de rutina dentro del establecimiento. Así mismo la evaluación de la técnica y la aplicación del FMS™ requirieron un contacto mínimo con el participante y no implicó mayor riesgo que el existente durante el desarrollo de una rutina de Crossfit. Teniendo como base de la investigación estos cuatro principios bioéticos, se incluyeron únicamente a las personas que decidieron participar de forma voluntaria. Así mismo las personas podrían haberse negado a continuar con el proceso evaluativo en el momento que así lo decidieran, lo cual sucedió en algunos casos.

Con el propósito de cumplir con la totalidad de los aspectos anteriormente mencionados se utilizó el consentimiento informado, el cual será descrito a continuación:

### **3.7.1 Consentimiento Informado**

Según el área de bioética del CENDEISSS (CENDEISSS comité de Bioética. Caja Costarricense de Seguro Social, 2012) el consentimiento informado se puede definir como un proceso de comunicación que debe ser continua durante la investigación, entre los investigadores y los sujetos de la investigación, además, este documento busca procurar que se respete la dignidad de la persona. Este proceso culmina con la aceptación o rechazo del procedimiento propuesto.

Con base en lo expuesto hasta el momento, se hizo previa entrega de un consentimiento informado a todos los sujetos que decidieron libremente participar en la investigación. La fórmula de consentimiento informado que se entregó se encuentra basada en la establecida por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica y se puede observar en el *Anexo 1*. En esta se explica detalladamente los posibles riesgos y beneficios de la investigación, además de solicitarse claramente la autorización de los sujetos para utilizar los datos recolectados, entre otras cosas.

### **3.7.2 Tipo de revisión que requeriría el estudio ante el Comité Ético Científico, según el equipo investigador**

De acuerdo con lo planteado en esta investigación, el equipo investigador consideró que el presente trabajo final de graduación requería ser valorado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica. La aceptación de la misma, se dio en Octubre del 2018.

La propuesta presenta características de una investigación biomédica de tipo intervencional y no representa mayor riesgo que al que se expondría la persona al realizar la sesión de ejercicios físicos cotidianos, debido a que se realizó un cuestionario epidemiológico auto administrado, una evaluación postural, videofotogrametría y se aplicó el FMS™ el cual, como ya se ha mencionado durante el trabajo es completamente inocuo para los participantes y por último se observó una sesión de CF donde se evaluó la técnica de tres ejercicios que se emplean de forma habitual en este método de entrenamiento.



## **CAPITULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS**

Este capítulo está dedicado a presentar los resultados obtenidos en los cuestionarios, la aplicación del FMS™, el análisis postural, el análisis de la técnica de los ejercicios específicos y la observación de los entrenamientos. Además, se encuentran los resultados que se obtuvieron en torno al planteamiento de los objetivos del estudio.

La primera parte, corresponde a la descripción de los resultados, donde se explican los hallazgos de las variables evaluadas: las características intrínsecas de la población (Sexo, edad, medidas antropométricas, postura, lesiones previas) y las extrínsecas relacionadas a la práctica de CF (Días de entrenamiento, tiempo de practicar el CF, entrenamiento, técnica de entrenamiento). Además, se describen los resultados del análisis de la técnica de los ejercicios escogidos y del test del FMS™.

Para una mayor comprensión de los resultados obtenidos y en caso de duda acerca de las estadísticas realizadas o de algún dato de los gráficos, al final del documento, en el anexo 8, se encuentran los cuadros de frecuencias de los resultados absolutos, agrupados y sin agrupar.

### **4.1 Caracterización sociodemográfica básica de la población**

En este apartado se encuentra la descripción básica de la población implicada en la investigación. La información se recolectó por medio de un cuestionario epidemiológico auto administrado el cual incluye: sexo, edad, ocupación, composición corporal, tiempo de practicar CF, días de entrenamiento, días de descanso, práctica a nivel competitivo, práctica de otro deporte y lesiones previas o recientes.

El Cuestionario se aplicó a un total de 60 participantes mayores de 18 años y menores de 50, de dos establecimientos de CF: Catharsis Elite Fitness ubicado en Heredia y Crossfit 506 que tiene dos sedes, una en Escazú y la otra en Guayabos, Curridabat. Con respecto a los participantes, se trabajó únicamente con los que estaban anuentes a participar y cumplían con todos los criterios de inclusión mencionados en el Capítulo anterior. De hecho, es importante mencionar que al inicio se presentaron más

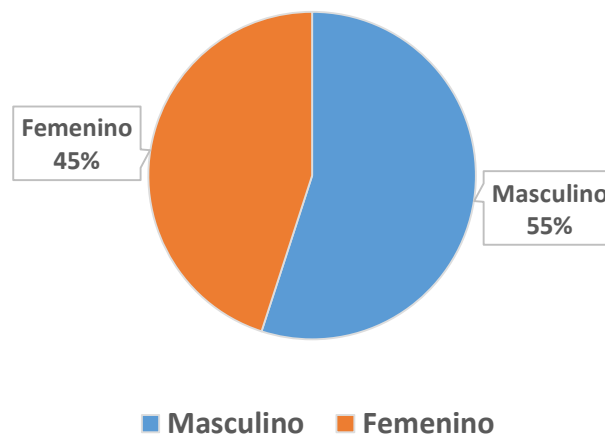
participantes para la evaluación, sin embargo, por factores de exclusión algunos no pudieron participar. A pesar de que se deseaba abarcar mayor población en el estudio, la asistencia de las personas a los entrenamientos donde se realizaron las evaluaciones, fue escasa.

#### **4.1.1 Resultados obtenidos correspondientes a la caracterización de la población**

En el siguiente apartado se demuestran los resultados obtenidos correspondientes a sexo, edad, composición corporal y la ocupación de los participantes evaluados.

A continuación, se demuestra la cantidad de hombres y mujeres implicados en la investigación por medio de un gráfico.

**Gráfico 1.** Distribución de los participantes evaluados según sexo.

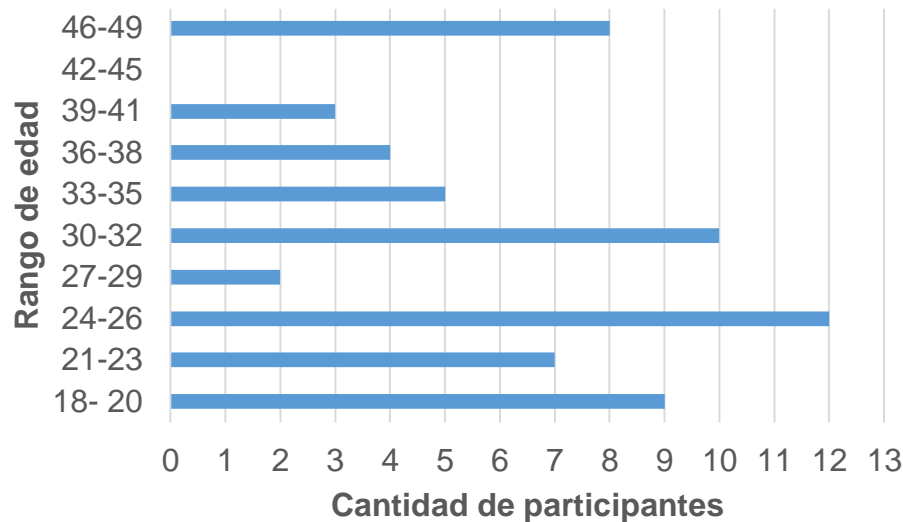


Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 43.

Al observar el gráfico anterior, se detalla que la mayoría de participantes que fueron evaluados eran hombres, siendo 33 en total y 27 mujeres.

Con respecto a la edad de los participantes, se encontró que sus edades oscilaron entre los 18 y 49 años, y la edad media encontrada fue de 30,22 años con una desviación estándar de  $\pm 8,99$ .

**Gráfico 2.** Distribución de los participantes según el rango de edad.



Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 44.

El gráfico 2, distribución según el rango de edad, muestra por categorías etarias la distribución de los jugadores.

En la presente investigación, la edad de los sujetos tenía que ser mayor de 18 y menor de 55. Sin embargo, el rango de edad más frecuente fue de 24 a 26 años con un porcentaje de 20% y el rango menos frecuente fue de 42-45 años con cero participantes.

Se realizó toma de medidas antropométricas entre las cuales se destacan: peso en kilogramos, porcentaje de masa muscular y porcentaje de masa grasa. Los resultados generales obtenidos se detallan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 1.** Promedio de las medidas antropométricas de los participantes evaluados

Medidas Antropométricas*	Mínimo	Máximo	Promedio
<b>Peso (Kg)</b>	47	109	70,13 ± 12,28
<b>% Masa Muscular</b>	26,10	67,53	38,83 ± 7,95
<b>% Grasa</b>	9,79	41,40	23,23 ± 7,56

\*Para la toma de medidas se utilizó la balanza de control corporal de la marca Omron serie HBF-514C.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la evaluación

En el cuadro mostrado anteriormente, se pueden observar los resultados obtenidos con respecto a hombres y mujeres, sin distinción entre ambos. Esto es destacable debido a la gran diferencia encontrada por ejemplo entre el mínimo del peso, en 47 Kg

y el máximo que registra más del doble con 109 Kg. Es por lo tanto importante separar estos datos por sexo.

En el cuadro siguiente, se observan las medidas antropométricas pero divididas según sexo.

**Cuadro 2.** Promedio de las medidas antropométricas de los participantes evaluados según el sexo

<b>Medidas Antropométricas</b>	<b>Masculino (n=33)</b>	<b>Femenino (n=27)</b>
<b>Peso (Kg)</b>	78,50±8,75	59,92±7,16
<b>% Masa Muscular</b>	41,61±6,96	35,43±7,87
<b>% Grasa</b>	19,50±6,09	27,79±6,70

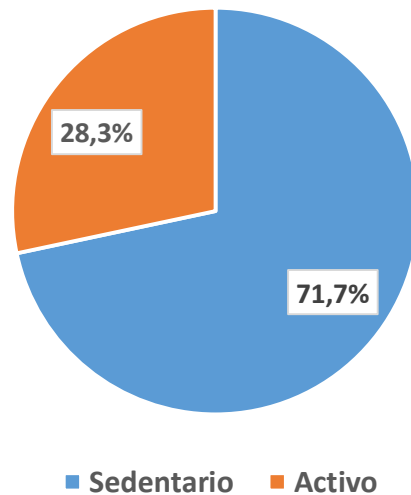
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Se observa la diferencia entre hombres y mujeres con respecto al peso, porcentaje de grasa y masa muscular.

Al separar los datos por sexos, los promedios varían con respecto al cuadro anterior. Es destacable que los hombres presentan mayor peso en kg con respecto a las mujeres, con hasta 18,58 kg de más. Aun así, es importante mencionar que se utilizó desviación estándar y esta es bastante amplia para cada resultado. Los hombres además presentan más porcentaje de masa muscular. Sin embargo, las mujeres promedian mayor porcentaje de grasa en comparación con los hombres, lo cual es por lo general algo esperable.

Con respecto a la ocupación de los participantes, se dividieron los trabajos mencionados en el cuestionario auto administrado en dos tipos: ocupación sedentaria y ocupación activa.

**Gráfico 3.** Tipo de ocupación realizada por los participantes según el nivel de actividad, división por porcentaje.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 46.

En el gráfico anterior se observa que el 71,7% de los participantes evaluados, realiza una ocupación sedentaria, mientras solo un 28,3 % posee una actividad de vida diaria activa. Entre los trabajos considerados sedentarios se encontraron: ingenieros en sistema, oficinistas, estudiantes, odontólogos entre otros. En el caso de ocupación activa o no sedentaria: entrenadores de Crossfit, estudiantes de educación física, vendedores, etc.

#### **4.1.2 Discusión de los resultados obtenidos en la caracterización de la población**

Richardson (2018) realizó una investigación muy similar a la actual, en esta encontró que 61 sujetos cumplían con los criterios de inclusión, muy similar a la investigación en donde se encontraron 60 sujetos. Con respecto al número de hombres y mujeres en el caso de Richardson (2018), nuevamente hay similitudes. En el caso anterior encontró 35 hombres y 26 mujeres. En la investigación actual se encontraron 33 hombres y 27 mujeres. Se destaca por lo tanto que hay un mayor número de hombres con respecto a las mujeres, al igual que lo encontrado por Da Silva (2013), en su estudio con atletas de Crossfit en Sudáfrica y en otros estudios previos (Hak *et al.*, 2013; Weisenthal *et al.*, 2014), donde la predominancia de sujetos en investigación era masculina.

En la investigación se encontró que la edad media fue de 30,22 con una desviación estándar de 8,99 años, además que el rango de edad con más sujetos era la de 24 a 26 años, siendo por lo tanto la mayoría una población joven. Da Silva (2013) encontró, en su estudio realizado en Sudáfrica, que la edad media de los sujetos era entre los 26 y los 30 años de edad, mientras Weisenthal et al., (2014) encontraron una edad mucho menor, con una media de 23,5 años. Sin embargo, en la investigación de Hak et al. (2013) la edad media fue mucho mayor, con 32 años y Richardson (2018) también encontró en su investigación una edad media de 32,02.

Richardson (2018), encuentra su rango de edad entre los 19 y los 49 años, siendo la investigación en curso entre 18 y 49 años. Por lo tanto, se observa que en muchos estudios se ha encontrado que la edad media de los sujetos que participan en Crossfit está entre los 20 años y los 35 años aproximadamente.

En la investigación se obtuvo como media del peso en kg 70,13, con un rango entre 47 Kg y 109 Kg. Sin embargo, en este dato, se tomaron en cuenta tanto hombres como mujeres, por lo tanto, se evidencia la diferencia tan amplia en el peso. Richardson (2018), obtuvo resultados muy similares en una muestra de atletas de Crossfit de una competencia en Sudáfrica, donde el rango de peso fue entre 54 Kg and 113kg y el peso medio fue de 77,50kg.

Richardson (2018), utilizó el Índice de Masa Corporal para su investigación, así como Grier y Canham-Chervark (2013) en su estudio con militares y entrenamientos HIIT. Sin embargo, en la investigación se prefirió tomar en cuenta el porcentaje de grasa y de masa muscular, ya que con el IMC se pueden arrojar falsos resultados al ser la persona pesada pero muscularmente, podría darse un resultado de obesidad, lo que no es real.

Al hablar sobre medidas antropométricas, según Omron Healthcare (2016), en el caso del promedio de porcentaje de grasa, un 27,7% es un valor normal para las mujeres, con respecto al rango de edad en la cual se encuentra la muestra de estudio. A su vez, el porcentaje de masa muscular con un 35,43% corresponde a un porcentaje muy elevado. En cambio, para los hombres, 19,5% de grasa también es un rango normal, mientras que el porcentaje de masa muscular de un 41,61 es de puntaje alto. Con esto

se puede inferir que los participantes no estuvieron en rango de sobrepeso u obesidad, aun teniendo casos a parte debido la desviación estándar.

Es bien conocida la relación que existe entre la masa grasa y enfermedades como la obesidad, diabetes, cardiovasculares y la estética corporal. Por su parte el tejido muscular está relacionado con un buen rendimiento en actividades diarias, de ejercicio y con una estética favorable (Cappa, 2006). Por lo tanto, según los resultados se infiere que la población se encuentra con una masa corporal sana y acorde a su estilo de entrenamiento. Ceballos (2017) menciona en su estudio, que las personas que realizan Crossfit, tienden a tener mejoras en la composición corporal, disminuyendo masa grasa y aumentando la masa muscular, tras 12 semanas de entrenamiento. Sin embargo, es importante mencionar que la alimentación es esencial para que los resultados sean más efectivos, además de que muchos de los sujetos evaluados practicaban el Crossfit para esparcimiento y como estilo de vida y no tanto para mejorar la composición corporal.

Según Lalinde, Mayorga, y Cardona (2014) una ocupación sedentaria es aquella caracterizada por un gasto menor al 10% de la energía diaria, realizando actividades de moderada o alta intensidad. Se asocia a la práctica de actividades pasivas ejecutadas por la persona continuamente o durante la mayor parte del día como: el permanecer recostado, ver televisión, dormir, el uso del computador y al estar sentado por un tiempo prolongado. En cambio, según los mismos autores, una ocupación activa es definida como aquella que implique cualquier movimiento corporal voluntario, repetitivo, que involucre los grandes grupos musculares y aumente el gasto energético por encima del estado de reposo (entiéndase esto último como estar acostado en una cama con movimiento mínimo), como caminar, hacer el jardín, limpiar, etc.

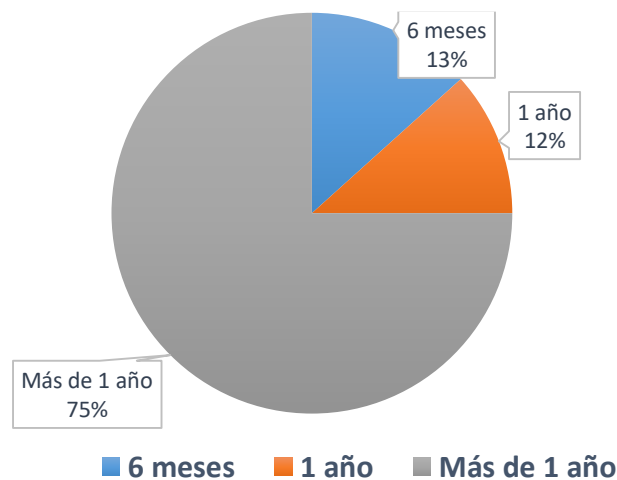
Se menciona que el 71,1% de la población evaluada posee una ocupación de tipo sedentaria. Por lo tanto, un porcentaje menor posee una ocupación más activa. Es importante mencionar que muchos participantes tienen doble ocupación, ya que estudian y trabajan a la vez, lo que hace que el día a día sea mucho más estresante y cansado.

## 4.2 Resultados obtenidos con respecto a la descripción de la práctica deportiva

En el cuestionario epidemiológico auto administrado se preguntó información sobre el volumen de entrenamiento, tiempo de practicar Crossfit, días de descanso, si se practica otro deporte y si se compite en Crossfit.

En el gráfico 4 se expone el tiempo que poseen los participantes evaluados de practicar Crossfit.

**Gráfico 4.** Distribución porcentual según la cantidad de tiempo de practicar Crossfit.



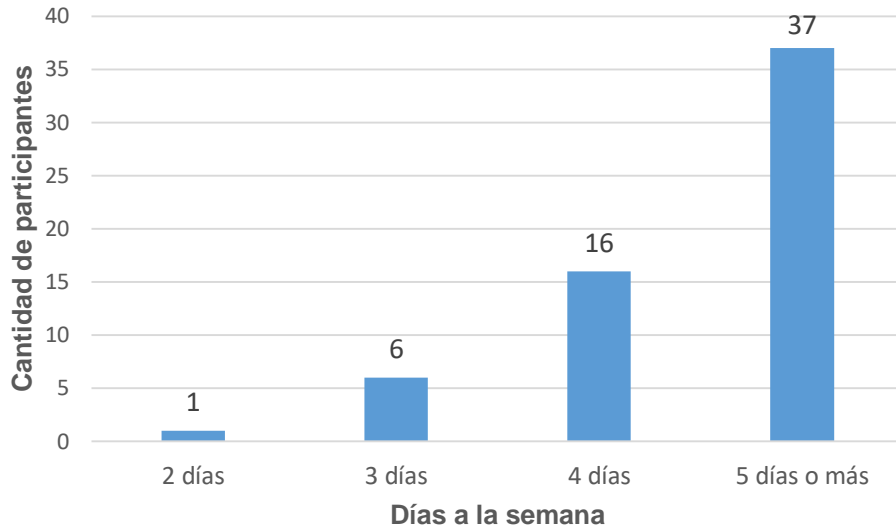
Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 47.

En el gráfico se destaca que la mayoría de los participantes tiene más de 1 año de realizar Crossfit, seguido por 6 meses de práctica y la minoría tiene menos de 1 año, pero más de 6 meses de realizar el Crossfit.

A continuación, se destacan la cantidad de días por semana en los que los participantes realizan Crossfit.



**Gráfico 5.** Días a la semana en los que los participantes evaluados practican el Crossfit.

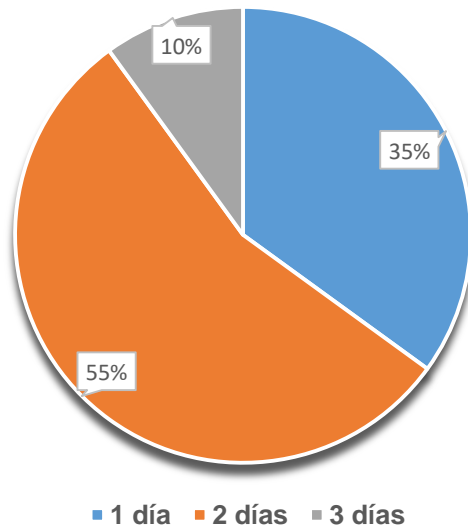


Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 48.

En el gráfico se observa la cantidad de veces por semana que los participantes le dedican a la práctica del Crossfit. Los resultados muestran que solo 1 persona realiza 2 veces por semana y la mayoría en cambio entrena 5 días o más por semana.

Otro dato importante a tomar en cuenta, son los días por semana que los participantes le dedican al descanso de la práctica del Crossfit y se muestran en el gráfico a continuación.

**Gráfico 6.** Cantidad porcentual de días de descanso de la práctica de Crossfit de los participantes evaluados.

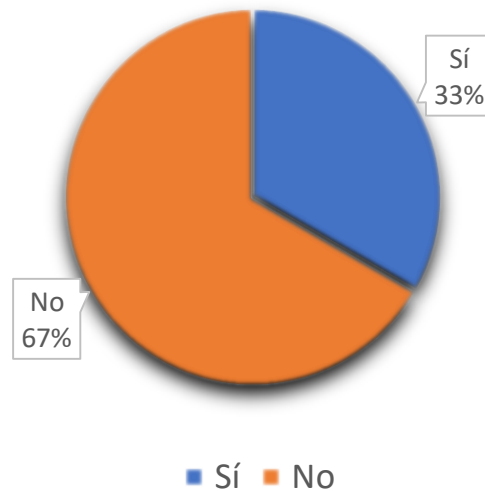


Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 49.

La mayoría de participantes evaluados (55%, de los cuales 33 sujetos) menciona descansar 2 veces por semana, mientras que muy pocos lo hacen 3 veces por semana.

A continuación se muestra el gráfico con respecto a la práctica deportiva extra de los participantes.

**Gráfico 7.** *Practica de una actividad deportiva extra además del Crossfit.*

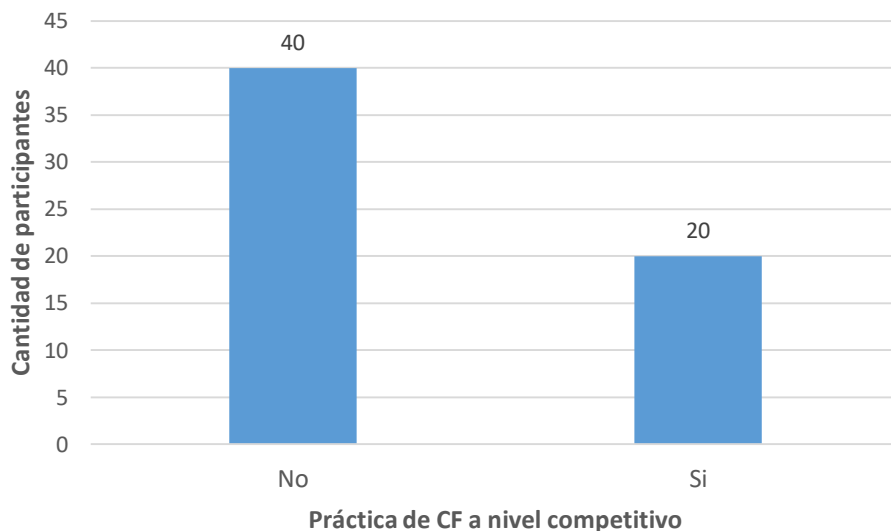


Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 50.

Es importante mencionar que 29 participantes dicen no realizar ningún otro deporte en el transcurso de la semana, por lo que se infiere que cuando se menciona que descansan de Crossfit, lo hacen de cualquier otro tipo de ejercicio físico también. En cambio, 31 participantes refirieron realizar otro tipo de deportes, entre las actividades mencionadas, se encuentra el surf, correr, ciclismo, fútbol, natación, artes marciales, entre otros.

Por último, se preguntó a los participantes si compiten en Crossfit o no y se detalla a continuación.

**Gráfico 8.** Distribución por frecuencia de los participantes evaluados, con respecto a la práctica del Crossfit a nivel competitivo.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 51.

En el gráfico se observa que la mayor parte de los participantes evaluados (66,7%), no compite en Crossfit, mientras que el 33,3%, que corresponde a 20 sujetos, si compite a nivel nacional e internacional, siendo algunos de élite.

#### **4.2.1 Discusión de resultados de la práctica deportiva**

En la investigación se encontró que la mayoría de los participantes posee un cierto grado de experiencia en la práctica del Crossfit, ya que entrena 5 o más veces por semana y hace más de 1 año, teniendo algunos sujetos hasta más de 5 años de experiencia en dicha disciplina. También es importante mencionar que muchos sujetos al terminar los entrenamientos, permanecían más tiempo socializando o ayudando a los demás compañeros en los entrenamientos, lo que confirma el hecho de que el Crossfit no es solo un deporte, sino que posee características e implicaciones psicológicas y sociológicas a considerar.

Es importante mencionar que no se preguntaron horas de entrenamiento en el cuestionario autoadministrado, sin embargo, durante alguna de las visitas se apreció que algunos de los participantes que competían, entrenaban hasta 3 o 4 horas por día, los 5 o 6 días a la semana, mientras que la mayoría entrenaban aproximadamente 1 hora. A la hora de preguntarles extra oficialmente a los competidores cuanto tiempo le

dedicaban al día a los entrenamientos, las respuestas eran de un promedio de 3 horas diarias o más. Sin embargo Salvatierra (2014) menciona, que una de las ventajas del Crossfit es que no necesita mucho tiempo al día para practicarlo, ya que las sesiones de trabajo raramente superan los tres cuartos de hora, lo que hace que sea más probable tener el tiempo necesario para una sesión de entrenamiento, al menos en el caso de la población que realiza CF solo por salud.

Con respecto al descanso, Claudino et al. (2018), mencionan que se necesita elaborar estrategias adecuadas con el aspecto biológico individual de cada sujeto, para poder obtener el descanso adecuado tras una sesión de Crossfit. Por lo tanto, cada sujeto debería tener sus días de descanso y no dejarse llevar por la motivación de los demás compañeros. En la investigación se obtuvo que el 35% de los sujetos evaluados realiza solo 1 día de descanso durante la semana, sin embargo el 33% menciona que además practica otro deporte, por lo que en algunos casos es probable que no descansen del todo durante toda la semana.

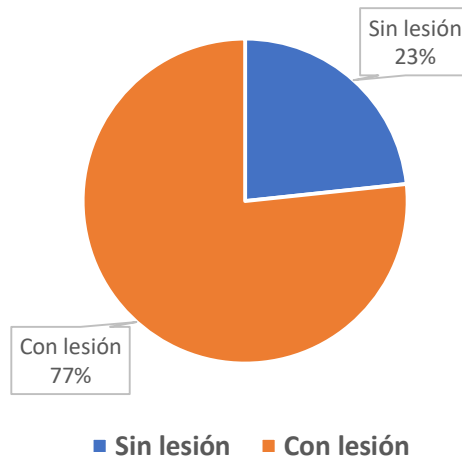
### **4.3 Antecedentes de lesiones**

En este apartado se realizará una descripción de los resultados generales encontrados respecto a la incidencia de lesiones, sus tipos, agrupación de estas y sitios anatómicos en donde se presentaron.

En el cuestionario que se aplicó a los participantes evaluados, existe un apartado específico para recolectar datos sobre las lesiones sufridas anteriormente y/o las actuales, ya sea producidas por Crossfit o en otro tipo de actividad. Se les preguntó cómo se lesionaron, zona lesionada, tipo de lesión y estructura lesionada.

Como se muestra en el *gráfico 9*, la mayoría de los participantes evaluados, mencionó haber sufrido una lesión durante algún tipo de práctica física. De hecho, 46, que representa un 76,6%, han tenido una lesión, mientras el restante de los participantes menciona que no. Con respecto a esta variable, hay que tomar en cuenta que a veces los participantes no recordaban o no manifestaban haber tenido lesión anterior, sin embargo a la hora de realizar una prueba recordaban algún evento ocurrido. Por lo tanto, la memoria a veces no se vuelve un factor confiable para este tipo de preguntas.

**Gráfico 9.** Cantidad de participantes evaluados que han presentado algún tipo de lesión musculoesquelética.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 52.

Los participantes indicaron un total de 86 lesiones sufridas, siendo en promedio 1,43 lesiones por cada participante.

En el cuadro siguiente se pueden observar la frecuencia absoluta y porcentaje de las lesiones totales producidas en los participantes.

**Cuadro 3.** Cantidad de alteraciones musculoesqueléticas según área del cuerpo producidas en los participantes evaluados en alguna actividad

	Frecuencia	Porcentaje (%)
<b>Total lesiones MMSS</b>	40	46,5
<b>Total lesiones tronco</b>	19	22,1
<b>Total lesiones MMII</b>	27	31,4
<b>Total</b>	86	100

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados.

Como se puede observar, la zona en donde se produjo una mayor cantidad de lesiones en alguna actividad física, es en los miembros superiores con un porcentaje de 46,5,

seguido por los miembros inferiores con un 31,4% y de ultimo el tronco, con un 22,1%. Estos resultados incluyen las lesiones totales mencionadas por los participantes en el cuestionario.

A continuación se citan con mayor detalle el área en donde los participantes presentan algún tipo de lesión debida a otras actividades no relacionadas al Crossfit.

**Cuadro 4.** Cantidad de alteraciones musculo esqueléticas según sitio anatómico, producidas en actividades no referentes al Crossfit.

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cervical</b>	1	3,1
<b>hombro</b>	6	18,8
<b>Muñeca</b>	1	3,1
<b>Mano</b>	1	3,1
<b>Costal</b>	1	3,1
<b>Lumbar</b>	4	12,5
<b>Cadera/muslo</b>	4	12,5
<b>Rodilla</b>	8	25
<b>Pierna</b>	1	3,1
<b>Tobillo</b>	5	15,6
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados.

Al observar el cuadro anterior, se destaca que la mayoría de lesiones producidas en actividades no de Crossfit fueron en rodilla y hombro, con un 25% y 18,8% respectivamente. Le sigue el tobillo con un 15,6% y zona lumbar con un 12,5%. Entre las actividades mencionadas en las cuales se produjeron las lesiones se encuentran:

patinaje, surf, fútbol, artes marciales mixtas, atletismo, ciclismo, accidentes caminando, entre otros.

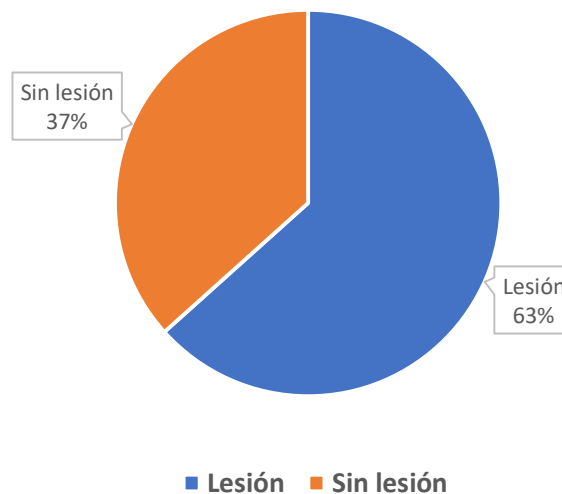
#### 4.3.1 Resultados antecedentes de lesiones relacionados al Crossfit

En el siguiente apartado se mencionará los aspectos relacionados a las lesiones producidas durante la práctica del Crossfit en los participantes evaluados.

En el cuestionario auto administrado se mencionaron 54 lesiones en los participantes. Cabe mencionar que no es necesariamente una lesión por participante ya que un sujeto, puede presentar más de una lesión.

En el gráfico 10 se puede observar el porcentaje de sujeto que presentaron lesiones referentes al Crossfit.

**Gráfico 10.** Porcentaje de participantes que presentan una lesión causada por la práctica del Crossfit



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

De las 60 personas evaluadas, 38 fueron las que presentaron una lesión en algún momento de la práctica del Crossfit.

A continuación se muestra un cuadro con las lesiones musculoesqueléticas producidas en Crossfit según el tipo de estructura que se ha visto lesionada.

**Cuadro 5.** Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según el tipo de alteración musculoesquelética

	<b>Frecuencia (*)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Ligamentosa</b>	3	5,3
<b>Tendinosa</b>	21	37,5
<b>Muscular</b>	21	37,5
<b>Nerviosa</b>	3	5,4
<b>Capsular</b>	2	3,6
<b>Articulación</b>	6	10,7
<b>Total</b>	56	100

\*Un participante puede tener más de un tipo de lesión en la misma lesión  
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

En el cuadro anterior se observan las alteraciones musculoesqueléticas más comunes en la práctica del Crossfit mencionadas por los participantes evaluados en el cuestionario auto administrado. Destacan las lesiones musculares y tendinosas con un 37,5% y lesiones en las articulaciones con 10,7%.

A continuación se muestra el cuadro con la frecuencia de diagnósticos relacionados a dichas lesiones.

**Cuadro 6.** Categorización de las lesiones de Crossfit referidas por los participantes

	<b>Frecuencia (*)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Contractura</b>	9	16,1
<b>Desgarro</b>	5	9,0
<b>Sobrecarga</b>	15	26,8
<b>Luxación</b>	3	5,3
<b>Capsulitis</b>	2	3,6
<b>Esguince</b>	1	1,8
<b>Distensión</b>	4	7,14
<b>Tendinitis</b>	17	30,3
<b>Total</b>	56	100

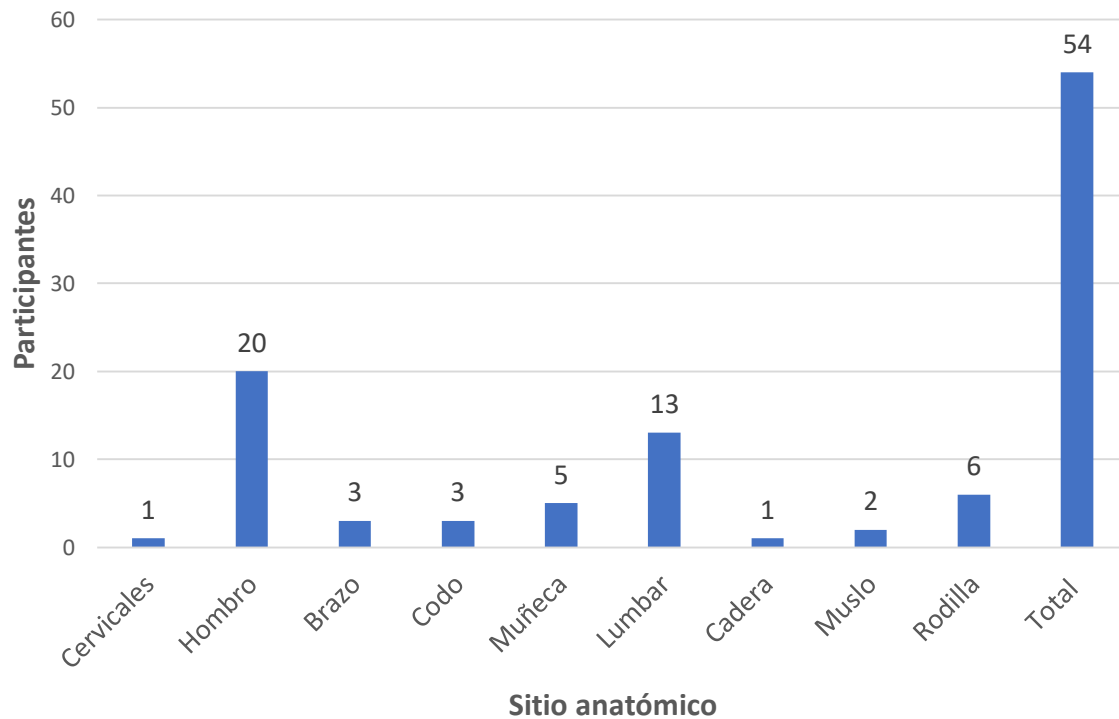
\*Un participante puede tener más de un tipo de lesión en la misma lesión  
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

En el cuadro se observa que el diagnóstico de lesión más común fue tendinitis con un 30,3%, le sigue la sobrecarga con un 26,8% y por último las contracturas musculares con un 16,1%.



Con respecto a las zonas anatómicas con mayor número de lesiones se detalla con más precisión en el gráfico siguiente.

**Gráfico 11.** Distribución de alteraciones musculo-esqueléticas según sitio anatómico registradas en los participantes evaluados al realizar Crossfit.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 53.

En el gráfico anterior se puede observar que el área en donde se produjeron mayor cantidad de lesiones en Crossfit es el hombro con 20 lesiones de 54 totales, seguido por la zona lumbar con 13 lesiones y la rodilla con 6.

A continuación, se especifica las áreas anatómicas en donde hubo lesiones, según el sexo.

**Cuadro 7.** Distribución de lesiones en zonas anatómicas, según sexo

	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
<b>Cervicales</b>	1	0
<b>Hombro</b>	7	13
<b>Brazo</b>	1	2
<b>Codo</b>	2	1
<b>Muñeca</b>	4	1
<b>Lumbar</b>	8	5
<b>Cadera</b>	0	1
<b>Muslo</b>	1	1
<b>Rodilla</b>	4	2
<b>Total</b>	28	26

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

En el cuadro anterior se observa el área anatómica y la incidencia según el sexo. El sexo femenino presentó mayores casos de lesiones de hombro, mientras que el sexo masculino lesiones en el área lumbar. Se recuerda que cada sujeto pudo haber tenido más de una lesión en una misma área, por lo tanto el número de lesiones en dicho cuadro es menor.

En el cuadro a continuación, se hace referencia a la causa de lesión producida en Crossfit, clasificado según ejercicio, esto mencionado por los participantes en el cuestionario auto administrado.

**Cuadro 8.** Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según tipo de ejercicio

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Squat</b>	4	7,4
<b>Kipping Pull up</b>	4	7,4
<b>Thruster</b>	1	1,8
<b>Deadlift</b>	7	13,0
<b>Snatch</b>	9	16,7
<b>Cuerda</b>	1	1,8
<b>Clean and Jerk</b>	5	9,3
<b>Lunges over head</b>	1	1,8
<b>Muscle ups</b>	2	3,7
<b>Movimiento sobre la cabeza no definido</b>	3	5,6
<b>Bent over raw</b>	1	1,8
<b>HSPU</b>	1	1,8
<b>OHS</b>	3	5,6
<b>Posición de rack</b>	1	1,8
<b>Front squat</b>	2	3,7
<b>Fatiga</b>	4	7,4
<b>Indefinido</b>	4	7,4
<b>Box jump</b>	1	1,8
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Se observa que el ejercicio que fue especificado más veces ser causante de lesiones deportiva en la práctica del Crossfit es el Snatch, con 9 sujetos lesionados. Como segundo ejercicio con mayor riesgo de lesión fue el peso muerto o Deadlift, con 7 sujetos lesionados, siendo este además uno de los ejercicios evaluados en la investigación. Le sigue el Clean and Jerk con 5 participantes, otro de los 3 ejercicios evaluados por las investigadoras. Como se observa en la tabla, existe un ejercicio no especificado referente a “movimiento sobre la cabeza”, ya que los participantes no

recordaban cual ejercicio los había lesionado, pero si recordaban haber sido alguno con los brazos sobre la cabeza. También existe un campo para “indefinido” en donde los sujetos no sabían que ejercicio les había provocado la lesión.

#### **4.3.2 Discusión de los resultados obtenidos en los antecedentes de lesiones**

Hak et al. (2013) fueron los que realizaron uno de los primeros estudios sobre el riesgo de lesiones en la práctica del Crossfit. En su investigación entrevistaron por medio de un cuestionario electrónico a 132 sujetos que practicaban Crossfit. Encontraron que 74% de los sujetos había presentado en algún momento al menos una lesión y que la incidencia de lesión fue de 3.1 cada 1000 horas de entrenamiento. Algunos sujetos habían presentado al menos una lesión cada 18 meses. En la investigación los resultados fueron muy similares, con un 63% de lesionados, al igual que Richardson, (2018) con 63,93% de lesiones por Crossfit. Sprey et al. (2016) en cambio, encontraron una incidencia menor de lesiones, con solo un 31% de lesionados.

Weisenthal et al. (2014) mencionan que las lesiones musculo esqueléticas representaron un 19% de los casos totales de lesiones en la práctica del Crossfit. En el caso de la investigación el 100% de las lesiones reportadas fueron de esa naturaleza, sin reporte de lesiones orgánicas o sistémicas. Mate et al. (2017) refieren que se menciona el Crossfit como causante de lesiones tan serias como la rabdomiolisis, sin embargo esto es comprobado de ser significativo a nivel científico.

Hak et al. (2013) y Weisenthal et al., (2014) encontraron en ambos estudios, que por levantamiento de peso en Crossfit, las principales lesiones se producen justamente en la zona lumbar y en los casos de los ejercicios gimnásticos o de levantamientos en el área del hombro (éste último acumula incidencias de entorno al 30% de las lesiones siendo el área con mayor número de lesiones). Esto se da por la falta de control y por realizar ejercicios gimnásticos que requieren aplicar fuerzas elevadas y bruscas de tracción o compresión en la articulación. Específicamente, Weisenthal et al. (2014) refieren que para los ejercicios gimnásticos el hombro fue la parte más castigada con 7 de las 17 lesiones producidas durante la ejecución de estos ejercicios. En cuanto a los ejercicios de levantamiento la zona lumbar fue la más afectada con 9 de las 19 lesiones producidas.

Quiñones (2017), en su investigación confirma, al igual que la investigación en curso, que el área con mayor número de lesiones en Crossfit es el hombro, con una incidencia de 29,6%, seguido por la espalda baja con un 25,9%. En el mismo estudio, se menciona que el 48,2% de las lesiones son reincidentes. Montalvo et al. (2017) también mencionan ser el hombro el que se lesiona con mayor facilidad, seguido por la rodilla y la espalda baja. Confirmando por lo tanto el hombro la zona de mayor riesgo, sin embargo, las otras dos zonas se encuentran invertidas con respecto a los resultados encontrados en la actual investigación.

La articulación del hombro es una de las más inestables del cuerpo debido a su gran movilidad que en ocasiones y ante un esfuerzo ve desbordado el complejo ligamentario y se producen lesiones. Esta inestabilidad es debida en gran parte a que la superficie articular de la cabeza del húmero es unas tres veces superior a la superficie de la cavidad glenoidea escapular (Pérez, 2015), de aquí que debido a fuerzas mayores o velocidad alta el hombro daña sus estructuras. Hay que recordar que el Crossfit trabaja por lo general a altas repeticiones y contra reloj, lo que implica presión mental para el sujeto y por lo tanto posibles fallas en la técnica conforme pasa el entrenamiento.

Hak et al. (2013) mencionan que en Crossfit existen ejercicios de levantamiento olímpico en donde se debe llevar un peso sobre la cabeza a una alta intensidad y a gran velocidad, lo que puede provocar una mala técnica y un alto riesgo de lesión. Entre este tipo de ejercicios se puede justamente mencionar el Snatch, en donde el sujeto tiene que levantar la barra a alta velocidad sobre la cabeza, viendo afectado el hombro si no es realizada correctamente. El mismo autor menciona que el Kipping pull up también expone el hombro a una hiperflexión, abducción y a una rotación interna, la cual puede provocar una alteración musculo-esquelética, siendo por lo tanto una posible causa de lesión.

Con respecto a la espalda baja, Hak et al. (2013) mencionan que la pérdida de forma tras la fatiga por cambios de pesos o velocidad alta en ejercicios como en la sentadilla, el Deadlift, el Clean y el Snatch, puede colocar la columna vertebral en una mala postura, forzándola a mayor tensión de lo normal y provocando posibles lesiones. Elkin, Kammerman, Kunselman, y Gallo (2019), en su investigación encontraron que

los ejercicios que más lesionaron a los participantes de Crossfit, fueron el Clean and Jerk (18,90%), el Deadlift (18,90%) y el Snatch (16,20%) En el mismo estudio compararon las lesiones mencionadas por levantadores de pesas tradicionales y también mencionaron el Deadlift con un 21.50%, y el back squat o sentadilla con un 17%. En la investigación se encontró también ser el Snatch el ejercicio más lesivo con un 16,7% de casos de lesiones, seguido por el Deadlift con un 13%.

Moran, Booker, Staines, y Williams (2017) en su estudio, evidencian que los ejercicios de levantamientos son los que producen mayor número de lesiones. Entre los ejercicios se hace referencia en orden de riesgo: al Squat, Deadlift, Press y Snatch.

Haro, Ramos, y Villanueva (2016), en su estudio, mencionan que la región más comúnmente afectada es nuevamente, el hombro (25%), con tendinitis o desgarros tendinosos, desgarros musculares, incluso luxaciones, seguidas de la columna (14%), con esguince lumbar, hernias de disco y la rodilla (13%), con lesiones ligamentarias o meniscales principalmente. Las lesiones encontradas en el presente estudio fueron mayores en músculos y tendones con 37,5% de casos. Específicamente, 30% de las lesiones eran tendinitis, un 26,8% sobrecarga o sobreuso y un 16,1% eran contracturas musculares. Richardson (2018) en su estudio encontró que las lesiones más comunes eran debido a disfunciones en las articulaciones con un 31,1%, contracturas musculares con un 27,9% y además existía un 1,6% de lesiones más serias, como hernias, huesos fracturados y daños en nervios, lesiones mucho más importantes no observadas en la investigación.

En la investigación se encontró que 26,8% de las lesiones fueron debidas a sobrecarga muscular o sobreuso. Da Silva (2013) en su investigación, encontró también que el 22,4% de las lesiones que presentaron los sujetos, fue por sobreuso que se define como una lesión no específica debida a repetitivos microtraumas (Clarsen, Myklebust, y Bahr, 2013). Hak et al., (2013) mencionan que le alto número de repeticiones que se involucran en Crossfit, pueden ser causantes de este tipo de lesiones.

#### 4.4 Resultados de la Evaluación Postural

En el siguiente apartado se incluyen los resultados que se obtuvieron en la evaluación postural.

En el cuadro siguiente se detallan los resultados obtenidos en la evaluación postural, específicamente los pies y tobillos.

**Cuadro 9.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en pies y tobillos en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	41	42
<b>Antepie inversión</b>	9	10
<b>Antepie eversión</b>	10	8
<b>Vista Posterior</b>		
<b>Tobillos</b>		
<b>Sin alteraciones</b>	16	18
<b>Varo</b>	7	5
<b>Valgo</b>	37	37
<b>Vista Lateral</b>		
<b>Sin alteraciones</b>	34	35
<b>Cavo</b>	14	13
<b>Plano</b>	12	12

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Se observa que, en el caso de la vista anterior del postural, la mayoría de sujetos no presentan alteraciones, siendo sin embargo el ante pie en eversión el que más se presentó en el lado derecho y el ante pie en inversión en la izquierda. En esta vista 43 pies obtuvieron simetría mientras que 7 fueron asimétricos.

En la vista posterior, en el caso de los tobillos, la alteración que más se presentó fue el valgo con 37 sujetos. Se menciona que 45 tobillos presentaron simetría y 15 fueron asimétricos.

En la vista lateral, nuevamente, la mayoría de participantes no presentó lesiones y la alteración que más se presentó fue el pie cavo. En la vista lateral, 51 pies fueron simétricos y 9 asimétricos.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la evaluación postural de las rodillas.

**Cuadro 10.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en las rodillas, en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	27	22
<b>Varo</b>	10	11
<b>Valgo</b>	9	11
<b>Rotula Ascendida</b>	14	15
<b>Rotula descendida</b>	0	1
<b>Vista Lateral</b>		
<b>Sin alteraciones</b>	52	52
<b>Recurvatum</b>	6	7
<b>Antecurvatum</b>	2	1

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro se observa que, en caso del postural para las rodillas, en la vista anterior la mayoría de participantes no presentaron alteraciones, con 27 casos en total de lado derecho y 22 de lado izquierdo. Sin embargo, la alteración que se presentó mayormente fue rotula ascendida. Se presentaron 27 rodillas con simetría y 33 con presencia de asimetría.

En la vista lateral también se presentaron más casos de rodillas sin alteraciones, con 52 casos. La alteración más presentada fue el recurvatum. Además, se presentó mayormente simetría con 58 casos, mientras que solo hubo 2 casos de asimetría.

En el siguiente cuadro se representan los resultados obtenidos en la evaluación postural con respecto a la cadera.



**Cuadro 11.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en la cadera y pelvis, en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	44	41
<b>Ascendida</b>	16	17
<b>Descendida</b>	0	2
<b>Vista Lateral</b>		
<b>Sin alteraciones</b>	40	53
<b>Ascendida</b>	16	7
<b>Descendida</b>	4	0
<b>Vista Lateral Pelvis</b>		
<b>Sin alteración</b>	23	24
<b>Anteversión</b>	25	25
<b>Retroversión</b>	12	11

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En la vista anterior se obtuvo que los sujetos mayormente no presentaron alteraciones y la alteración que más se observó, fue la de cadera ascendida con 16 casos en el lado derecho y 17 en el izquierdo. 25 sujetos presentaron simetría en la cadera, mientras que 35 presentaron asimetría.

En la vista posterior hubo más sujetos que no presentaron alteraciones, sin embargo la alteración que más se presentó fue la de cadera ascendida, sobretodo de lado derecho con 16 casos. Con respecto a la simetría, hubo 34 casos de simetría y 26 de asimetría.

Con respecto a la vista lateral, en el caso de la pelvis, se observa en la tabla que la mayoría de personas presenta anteversión pélvica, sin embargo, hubo 56 casos de simetría y solo 4 de asimetría.

A continuación, se demuestran los resultados obtenidos en la evaluación postural con respecto a los hombros, vista anterior y vista lateral.

**Cuadro 12.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en los hombros, en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	35	30
<b>Ascendido</b>	16	27
<b>Descendido</b>	9	3
<b>Vista Lateral</b>		
<b>Sin alteraciones</b>	16	16
<b>Proyectados adelante</b>	44	44
<b>Proyectados atrás</b>	0	0

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el caso de la vista anterior del postural de hombros, nuevamente la mayoría de participantes no tenía alteraciones en ambos lados, sin embargo, la alteración más presente fue la de hombro ascendido. Algo muy notable en esta vista, es que 53 sujetos presentaron asimetría y solo 7 obtuvieron simetría, siendo una de las zonas corporales con mayor asimetría.

En la vista lateral se presentan 44 casos en ambos lados de hombros proyectados hacia adelante, con 0 casos de hombros proyectados atrás y solo 16 sujetos sin alteraciones. Con respecto la simetría, sin embargo, 54 personas fueron simétricos y solo 4 asimétricos, lo que representa que por lo tanto la mayoría presenta ambos hombros proyectados al frente.

Se representan a continuación los resultados obtenidos con respecto a la evaluación postural de las escapulas.

**Cuadro 13.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en las escapulas, en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	30	48
<b>Ascendida</b>	18	10
<b>descendida</b>	12	2

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Los sujetos presentaron en la mayoría de los casos escapulas sin alteraciones, siendo sin embargo la escapula ascendida la alteración que se presentó en la mayoría de los casos.

Con respecto a la simetría 41 sujetos presentaron asimetría y solo 19 obtuvieron simetría.

Se observa a continuación los resultados con respecto a la columna vertebral.

**Cuadro 14.** Resultados obtenidos en la evaluación postural en la columna vertebral, en frecuencias (n=60)

<b>Vista Anterior</b>	<b>Derecho</b>	<b>Izquierdo</b>
<b>Sin alteraciones</b>	17	17
<b>Escoliosis Cervical</b>	2	2
<b>Escoliosis Dorsal</b>	34	31
<b>Escoliosis Lumbar</b>	7	10

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En la vista anterior, hubo 16 casos de simetría y 44 casos de asimetría en los sujetos evaluados. Además, la mayoría de sujetos presentaron escoliosis dorsal, siendo la alteración más presente en las evaluaciones posturales.

En la vista lateral se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 15.** Resultados obtenidos en la evaluación postural de la vista lateral, con respecto al tronco(n=60)

<b>Vista Lateral</b>	
<b>Sin alteraciones</b>	24
<b>Rectificación Lumbar</b>	13
<b>Rectificación Dorsal</b>	5
<b>Hipercifosis</b>	5
<b>Hiperlordosis</b>	13

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro se observa que la mayoría de sujetos no presentaban alteraciones, pero de los que si tenían alteraciones, 13 presentaban rectificación lumbar.

**Cuadro 16.** Resultados de la evaluación postural de los participantes

	<b>Simétrico</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Asimétrico</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Vista Anterior MMSS</b>	7	11,7	53	88,3
<b>Vista Anterior MMII</b>	19	31,7	41	68,3
<b>Vista Posterior MMSS</b>	19	31,7	41	68,3
<b>Vista Posterior MMII</b>	24	40,0	36	60,0
<b>Vista Posterior Tronco</b>	16	26,7	44	73,3
<b>Vista Lateral MMSS</b>	56	93,3	4	6,7
<b>Vista Lateral MMII</b>	45	75,0	15	25
<b>Circunferencias MMSS</b>	29	48,3	31	51,7
<b>Circunferencias MMII</b>	20	33,3	40	66,7
<b>Longitudes MMSS</b>	45	75,0	15	25,0
<b>Longitudes MMII</b>	27	45,0	33	55,0

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Como se puede observar, en la mayoría de las vistas del postural los participantes obtuvieron resultados de asimetría, lo cual significa que en la evaluación se encontró alguna diferencia con respecto a un lado y el otro.

Respecto a la vista posterior, las variables estuvieron encaminadas a identificar simetría y anomalías en la alineación de los segmentos que conforman la cabeza, el tronco y los tobillos, y la diferencia de alturas de caderas y hombros. Se observa que en la vista posterior en los miembros inferiores, un 40% de los participantes obtuvieron simetría y en el caso de los miembros superiores, un 31,7%. En tronco un 26,7% obtuvo simetría.

Un resultado del 93,3% de simetría se encontró en la vista lateral de los miembros superiores y de un 75%, igual de simetría en miembros inferiores, siendo por lo tanto esta vista, la de mejores resultados de la prueba. En esta se analizan tobillos, cadera y tronco.

En cambio, la vista del postural con mayor asimetría, fue la vista anterior, con 88,3% de asimetría en miembros superiores y 68,3% en miembros inferiores. Esta vista analiza la postura de pies, rodillas, cadera y hombros desde un punto de vista frontal al participante.

#### **4.4.1 Discusión de los resultados del examen postural**

Rosero y Vernaza (2010) en su estudio mencionan que la postura correcta representa una alineación con un máximo de eficiencia fisiológica y biomecánica, lo cual lleva a un mínimo de esfuerzo y tensión. La postura y el equilibrio de la estructura corporal como un todo dependen de la armonía entre la cintura escapular, los miembros superiores, la columna vertebral, la cintura pélvica y los miembros inferiores; si existen problemas para mantener la armonía de estas estructuras ocurre el desorden postural.

Vélez (2018), menciona que una correcta postura es esencial como base de un buen movimiento. Esto significa que si se tiene una postura adecuada la persona se vuelve más funcional a la hora de realizar cualquier tipo de movimiento o ejercicio. Por lo tanto, una buena postura optimiza al sujeto con el entorno.

Hacer un análisis postural en la población es fundamental en la aplicación de programas preventivos y correctivos, en ergonomía puede ser parte importante para identificar los riesgos personales del trabajador, así como también verificar sus alteraciones o desarreglos biomecánicos (Vélez, 2018).

Las informaciones provenientes de los pies, ojos, vestíbulo y de los elementos somato sensoriales, son analizadas por el Sistema Nervioso y dan como resultado el ajuste de los músculos posturales, a fin de que el centro de gravedad del cuerpo sea mantenido lo más cerca posible a la posición correcta. Cuando existe una información errónea por parte de los sensores y propioceptores de ojos, pies, vestíbulo y de los órganos encargados de la transmisión de datos al Sistema Nervioso, se produce un trabajo suplementario del organismo para restablecer el equilibrio, lo cual lleva a trastornos fisiológicos como cansancio crónico, fatiga, lumbalgias, cervicalgias y lesiones musculoesqueléticas severas (Vélez, 2018).

En la investigación se obtuvo que con respecto a los pies, el 16,6% de los sujetos presentó antepie en inversión y el mismo porcentaje para antepie en eversión, además 23,3% presentó pie cavo y el 20% pie plano. Con respecto a los tobillos, se observó que la alteración con mayor incidencia fue el valgo, con 61,6% de sujetos.

Igualmente que en la investigación en curso, Rosero y Vernaza (2010) en su investigación, encontraron que un alto porcentaje de la población del estudio presentó alteraciones en la alineación de las rodillas en la vista anterior. Tanto hombres como mujeres presentaron asimetría entre la rodilla derecha y la izquierda. En ambos sexos, la característica más frecuente fue el genu valgo derecho con 18,33% y el genu varo izquierdo también con 18,33%. Además se presentó rotula ascendida en el 25% de los casos y recurvatum en 11,6% de los casos.

Con respecto a la cadera se obtuvo los siguientes resultados: 28,3% casos de cadera ascendida, 41,6% de casos de anteversión pélvica y 20% para retroversión.

Se encontraron 45% de casos de hombro ascendido y 73,3% con hombros proyectados hacia adelante. La escapula ascendida fue la alteración con más incidencia. Con respecto a la columna vertebral y tronco, las alteraciones con mayor incidencia fueron la escoliosis dorsal, la hiperlordosis y la rectificación lumbar.

## 4.5 Resultados de la observación de la técnica de tres ejercicios de Crossfit

En este apartado se incluyen los resultados de la observación de la técnica de tres ejercicios de Crossfit: Over Head Squat, Deadlift y Clean and Jerk.

Los participantes realizaron el ejercicio una única vez con el peso por ellos escogido y fueron grabados por las investigadoras. Posteriormente se hizo la observación de los ejercicios a través una aplicación de computación llamada Kinovea, en donde se pueden observar los ángulos del ejercicio, el rango de movimiento, cambiar a cámara lenta o frenar la imagen para mayor precisión a la hora de tomar un criterio con respecto a la técnica. En el análisis que se realizó se observó el rango de movimiento del ejercicio, la postura inicial, la ejecución y la postura final del mismo.

### 4.5.1 Ejercicio de Overhead Squat

En el siguiente apartado se explicarán los resultados de la observación de la técnica de Overhead Squat.

**Cuadro 17.** Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Over Head Squat realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes

	Correcto	Porcentaje (%)	Incorrecto	Porcentaje (%)
<b>Rango de Movimiento</b>	42	70,0	18	30,0
<b>Postura inicial</b>	49	81,7	11	18,3
<b>Ejecución</b>	15	25,0	45	75
<b>Postura final</b>	52	86,7	8	13,3

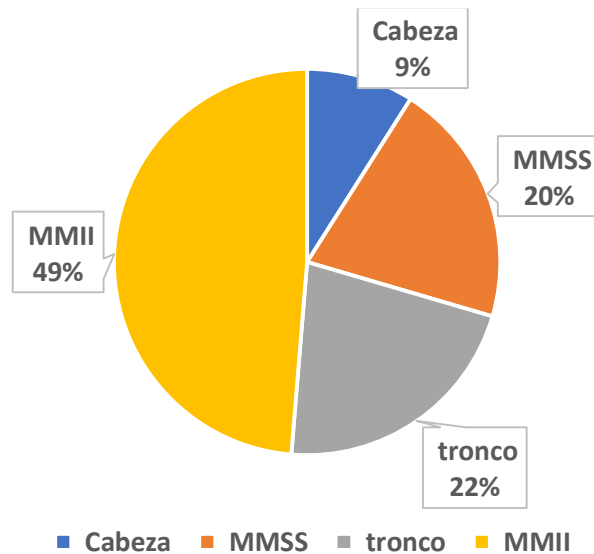
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Como se observa en el cuadro 17, en el caso de la prueba de Overhead squat o Sentadilla de arranque, la mayoría de los sujetos obtuvieron un rango de movimiento óptimo, un 70%, siendo la forma correcta de realizarlo, una sentadilla desde arriba hasta abajo, volviendo a subir nuevamente, con la barra sobre la cabeza. También un 81,7% empezaron el ejercicio de una forma correcta en la posición inicial y lo terminaron de forma correcta con un 52% de sujetos. Solo en el caso de la ejecución

central se obtuvo solo un 25,0% de éxito al realizarse, lo cual indica que la mayoría lo hizo de forma incorrecta.

Con respecto a lo antes mencionado, se observa el gráfico siguiente en donde se detalla a mayor medida en donde se presentaron errores durante la ejecución del ejercicio Over head squat.

**Gráfico 12.** Área del cuerpo en donde se obtuvo errores durante la ejecución del ejercicio de Over head squat en los participantes evaluados.



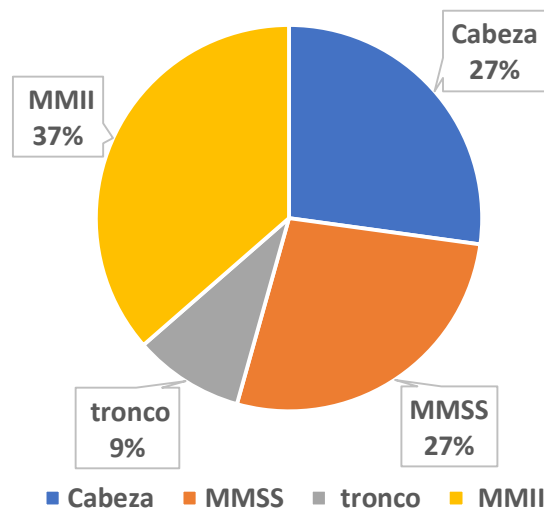
Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el cuadro 54.

En el gráfico anterior se observa con respecto a la ejecución del ejercicio, que el área del cuerpo en donde se obtuvo más errores fueron los miembros inferiores con un 49%, además de los miembros superiores con un 20%. Entre los errores observados en los miembros inferiores a la hora de analizar la técnica, se pueden mencionar: profundidad de cadera, rodillas rotando internamente, separación de talones del piso entre otros. En el caso de los miembros superiores, codos flexionados, hombros relajados, etc. Todos estos errores a largo plazo pueden implicar alguna lesión en el sujeto que realiza la prueba.

En el siguiente gráfico, en cambio, observamos el área con mayor error con respecto la posición final del ejercicio de Over head squat que es el momento en el cual, el sujeto se coloca nuevamente extendido con la barra sobre la cabeza.



**Gráfico 13.** Área del cuerpo en donde se obtuvo errores durante la posición final del ejercicio Over head squat en los participantes evaluados.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el cuadro 55.

Como se observa en el gráfico anterior, los miembros inferiores nuevamente fueron los que presentaron mayor falla en la técnica de la posición final del ejercicio, con un 37%. En este apartado se observaba la extensión completa de cadera y extensión de rodillas entre otros aspectos. La cabeza y los miembros superiores obtuvieron la misma cantidad de fallas con un 27% y por última, con menos errores el tronco con un 9%.

#### 4.5.2 Ejercicio Deadlift

En el siguiente apartado se explicarán los resultados obtenidos en la observación de la técnica del ejercicio Deadlift.

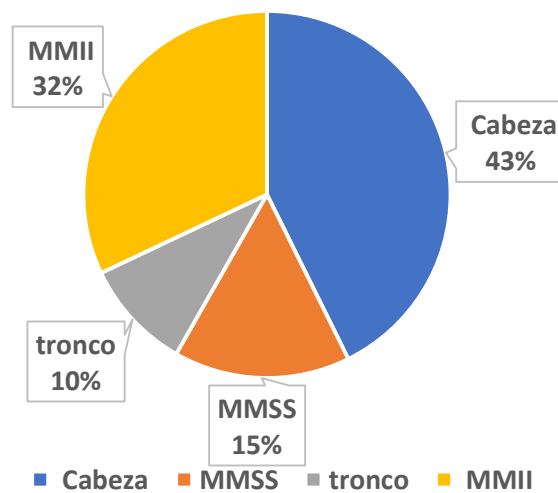
**Cuadro 18.** Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Deadlift realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes

	Correcto	Porcentaje (%)	Incorrecto	Porcentaje (%)
<b>Rango de Movimiento</b>	60	100	0	0
<b>Postura inicial</b>	16	26,7	44	73,3
<b>Ejecución</b>	28	46,7	32	53,3
<b>Postura final</b>	56	93,3	4	6,6

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

En el cuadro anterior se observa que en el caso del rango de movimiento, todos los participantes obtuvieron un rango de movimiento correcto, con un 100%. Sin embargo con respecto a la postura inicial solo un 26,7% no cometió errores y en el caso de la ejecución un 46,7% lo hizo de forma correcta. En cambio en el caso de la postura final, la mayoría de participantes (93,3%) la realizó de forma correcta. A continuación se detallan las áreas en donde se obtuvo errores en la técnica del ejercicio, en este caso en la posición inicial.

**Gráfico 14.** Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la posición inicial del ejercicio Deadlift en los participantes evaluados.

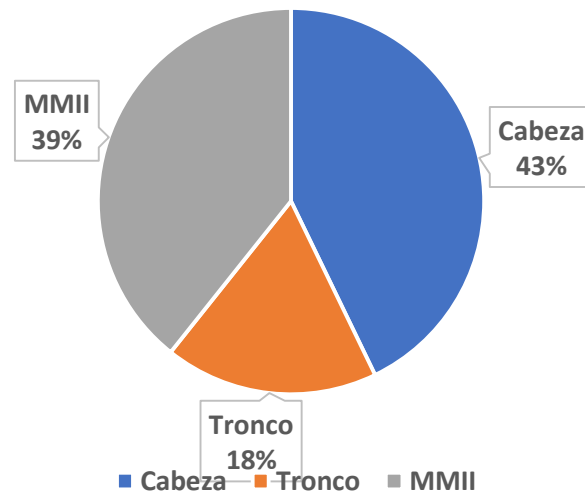


Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del cuadro 56.

En el gráfico se observa que la zona anatómica en donde los participantes presentaron mayor número de errores en la técnica fue en la cabeza con un 43%. En este ámbito es importante mencionar que el mayor error fue que a la hora de colocarse en la posición inicial, la mayoría de los participantes hiper extendía el cuello para ver al frente provocando así, otros errores de técnica. Seguido de la cabeza se encuentran los miembros inferiores con un 32%, en donde los sujetos colocaban las rodillas muy flexionadas en la posición inicial, siendo esto también incorrecto.

A continuación se muestran los resultados con respecto a las fallas para la ejecución del Deadlift.

**Gráfico 15.** Área del cuerpo en donde se obtuvo errores en la ejecución del ejercicio Deadlift en los participantes evaluados.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el cuadro 57.

Con respecto al gráfico anterior se observa que en la ejecución del ejercicio evaluado, nuevamente se presenta mayor cantidad de errores en la posición de la cabeza, siendo de hecho igual al mencionado con anterioridad. Nuevamente el segundo con más errores es el relacionado a los miembros inferiores, también siendo la misma razón que en la posición inicial.

#### 4.5.3 Ejercicio de Clean and Jerk

En este apartado se explicarán los resultados obtenidos en la observación de la técnica del ejercicio Clean and Jerk.

**Cuadro 19.** Resultados obtenidos en la evaluación del ejercicio Clean and Jerk realizado por los participantes de Crossfit en Frecuencias (n=60) y Porcentajes

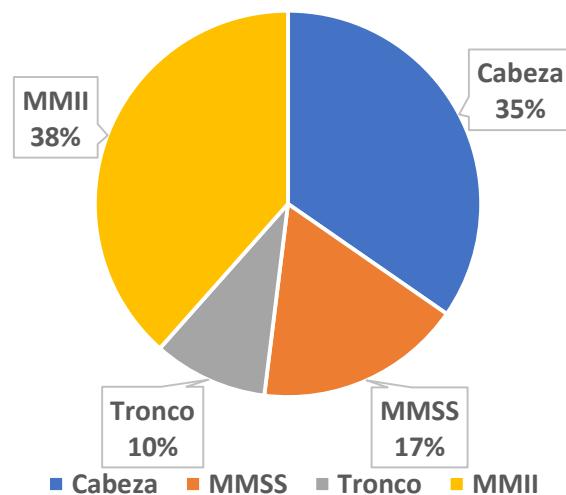
	Correcto	Porcentaje (%)	Incorrecto	Porcentaje (%)
<b>Rango de Movimiento</b>	60	100	0	0
<b>Postura inicial</b>	32	53,3	28	46,7
<b>Ejecución</b>	32	53,3	28	46,7
<b>Postura final</b>	54	90,0	6	10,0

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Al analizar el cuadro, destaca que el rango de movimiento del ejercicio Clean and Jerk fue acertado por un 100% de los participantes evaluados. Además se observa que la postura inicial, la ejecución y la postura final también presentaron un alto porcentaje de acierto, siendo en los tres casos más que la mitad de los sujetos los que realizaron de forma correcta el ejercicio. Sin embargo a continuación se muestran los gráficos para detallar la zona del cuerpo en donde los participantes presentaron mayor cantidad de errores.

El gráfico siguiente explica la mayor área de errores con respecto a la posición inicial del ejercicio.

**Cuadro 20.** Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la posición inicial del ejercicio Clean and Jerk en los participantes evaluados.

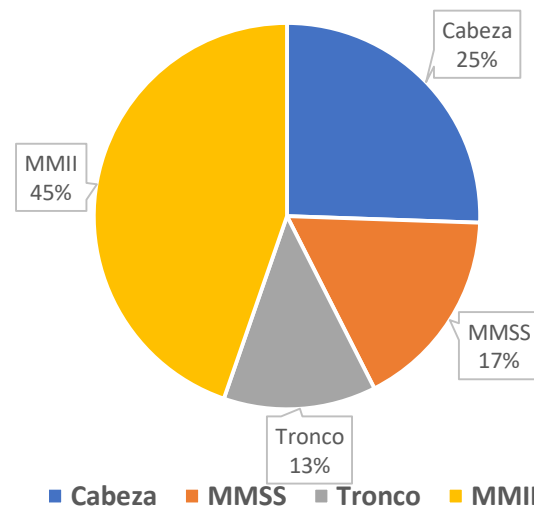


Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos el cuadro 58.

Los miembros inferiores fueron el área con mayor presencia de errores de técnica, con un 38%. La posición inicial del Clean and Jerk es similar a la del Deadlift o peso muerto, por lo que aquí nuevamente se comete el mismo error, al flexionar en exceso la rodilla para tomar la barra. Nuevamente entre los de mayor cantidad de errores, aparece la cabeza, siendo el mismo error que el Deadlift.

A continuación se hace referencia a las áreas con mayor cantidad de errores de técnica en la ejecución del ejercicio Clean and Jerk.

**Gráfico 16.** Zona del cuerpo en donde se obtuvo errores en la Ejecución del ejercicio Clean and Jerk en los participantes evaluados.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos el cuadro 59.

Se observa que los miembros inferiores presentan más número de errores, con un 45%, mientras que el área con menos errores es el tronco con solo un 17%.

#### 4.5.4 Discusión de los resultados del análisis de la técnica

En cuanto a la sentadilla, Glassman (2017a) menciona que se ha encontrado una mejoría en la estabilidad de la cadera, espalda y rodilla al realizar las diferentes variantes de este ejercicio. Mientras que Lavorato y Pereira (2005), mencionan los riesgos de los errores en la técnica de ejecución, como el arqueado de la espalda baja, el cual afecta según este estudio al 60% de la población y está dado normalmente cuando existen flexores de cadera hiperactivos y glúteos y abdominales débiles.

El valgo de rodillas fue uno de los errores más comunes en la presente investigación al realizar la técnica del ejercicio y según Lavorato y Pereira (2005) presenta su origen en un complejo abductor de cadera débil (glúteo medio, mayor y menor) y aductores hiperactivos, esta alteración puede provocar dolor en los ligamentos laterales de la rodilla. Otro de los errores más comunes fue el despegue de los talones del suelo, el cual está dado por un déficit en el rango de dorsi-flexión del tobillo, la cual se puede ver afectada por presentar unos flexores plantares tensos, en otras ocasiones se debe a una compensación de los MMII cuando los flexores de cadera se encuentran

acortados. Por último, Lavorato y Pereira (2005) también mencionan que la debilidad de los músculos paravertebrales impide mantener la columna alineada cuando aumenta la profundidad en el descenso.

En cuanto a la OHS específicamente Glassman (2017), menciona que además de los retos que presenta una sentadilla convencional, esta desafía el control de la zona central del cuerpo, en donde balancear la carga hacia adelante genera un aumento del momento sobre la cadera y la espalda. Además, no bloquear los codos al tener el peso sobre la cabeza, pone en una clara desventaja biomecánica a los hombros para soportar el peso aumentando el riesgo de lesión.

Hidalgo (2017) indica que el DL es un ejercicio cuyo objetivo es el trabajo de fuerza global, debido a la alta demanda de fuerza tanto de MMII como MMSS para su ejecución, dándole énfasis a la cadena posterior. Es por ello que es considerado junto con la sentadilla uno de los ejercicios más completos, siendo muy útil en la rehabilitación de lesiones de rodilla y lumbares.

Los errores más frecuentes en la ejecución de este ejercicio, mencionados por Bird y Barrington-Higgs (2010), tal como quedó en evidencia en este estudio son: una zona lumbar redondeada, cifosis excesiva de la columna torácica y una hiperextensión de la columna lumbar al finalizar el levantamiento. En cuanto a la flexión de rodilla estos mismos autores recomiendan mantener una flexión de máximo 15 grados, ya que esto mantiene la tensión en los isquiotibiales y no en la zona lumbar y en la inserción de los isquiotibiales en la rodilla, como es el caso cuando esta se extiende por completo.

El Clean and Jerk junto con el Snatch (en español, “arrancada”) se encuentra dentro de los levantamientos olímpicos del CF, según Glassman (2017) estos levantamientos complejos entrenan a los atletas en la activación de forma efectiva de más fibras musculares más rápidamente que cualquier otra modalidad de entrenamiento. Según este mismo autor, la práctica de los levantamientos olímpicos enseña a aplicar la fuerza a los grupos musculares en la secuencia correcta, es decir, desde el centro del cuerpo hasta las extremidades y se aprende a ejercer fuerzas explosivas, preparando el cuerpo para soportar fuerzas por parte de otro cuerpo en movimiento de manera segura y efectiva.

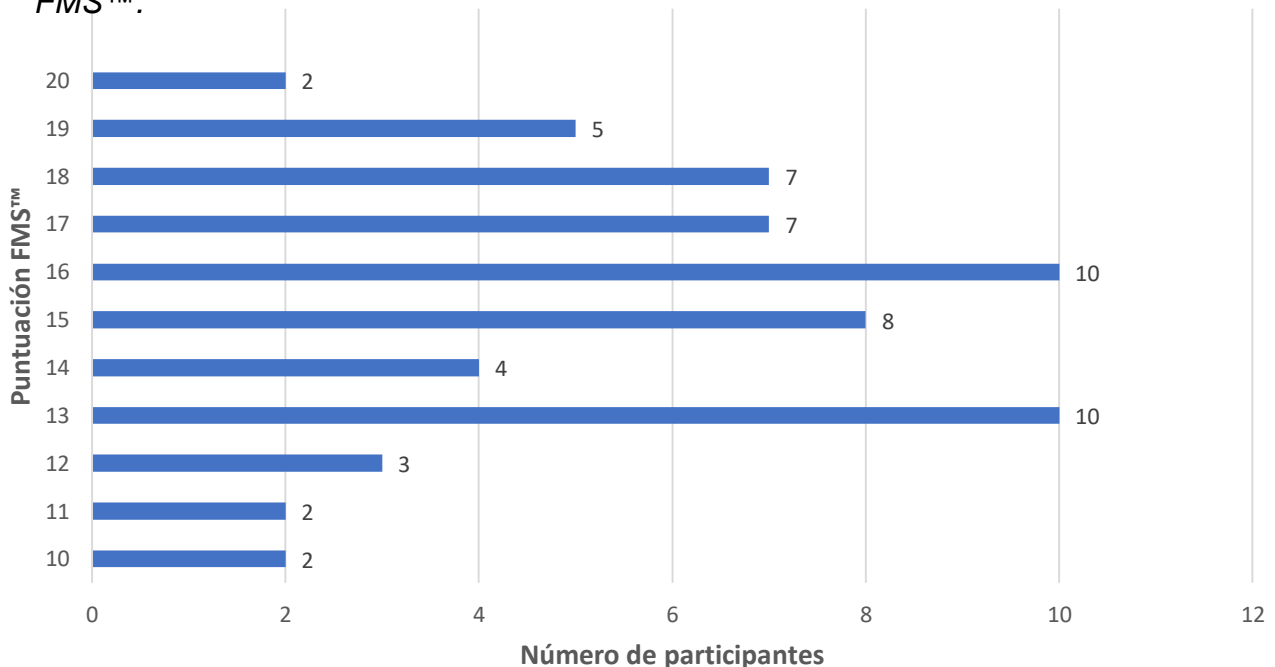
Pese a los grandes beneficios mencionados anteriormente, esta es una técnica compleja que requiere de mucho control de la zona media del cuerpo para lograr una correcta transferencia de fuerzas, ya que su técnica requiere de algunos gestos similares a los del DL y el OHS juntos, agregando explosividad a su ejecución. Por tanto, se debe tener presente los posibles errores en la técnica mencionados anteriormente y sus repercusiones en la salud, ya que al agregar un componente explosivo se podría ver una afectación mayor de las diferentes estructuras.

#### 4.6 Resultados del Functional Movement Screen™

En este apartado se incluyen los resultados que se obtuvieron en la prueba del FMS™.

En el gráfico siguiente se muestran los resultados obtenidos en el puntaje total de la prueba.

**Gráfico 17.** Cantidad de participantes evaluados según puntuación obtenida en el FMS™.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 60.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la puntuación más elevada obtenida fue de 20 puntos, mientras que la puntuación más baja fue de 10 puntos. En el gráfico se puede ver que 10 personas obtuvieron 13 y 16 puntos cada uno, lo cual es el mayor porcentaje de sujetos en esa cantidad de puntos.

Ningún sujeto obtuvo el máximo puntaje de 21 en el test del FMS™, sin embargo tampoco ninguno obtuvo un puntaje menor a 10, siendo el mínimo en el test de 0.

**Cuadro 21.** Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™, según prueba.

	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
<b>Sentadilla de Arranque</b>	2,53	±0,67	0	3
<b>Paso al obstáculo</b>	2,32	±0,67	1	3
<b>Estocada en línea</b>	2,43	±0,74	1	3
<b>Movilidad de hombros</b>	1,68	±1,26	0	3
<b>Pierna recta arriba</b>	2,18	±0,81	0	3
<b>Estabilidad de tronco</b>	2,00	±0,26	1	3
<b>Estabilidad en rotación</b>	1,63	±0,63	0	3

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro anterior se observa que en la prueba estabilidad en rotación, fue donde se obtuvo menor puntuación con un puntaje de  $1,63 \pm 0,63$ . Esta prueba de hecho tuvo solo en 2 casos una puntuación perfecta de 3 puntos, por la dificultad que implica. En cambio la prueba que obtuvo un mayor puntaje, fue la de sentadilla de arranque con un  $2,53 \pm 0,67$ , siendo de hecho la de mejor desempeño, con 37 participantes con puntuación de 3 puntos. Seguida a esta prueba, en la de estocada en línea 35 personas obtuvieron un puntaje de 3, siendo la segunda de mayor puntuación general con un  $2,43 \pm 0,74$ .



**Cuadro 22.** Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™, según género.

	Masculino (n=33)		Femenino (n=27)		Total (n=60)	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
<b>Sentadilla de Arranque</b>	2,42	±0,75	2,67	±0,55	2,53	±0,67
<b>Paso al obstáculo</b>	2,21	±0,69	2,44	±0,64	2,32	±0,67
<b>Estocada en línea</b>	2,27	±0,83	2,63	±0,56	2,43	±0,74
<b>Movilidad de hombros</b>	1,39	±1,17	2,04	±1,31	1,68	±1,26
<b>Pierna recta arriba</b>	1,94	±0,74	2,48	±0,80	2,18	±0,81
<b>Estabilidad de tronco</b>	2,06	±0,24	1,93	±0,26	2,00	0,26
<b>Estabilidad en rotación</b>	1,64	±0,60	1,63	±0,68	1,63	±0,63
<b>Puntuación total FMS™</b>	14,79	±2,61	16,15	±2,21	15,40	±2,51

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro anterior se puede observar que en general las mujeres obtuvieron mejor puntuación que los hombres. Entre ellas en las pruebas de movilidad y flexibilidad: la prueba de sentadilla en arranque, movilidad de hombros, pierna recta arriba y estocada en línea. En la prueba de paso al obstáculo, en donde se necesita mucha estabilidad pero también movilidad, las mujeres vuelven a tener una mejor puntuación.

En cambio en la prueba de estabilidad de tronco y de estabilidad en rotación los hombres presentan una puntuación mayor.

Sin embargo, en la puntuación total, las mujeres nuevamente presentan mejores resultados con una diferencia de 1,36.

**Cuadro 23.** Promedio de las puntuaciones individuales y totales del FMS™ según tiempo de practicar Crossfit.

	Más de 6 meses (n=8)		1 año (n=7)		Más de 1 año (n=45)	
	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
<b>Sentadilla de Arranque</b>	2,50	±0,53	2,43	±0,78	2,56	±0,69
<b>Paso al obstáculo</b>	2,63	±0,51	1,86	±0,37	2,33	±0,70
<b>Estocada en línea</b>	2,63	±0,74	2,00	±0,81	2,47	±0,72
<b>Movilidad de hombros</b>	1,00	±1,06	1,43	±1,39	1,84	±1,26
<b>Pierna recta arriba</b>	1,88	±0,83	2,14	±0,69	2,24	±0,83
<b>Estabilidad de tronco</b>	2,25	±0,46	2,00	±0,00	1,96	±0,20
<b>Estabilidad en rotación</b>	1,63	±0,91	1,57	±0,53	1,64	±0,60
<b>Puntuación total FMS™</b>	14,75	±1,83	13,71	±2,13	15,78	±2,58

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en la evaluación de la prueba

En el cuadro se puede observar que los participantes que llevan más de un año de entrenar obtuvieron mejores puntuaciones en la sentadilla de arranque, la movilidad de hombros, pierna recta arriba, estabilidad rotatoria y en la puntuación final del FMS™. Sin embargo los que llevan más de 6 meses pero menos de 1 año, tuvieron mejor puntuación en las pruebas de paso al obstáculo, estocada en línea y estabilidad de tronco.

#### 4.6.1 Discusión de resultados obtenidos en el test del FMS™

Ulrike, Johnson, Vehrs, Feland, y Hilton (2016) encontraron en su estudio en donde se evaluaron 97 adultos mayores activos, que las mujeres presentan promedios mayores con respecto a los hombres en las mismas pruebas antes mencionadas, en específico: prueba de movilidad de hombros y pierna recta arriba que involucran flexibilidad y movilidad. Esto debido a que por lo general fisiológicamente la mujer tiende a ser más

flexible que el hombre. Nuevamente Ulrike et al. (2016) confirman que los hombres registraron una puntuación más alta con respecto a las mujeres en las pruebas de estabilidad en rotación y de estabilidad de tronco, debido a que implican mayor fuerza muscular.

Kiesel, Plisky, y Voight (2007) en su estudio, demuestran que los atletas que obtienen una puntuación de 14 o menor en el FMS™, presentan un riesgo más elevado de lesión grave de hasta un 51% en la temporada de competencias. También mencionan que aquellos sujetos que poseen disfunción de los patrones básicos de movimiento (asimetrías en la prueba de FMS™) son más propensos a lesiones de gravedad con respecto a los que obtienen puntajes más elevados o más simetrías en los puntajes.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las evaluaciones, 21 participantes presentan patrones de movimiento disfuncionales, obteniendo un puntaje igual o menor a 14 en el test. Por lo tanto, según bibliografía, son más propensos a sufrir lesiones graves.

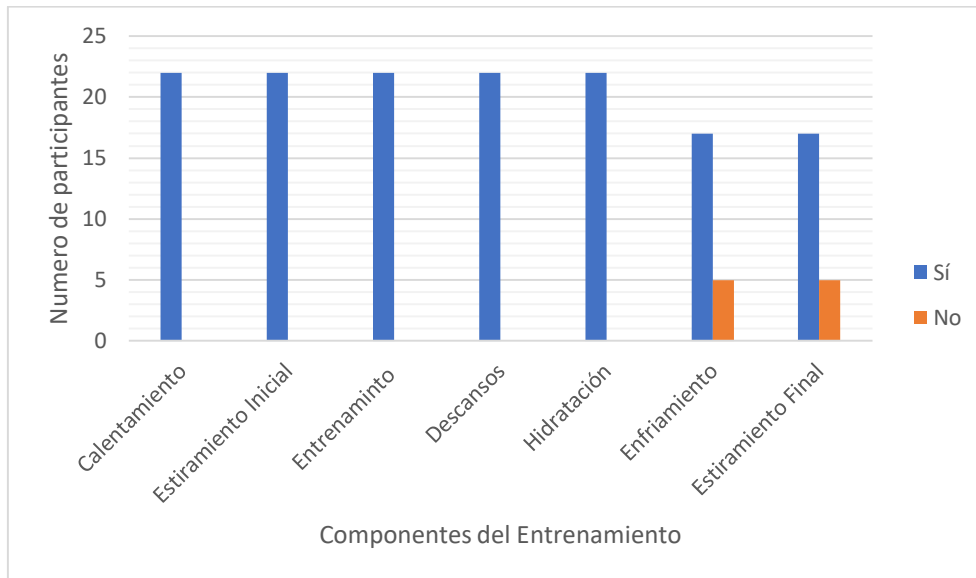
#### **4.7 Descripción de la metodología de los entrenamientos.**

A continuación, se muestra la caracterización de la metodología empleada en los tres entrenamientos observados. Se muestra tanto los resultados correspondientes a la cantidad de sujetos que asisten al entrenamiento como algunas características físicas de la zona donde se entrena.

Dentro de los aspectos observados por las investigadoras en los entrenamientos se encuentran, el calentamiento, estiramiento, explicación previa de la técnica, descansos y enfriamiento, entre otros.

En el gráfico 18, se muestran los principales componentes de los tres entrenamientos observados, cabe destacar que se realizó una observación por cada uno de las zonas de práctica de CF evaluadas, dando como resultado la observación de tres entrenamientos.

**Gráfico 18.** Distribución de frecuencia según los componentes de los entrenamientos de CF.



Fuente: elaboración propia a partir del cuadro 61.

En la observación de los entrenamientos se obtuvo un total de 22 sujetos participantes, de los cuales la totalidad participo en el calentamiento previo a los entrenamientos, al igual que en el estiramiento inicial y en el cuerpo del entrenamiento. Donde es posible notar una diferencia entre los establecimientos, es durante el enfriamiento y el estiramiento final, en el cual 3 sujetos en el total de los tres entrenamientos no lo realizaron.

Durante el entrenamiento se dan periodos de descanso cortos, como es lo propio de los entrenamientos por intervalos, sin embargo en cuanto a pausas reales de descanso e hidratación, eran muy personales, los sujetos los tomaban a criterio propio. Pese a esto, durante el entrenamiento en sí, se dieron dos pausas más prolongadas y generales, estipuladas por el encargado de dirigir el entrenamiento, para recuperación e hidratación, actividades de las cuales participó la mayoría de la población, sin embargo en una de las clases observadas esto no se dio.

Con respecto a las características propias de cada componente, cabe destacar que el calentamiento se realiza de forma grupal, lo que quiere decir que todos los participantes deben realizar las mismas acciones en la misma cantidad de tiempo. El estiramiento inicial se desarrolla de la misma manera y se encuentra guiado por un

único entrenador, el cual se encuentra encargado del desarrollo de la totalidad de la clase.

Aparte del entrenamiento, en dos de los tres entrenamientos observados se realizan algunos ejercicios de activación muscular dentro del calentamiento y cada una de estas fases dura aproximadamente 5 minutos en todos los entrenamientos, dando un total de 10 minutos entre el calentamiento/activación y el estiramiento inicial. El calentamiento consiste en la realización de diferentes ejercicios de intensidad media con métodos diversos tal como el método de realizar la mayor cantidad de vueltas posibles de un grupo de ejercicios en un tiempo determinado (AMRAP por sus siglas en inglés), entre otros.

En cuanto al desarrollo del entrenamiento como tal en dos de los tres entrenamientos observados se tomó un tiempo de entre 5 a 10 minutos para la explicación y la práctica de la técnica del ejercicio que se iba a realizar principalmente durante el entrenamiento, este se llevó a cabo con poco peso, sin ser evaluado por tiempo o repeticiones y siempre contó con la supervisión del entrenador. Por otro lado, en solamente uno de los entrenamientos se realizó únicamente una explicación corta sobre los ejercicios que se iban a realizar y se dio, a criterio de las investigadoras, poco tiempo para su ensayo por parte de los participantes (5 minutos o menos). Pese a esto siempre hubo buena supervisión por parte del entrenador.

Con respecto a los descansos y la hidratación, se dieron dos descansos generales, uno posterior al calentamiento, durante el cual el entrenador explicaba cómo iba a funcionar la mecánica de la clase y el otro previo al inicio del estiramiento, estos eran descansos cortos de entre 1 a 2 minutos. Durante el desarrollo de la clase como tal el número de descansos y su duración varía según el método usado en el entrenamiento y fuera de esos momentos, cada participante decidía en qué momento se detenía, su duración y si realizaba hidratación o no, de esta forma este fue un dato que varío significativamente para cada participante, donde queda en evidencia que los descansos en esta forma de entrenamiento quedan básicamente a criterio personal.

En cuanto a las características estructurales de los lugares donde se desarrollaban los entrenamientos, se obtuvo resultados bastante similares en todos los casos, es decir,

los tres locales contaban con superficie de amortiguación, así como con discos de peso especiales que también amortiguaban el impacto.

Por último, con respecto al estiramiento final, se debe destacar que, pese a que este era realizado y guiado por los encargados de la clase no todos los participantes lo realizaban, solamente en uno de los entrenamientos la totalidad de los participantes realizaron el estiramiento y enfriamiento final, en otro de los entrenamientos 3 personas se retiraron antes del final y por último en otra de las clases se retiraron 2 participantes, dando como resultado un total de 5 personas sin realizar el estiramiento final en las 3 sesiones observadas. Tanto en el estiramiento inicial como el final los estiramientos fueron de tipo estático y se estiraron tanto MMII como MMSS, espalda y cuello.

#### **4.7.1 Discusión de los resultados obtenidos en la observación de los entrenamientos.**

Raya y Estévez (2016) mencionan una posible relación entre un calentamiento inadecuado y la aparición de lesiones, debido a la falta de preparación y activación previa de músculos, ligamentos y tendones, además de que sin esta preparación previa el músculo no contaría con la irrigación sanguínea necesaria en el momento de generación de la fuerza.

En cuanto al estiramiento tanto previo como final en los entrenamientos la información que se encuentra en la literatura es un poco contradictoria, estos mismos autores mencionan la existencia de estudios que indican que la hiperflexibilidad a nivel ligamentoso aumenta el riesgo de lesiones articulares, sin embargo, otros estudios indican que si la falta de flexibilidad es a nivel de cadera se asocia a lesiones de los isquiotibiales, especialmente en el gesto de la carrera. Además, presentar poca movilidad en hombros, cadera y tobillo principalmente, se encuentra en estrecha relación con una mala ejecución de algunos ejercicios, especialmente la OHS y el DL, que al final también se encontraría implicados en la ejecución del Clean and Jerk.

En cuanto a la superficie con amortiguación además de ser de utilidad para los sujetos que entrenan en el caso de realizar saltos o ejercicios que conlleven apoyo sobre las

palmas de las manos, es además esencial para este tipo de establecimientos debido a que los pesos utilizados se dejan caer desde alturas considerables.

Hak et al. (2013) y Weisenthal et al. (2014), mencionan que uno de los factores que predispone mayormente un sujeto que practique Crossfit a lesionarse, es el hecho de que el entrenador no brinda apoyo o correcciones a los mismos, por lo que éste fue un punto a observarse en los entrenamientos. Sin embargo, en los tres entrenamientos en todo momento el encargado del desarrollo de la clase estuvo pendiente de los participantes, corrigiendo errores, variando el ejercicio o bajando el peso para mejorar la técnica. Aun así, en un establecimiento las investigadoras tuvieron la percepción de que al entrenador le faltaba un poco más de conocimiento con respecto a las adaptaciones a realizarse por falta de técnica o movilidad de los clientes, lo cual, a largo plazo podría generar una lesión.

## **CAPITULO V. ANALISIS DE RIESGO**

En este capítulo se exponen los datos resultantes del análisis de riesgo simple y múltiple, además se muestra la relación entre los factores de riesgo y la probabilidad que presentan los participantes de sufrir una lesión musculoesquelética. A través de este análisis, en el capítulo siguiente se podrá realizar la discusión, en la cual responderá el segundo objetivo específico de la investigación

### **5.1 Análisis de riesgo simple**

En este apartado se presentan y describen los cuadros de resultados del análisis de riesgo simple, obtenido al correlacionar las variables dependientes e independientes para encontrar factores de riesgo o factores de protección.

En el análisis se relacionó las variables dependientes, como los son la zona anatómica lesionada, el tejido lesionado, el tipo de lesión; con las variables independientes que corresponden a los factores que existen de riesgo. Entre ellos se menciona el sexo, la edad, la masa corporal, el tipo de trabajo u ocupación, el tiempo de practicar Crossfit, los días de entrenamiento por semana, los días de descanso, la práctica de otro deporte, si se compete o no en Crossfit, los resultados del postural, los resultados del test de FMS™ y el análisis de la técnica de los tres ejercicios.

En los cuadros a continuación se detallan los valores de Odds Ratio (OR), el intervalo de confianza y el valor de p.

El OR muestra la magnitud de riesgo que posee un participante de sufrir una lesión musculoesquelética dependiendo de la condición de exposición en la cual se encuentra expuesto. Si el OR da menor a 1, la variable expuesta indica protección, mientras que si el OR es mayor a 1 la variable expuesta indica exceso de riesgo. El índice de confianza muestra la precisión de los datos, el cual, entre más amplio, el cálculo de riesgo de la lesión es menos preciso (Mirón y Alonso, 2008).

El valor de la p, muestra la significancia de los datos en análisis. Si el valor es menor o igual a 0,05 (menor a un 5%), el dato se considera estadísticamente significativo. Si es mayor el grado de precisión es mucho menor (Madrid y Martínez, 2014). En los



cuadros se muestran ya sea los resultados con significancia estadística como los que no la obtuvieron, debido sobre todo al pequeño número de sujetos evaluados.

Además, se presentan datos relacionados al valor del OR como la fracción prevenible en expuestos que es la proporción de casos expuestos potenciales que realmente se evitarían si los participantes se expusieran al factor protector (Moreno, López y Corcho, 2000). La fracción etiológica en expuestos (FEe), muestra la proporción de efectos que son producidos por la exposición en los expuestos. La asociación es mayor en cuanto más se aproxima al 100% (Mirón y Alonso, 2008).

En la siguiente tabla se demuestra a la izquierda los factores de riesgo estudiados y a la derecha, lo que se considera estar expuesto a dicho factor.

**Tabla 4.** Condición bajo la cual los participantes se consideraron expuestos a un riesgo asociado a dicho factor.

<b>Factor</b>	<b>Exposición</b>
Sexo	Depende de la variable
Edad	Mayor edad
Masa Corporal grasa	% elevado
Masa muscular	% bajo
Tipo de trabajo	Activo
Tiempo de practicar Crossfit	Más de 1 año
Días a la semana que se entrena	5 días o más
Días de descanso del Crossfit	1 día de descanso
Practica de otro deporte	Si practicar otro deporte
Competir en Crossfit	Ser competidor
Postural	Asimetrías y presentar alteraciones posturales
Técnica de ejecución de ejercicios	Mala técnica de ejecución
Resultados test de FMS™	Puntaje igual o menor a 14
Pruebas específicas del FMS™	Puntaje de 0 o 1

Fuente: elaboración propia según la bibliografía consultada.

A continuación, se especifican los modelos de análisis I, II, III, IV, V y VI, VII y VIII los cuales se ejemplificarán en cuadros. Se exponen los factores de riesgo y sus valores correspondientes de OR, intervalo de confianza y valor de p, Fracción etiológica en expuestos y fracción prevenible en expuestos.

Se relacionan los distintos factores de riesgo con la probabilidad de sufrir una lesión musculoesquelética según el sitio anatómico (Hombros, lumbar y rodillas).

En el siguiente modelo, se correlacionan las variables independientes o factores de riesgo, con la variable dependiente de lesión en el Hombro.

**Cuadro 24.** Modelo de análisis 1. Riesgo de lesiones de hombro en los participantes evaluados

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>	<b>FPe</b>	<b>FEE</b>
<b>Días de entrenamiento</b>	<b>5 días o más</b>	<b>3,61</b>	<b>0,9008- 14,48</b>	<b>0,005**</b>	<b>NA</b>	<b>72,31%</b>
Tiempo de practicar CF	Más de 1 año	2,935	0,5828- 14,79	0,1570**	NA	65,93%
<b>Competencia</b>	<b>Compite</b>	<b>2,66</b>	<b>0,8167- 8,708</b>	<b>0,049*</b>	<b>NA</b>	<b>62,5%</b>
Técnica	Errores DL	2,074	0,6311- 6,816	0,112*	NA	51,79%
Tipo de ocupación	Activa	1,98	0,576- 6,807	0,13*	NA	49,49%
Técnica	Errores OHS	1,54	0,4337- 5,506	0,368**	NA	35,29%
FMS™ de movilidad de hombro	Puntaje de 0 e 1	1,44	0,4576- 4,56	0,264*	NA	30,77%
Otro deporte	Práctica de otro deporte	1,28	0,4067- 4,064	0,334*	NA	22,22%
% Grasa corporal	% elevado	1,28	0,3894- 4,245	0,339*	NA	22,22%
Edad	32 a 49 años	1,24	0,3876- 3,937	0,36*	NA	19,09%
Descanso	1 día a la semana	0,79	0,234-, 2,701	0,47**	20,45%	NA
Lesiones Previas	Hombros	0,52	0,05603- 4,826	0,46**	48%	NA
<b>Sexo</b>	<b>Masculino</b>	<b>0,37</b>	<b>0,1161-1,229</b>	<b>0,050*</b>	<b>62,22%</b>	<b>NA</b>

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica \*Chi-cuadrado sin corrección \*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates Negrita\*\*= Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

En relación a la lesión de hombro, se observa en el cuadro los dos principales factores de riesgo, en primer lugar, entrenar más días a la semana, con un OR de 3,61, lo cual significa que las personas que entrenan más días por semana presentan 3,61 más probabilidad de lesionarse del hombro con respecto a los que entrenan menos.

El competir se considera el segundo factor de riesgo, teniendo los competidores 2,66 más de riesgo de presentar una lesión de hombro en comparación con los no competidores. Esta correlación es estadísticamente significativa con p de 0,049. La fracción etiológica en expuestos, indica la disminución que habría en la aparición de lesiones de hombro si las personas dejaran de competir. En este caso sería de un 62,5%

Entre los factores protectores se menciona el sexo masculino, con un OR de 0,37 y una significancia estadística de 0,05, además descansar 1 vez por semana con un OR de 0,79.

A continuación se representa la correlación entre lesiones lumbares, las segundas más presentadas, y las variables independientes.

**Cuadro 25.** Modelo de análisis 2. Riesgo de lesiones Lumbares en los participantes evaluados

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>	<b>FPe</b>	<b>FEE</b>
Lesiones previas	Rodillas	8,36	0,6943- 100,8	0,11**	NA	79,07%
<b>FMS™ paso al obstáculo</b>	<b>Puntaje de 0 e 1</b>	<b>6,51</b>	<b>1,24-34,27</b>	<b>0,026**</b>	<b>NA</b>	<b>84,66%</b>
Postural Columna Vertebral	Alteraciones	5,62	0,6684- 47,34	0,081**	NA	82,22%
FMS™ Sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	4,09	0,5174- 32,35	0,21**	NA	75,56%
Postural Tobillos	Alteraciones	3,24	0,3755- 28,01	0,23**	NA	69,17%
Postural Cadera Anterior	Alteraciones	2,93	0,715- 12,03	0,11**	NA	65,91%
<b>FMS™ estabilidad rotatoria</b>	<b>Puntaje de 0 e 1</b>	<b>2,75</b>	<b>0,7825- 9,664</b>	<b>0,051*</b>	<b>NA</b>	<b>63,64%</b>
Postural Lateral Tronco	Alteraciones	2,69	0,6557- 11,05	0,13**	NA	62,86%
Lesiones previas	Tobillos	2,66	0,396- 17,96	0,31**	NA	62,5%
Días de entrenamiento	5 días o más	2,47	0,6006- 10,15	0,16**	NA	59,5%
Tiempo de practicar CF	Más de 1 año	2,10	0,4094- 10,8	0,29**	NA	52,45%
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 e 1	2,05	0,4357- 9,645	0,31**	NA	51,22%
FMS™ General	Puntaje de 14 o menos	1,83	0,5234- 6,389	0,17*	NA	45,31%
Postural lateral pies	Alteraciones	1,81	0,518- 6,382	0,25**	NA	45%
Técnica	Errores OHS	1,45	0,3742- 5,653	0,42**	NA	31,25%
Técnica	Errores DL	1,47	0,4095- 5,3	0,39**	NA	32,12%
Competencia	Compite	1,43	0,152- 13,43	0,40**	NA	30%
Sexo	Masculino	1,40	0,4011- 4,942	0,41**	NA	28,98%

Edad	32-49 años	1,38	0,4001- 4,766	0,30*	NA	27,59%
Otro deporte	Practica otro deporte	1,33	0,3728- 4,769	0,45**	NA	25%
% Grasa corporal	% elevado	1,33	0,3728- 4,769	0,45**	NA	25%
Tipo de ocupación	Activo	1,16	0,3044- 4,439	0,44**	NA	13,97%
Descanso	1 día	0,78	0,2096- 2,934	0,48**	21,57%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica \*Chi-cuadrado sin corrección \*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates Negrita\*\*= Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

La única variable de protección que se encontró fue descansar 1 día por semana con un factor protector de 0,78.

Entre las variables que representan un factor de riesgo, cabe mencionar que solo dos variables presentaron resultados estadísticamente significativos. El haber tenido lesiones previas en las rodillas se manifiesta como el principal factor de riesgo, representado una probabilidad de 8,36 veces más de riesgo de lesión en rodillas, comparado a las personas que nunca han sufrido una lesión en dicha área, sin embargo, el p es de 0,11, por lo que no tiene significancia estadística. Por otro lado, los sujetos que presentaron resultados de 0 o 1 en la prueba de Paso al Obstáculo en el test del FMS™, presentan un OR de 6,51 con significancia estadística de 0,026 y una fracción etiológica de 84,66%. Otra prueba del FMS™ que también presentó significancia estadística de 0,05 es la de Estabilidad Rotatoria con 2,75 más riesgo de presentar lesiones de rodillas que aquellos que obtuvieron un puntaje de 2 o 3 en el FMS™.

Presentar alteraciones en la columna vertebral se manifiesta como un factor de riesgo con un OR de 5,62 y una fracción etiológica de 82,22%.

En el siguiente modelo se relacionan los distintos factores de riesgo con la probabilidad de sufrir una lesión músculo esquelética en la rodilla.

**Cuadro 26.** Modelo de análisis 3. Riesgo de lesiones de rodillas en los participantes evaluados

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>	<b>FPe</b>	<b>FEE</b>
% Grasa corporal	% elevado	4,75	0,7891-28,59	0,08**	NA	78,95%
Edad	32 a 49 años	3,71	0,4055- 33,94	0,21**	NA	73,04%
Técnica	Errores OHS	3,5	0,6242- 19,62	0,16**	NA	71,43%
	Errores DL	1,08	0,1814- 6,53	0,35**	NA	8,108%
	Errores CJ	1,5	0,2896- 8,526	0,46**	NA	36,36%
Descanso	1 día	2	0,3664- 10,92	0,35**	NA	50%
Sexo	Masculino	1,72	0,2909-10,22	0,43**	NA	42%
% Masa muscular	% Normal-Bajo	1,7	0,3128- 9,239	0,42**	NA	41,18%
Tipo de ocupación	Activa	1,3	0,2152- 7,854	0,42**	NA	23,08%
Postural Tronco	Vista Lateral	1,3	0,2314,-8,17	0,46**	NA	27,27%
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 y 1	1,15	0,1183- 11,18	0,31**	NA	13,04%
Postural posterior Pies	Alteraciones	1,13	0,1193- 10,82	0,32**	NA	12%
Otro deporte	Práctica de otro deporte	0,92	0,1719-5,017	0,36**	7,143%	NA
Tiempo de practicar CF	Más de 1 año	0,63	0,104- 3,868	0,50**	36,59%	NA
Competencia	Compite	0,36	0,04008- 3,387	0,32**	63,16%	NA
Tiempo de entrenamiento	5 días o más	0,27	0,04546- 1,621	0,14**	72,86%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica

\*Chi-cuadrado sin corrección

\*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates

Negrita\*\*: Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

En lo que respecta a lesiones en rodillas, se muestra en el cuadro anterior que ninguna de las variables independientes es estadísticamente significativa, ya que el valor de p

es mayor a 0.05. Sin embargo 11 de las 18 variables poseen un OR mayor a 1, lo que representa un factor de riesgo. En relación con la medida antropométrica de grasa, las personas con un mayor porcentaje de la misma, presentan el riesgo mayor de lesiones de rodillas, con un OR de 4,75 veces más probabilidad de lesión. Además se destaca que los sujetos con una edad entre los 32 y 49 años, presentan 3,71 más probabilidades de lesionarse las rodillas respecto a los de 18 a 31 años de edad, con una fracción etiológica de 73,04%. Otras de las variables con un OR elevado es realizar la técnica del ejercicio Overhead Squat de forma incorrecta, con un OR de 3,5, esto puede ser debido a que justamente en este ejercicio se realiza una sentadilla con un peso sobre la cabeza, y las posibilidades de cometer un error son elevadas.

En el caso de las variables con un OR menor a 1, o sea protectoras, se encuentra el practicar otro deporte, con un OR de 0,92; además el practicar el Crossfit más de un año, con un OR de 0,63 y una fracción prevenible de 36,59%.

En el modelo de análisis 4 se muestran los factores de riesgo asociados al tipo de lesión, en este caso se dividieron en lesiones de tipo muscular, tendinopatías y lesiones articulares.

**Cuadro 27.** Modelo de análisis 4. Riesgo de tendinopatías en los participantes evaluados

Factor de riesgo	Exposición	OR	IC	p	FPe	FEE
Postural Vista Posterior MMII	Asimetrías	2,82	0,7931- 10,07	0,089**	NA	64,62%
FMS™ sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	2,73	0,3529-21,17	0,33**	NA	63,41
Postural Vista Lateral MMSS	Asimetrías	2,73	0,3529- 21,17	0,33**	NA	63,41%
% Grasa corporal	Elevado	2,29	0,7182- 7,342	0,078*	NA	56,45%
Competencia	Compite	2,29	0,7182- 7,342	0,078*	NA	56,45%
Postural Vista Lateral MMII	Asimetrías	2,06	0,5984-7,096	0,12*	NA	51,47%
Postural Vista Lateral Tronco	Alteraciones	2,06	0,5984- 7,096	0,12*	NA	51,47%
Edad	32 a 49 años	1,9	0,5698- 6,336	0,22**	NA	47,37%
Técnica	Errores DL	1,80	0,5594- 5,846	0,15*	NA	44,7%
Tiempo de practicar CF	Más de 1 año	1,80	0,4394- 7,427	0,30**	NA	44,64%
Tiempo de entrenamiento	5 días o más	1,72	0,5172- 5,774	0,27**	NA	42,13%
FMS™ movilidad de hombro	Puntaje de 0 e 1	1,71	0,5549- 5,335	0,17*	NA	41,88%
Postural Vista Anterior MMII	Asimetrías	1,74	0,4821- 6.288	0,29**	NA	42,56%
Técnica	Errores OHS	1,37	0,3898-4,85	0,47**	NA	27,27%
Sexo	Masculino	1,24	0,3986- 3,871	0,35*	NA	19,5%
% Masa muscular	Normal y bajo	1,18	0,3752- 3,719	0,38*	NA	15,34%
Tipo de ocupación	Activo	0,71	0,1943- 2,595	0,42**	28,99%	NA
Lesiones previas	Presencia de lesiones	0,83	0,2596- 2,681	0,38*	16,58%	NA
Descanso	1 día	0,70	0,2091- 2,364	0,39**	29,69%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica

\*Chi-cuadrado sin corrección

\*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates

**Negrita\*\*:** Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.



En el cuadro se observa que ninguna de las variables independientes presenta un resultado significativo estadísticamente. Sin embargo, se presentan 15 con OR mayor a 1 por lo que son factores de riesgo. En el postural, Vista posterior de miembros inferiores se obtuvo un OR de 2,82, lo cual arroja que los sujetos que presentan asimetrías en miembros inferiores tienen más riesgo de lesión en tendones con respecto a los que se encuentran simétricos. Con respecto al test del FMS™, en la prueba de sentadilla profunda, el obtener puntaje de 0 o 1 es un factor de riesgo 2,73 veces mayor que los que lograron una puntuación de 2 o 3. Además se hace referencia a un porcentaje de grasa elevado o muy elevado, con 2,29 probabilidades de sufrir una lesión tendinosa. También el competir es un factor de riesgo, con un OR de 2,29.

Entre los factores de protección se mencionan las lesiones previas con OR de 0,83, descansar solo 1 día a la semana con OR de 0,70 y ser activo físicamente en su ocupación con un OR de 0,71, siendo por lo tanto los sujetos con una ocupación sedentaria las que presentan más riesgos.

En el cuadro siguiente se hace referencia a las lesiones musculares sufridas por los participantes y sus principales factores de riesgo.

**Cuadro 28.** Modelo de análisis 5. Riesgo de lesiones Musculares en los participantes evaluados

Factor de riesgo	Exposición	OR	IC	p	FPe	FEE
FMS™ paso al obstáculo	Puntaje de 0 e 1	3,38	0,674- 16,93	0,13**	NA	70,39%
Descanso	1 día	3,086	0,3447- 2,62	0,26**	NA	67,59%
Postural Vista Posterior Tronco	Asimetrías	2,47	0,6121- 10,02	0,16**	NA	59,62%
% Masa muscular	% Normal- Bajo	2,39	0,7847- 7,299	0,060*	NA	58,21%
FMS™ Sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	2,29	0,298-17,66	0,39**	NA	56,41%
Edad	Entre 18 y 31 años	2,14	0,7077- 6,489	0,087*	53,33%	NA
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 e 1	1,92	0,4521- 8,153	0,18**	NA	47,92%
Lesiones previas	Presencia de lesiones	1,73	0,5732- 5,256	0,16*	NA	42,39%
Postural Vista Lateral Tronco	Alteraciones	1,69	0,5384- 5,34	0,18*	NA	41,03%
Técnica	Errores OHS	1,64	0,4857- 5,545	0,21*	NA	39,06%
FMS™ General	Puntaje de 14 o menos	1,56	0,5094- 4,817	0,21*	NA	36,16%
Días de entrenamiento	5 días o más	1,53	0,4861- 4,845	0,23*	NA	34,84%
Competencia	Compite	1,25	0,4015-3,932	0,34*	NA	20,41%
Postural Vista Anterior MMSS	Asimetrías	1,18	0,2076- 6,714	0,40**	NA	15,29%
Tiempo de practicar CF	Más de 1 año	1,15	0,3411- 3,935	0,47**	NA	13,69%
Tipo de ocupación	Activo	0,86	0,2541- 2,931	0,47**	13,69%	NA
Sexo	Masculino	0,63	0,2135- 1,904	0,20*	36,25%	NA
Otro deporte	Práctica de otro deporte	0,56	0,1895- 1,71	0,15*	43,08%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica

\*Chi-cuadrado sin corrección

\*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates

**Negrita\*\*:** Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

En el modelo de análisis 5, se observa que ninguna de las variables independientes presenta una  $p$  menor a 0,05, por lo que ninguna presenta significancia estadística.

El hecho de obtener en la prueba de paso al obstáculo del FMS™ puntuación de 0 o 1, presenta un riesgo de 3,38 para lesiones musculares. Descansar solo 1 día por semana se manifiesta como un riesgo de lesión para los músculos, con 3,086 de probabilidades de lesionarse, comparado a los que descansan más días por semana. También el presentar asimetrías en el tronco presenta un OR mayor a 1, con 2,47 y una fracción etiológica de 59,62%.

Para los factores de protección se encuentran tener una ocupación activa, con un OR de 0,86, siendo por lo tanto los participantes con una ocupación sedentaria los de mayor riesgo de lesión muscular. El sexo masculino en este caso se presenta como un factor de protección para las lesiones musculares, con un OR de 0,63 y una fracción prevenible en expuestos de 36,25%. Otro de las variables independientes de protección se encuentra la práctica de otro deporte con OR de 0,56.

A continuación se muestra el modelo de análisis simple 6 para lesiones en las articulaciones.

**Cuadro 29.** Modelo de análisis 6. Riesgo de lesiones articulares en los participantes evaluados

Factor de riesgo	Exposición	OR	IC	p	FPe	FEE
FMS™ Sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	13	1,429- 118,3	0,0288**	NA	92,31%
Tipo de ocupación	Activo	6,30	1,034- 38,48	0,042**	NA	84,15%
FMS™ paso al obstáculo	Puntaje de 0 e 1	4,9	0,7108- 33,78	0,14**	NA	79,59%
FMS™ general	14 puntos o menos	4,35	0,7255- 26,12	0,10**	NA	77,03%
FMS™ estabilidad rotatoria	Puntaje de 0 e 1	4,35	0,7255- 26,12	0,10**	NA	77,03%
Lesiones previas	Presencia de lesiones	3,68	0,6171- 22,0	0,14**	NA	72,86%
Días de entrenamiento	5 días o más	3,43	0,3754- 31,48	0,23**	NA	70,91%
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 e 1	3,35	0,5154- 21,87	0,23**	NA	70,21%
Postural Vista Posterior MMSS	Asimetrías	2,5	0,2715- 23,02	0,35**	NA	60%
Competencia	Compite	2,17	0,3976- 11,92	0,32**	NA	54,05%
Descanso	1 día	2	0,3664-10,92	0,35**	NA	50%
FMS™ elevación activa pierna	Puntaje de 0 e 1	1,95	0,3161- 12,09	0,41**	NA	48,84%
Postural Vista Posterior Tronco	Asimetrías	1,92	0,2072- 17,85	0,46**	NA	48%
Técnica	Errores CJ	1,57	0,2896- 8,526	0,46**	NA	36,36%
Técnica	Errores OHS	1,57	0,2585- 9,619	0,50**	NA	36,59%
Edad	32-49 años	1,57	0,2896- 8,526	0,46**	NA	36,36%
Postural Vista Posterior MMII	Asimetrías	1,37	0,2314- 8,17	0,46**	NA	27,27%
Postural Vista Lateral Tronco	Alteraciones	1,37	0,2314- 8,17	0,46**	NA	27,27%
Sexo	Femenino	1,25	0,2312- 6,76	0,43**	NA	20%
Otro deporte	Práctica otro deporte	0,92	0,1719- 5,017	0,36**	7,14%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica \*Chi-cuadrado sin corrección \*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates Negrita\*\*= Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro se observa que hay dos factores de riesgo con significancia estadística para las lesiones articulares: puntuar 0 o 1 en la sentadilla profunda del FMS™, presenta 13 veces más probabilidades de lesión articular con respecto a los que tiene un puntaje de 2 o 3 en esta prueba. Además una ocupación activa es un riesgo elevado de lesión articular, siendo el OR de 6,30 y la fracción etiológica de 84,15%.

Además se observan otros riesgos altos de lesión con OR apenas inferiores al 5 en el caso de puntaje de 0 o 1 en otras pruebas del FMS™: paso al obstáculo y estabilidad rotatoria; en la prueba general obtener un puntaje de 14 o menos es para los sujetos un riesgo de 4,35 veces mayor que los que obtienen un puntaje mayor a 14.

El practicar otro deporte se presenta con un OR de 0,92 siendo por lo tanto un factor protector y el único encontrado.

A continuación se muestran los modelos de análisis para lesiones específicas encontradas en el cuestionario autoadministrado y que presentan mayor casos en los sujetos evaluados: sobrecarga y contracturas musculares.

En el modelo de análisis 7 se muestra la correlación de la sobrecarga y variables independientes para encontrar factores de riesgo y factores de protección.

**Cuadro 30.** Modelo de análisis 7. Riesgo de Sobrecarga en los participantes evaluados

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Exposición</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>	<b>FPe</b>	<b>FEE</b>
FMS™ sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	4,1	0,5174- 32,35	0,21**	NA	75,56%
FMS™ Paso al obstáculo	Puntaje de 0 o 1	3,22	0,621- 16,75	0,16**	NA	69,0%
FMS™ general	14 puntos o menos	2,75	0,7825- 9,664	0,053*	NA	63,64%
FMS™ Movilidad de hombro	Puntaje de 0 o 1	2,58	0,7293- 9,111	0,11**	NA	61,21%
Postural Longitudes MMSS	Asimetrías	2,31	0,6192- 8,636	0,18**	NA	56,76%
Postural Vista Lateral MMII	Asimetrías	2,31	0,6192- 8,636	0,18**	NA	56,76%
Sexo	Masculino	2,15	0,5823- 7,985	0,19**	NA	53,62%
Edad	18-31 años	2,06	0,5945- 7,13	0,12*	NA	51,43%
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 o 1	2,05	0,4357- 9,645	0,31**	NA	51,22%
% Masa grasa	Alto y muy alto	2,02	0,5749- 7,1	0,13**	NA	50,51%
Postural Circunferencias MMII	Asimetrías	1,88	0,4562- 7,82	0,29**	NA	47,06%
FMS™ elevación activa Pierna	Puntaje de 0 o 1	1,87	0,4703- 7,487	0,30**	NA	46,71%
FMS™ Estabilidad rotatoria	Puntaje de 0 o 1	1,82	0,5234- 6,389	0,17*	NA	45,31%
Tipo de ocupación	Activo	1,82	0,4991- 6,658	0,28**	NA	45,14%
Postural Vista Anterior MMII	Asimetrías	1,72	0,4141- 7,148	0,33*	NA	41,88%
Otro deporte	Practica otro deporte	1,67	0,4759- 5,857	0,31**	NA	40,1%
Lesiones previas	Presencia de lesiones	1,51	0,4368-5,238	0,25*	NA	33,89%

% muscular	Masa	% Normal-Bajo	1,51	0,4368- 5,238	0,25*	NA	33,89%
Técnica		Errores OHS	1,45	0,3742- 5,653	0,42**	NA	31,25%
Técnica		Errores CJ	1,38	0,4001-4,766	0,30*	NA	27,59%
Postural	Vista Posterior	Asimetrías	1,25	0,302- 5,378	0,49**	NA	21,54%
Postural	Vista Lateral	Alteraciones	1,22	0,1164- 12,83	0,32**	NA	18,18%
Tiempo de práctica de CF		Más de 1 año	1,14	0,2688- 4,858	0,42**	NA	12,5%
Descanso		1 día	0,78	0,2096- 2,934	0,48**	21,57%	NA
Días de entrenamiento		5 días o más	0,66	0,1909- 2,289	0,25*	33,89%	NA

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica \*Chi-cuadrado sin corrección \*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates Negrita\*\*= Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

Ningunas de las variables obtuvo resultados con p menores a 0,005, por lo que no presentan significancia estadística.

Entre los principales factores de riesgo se observan aquellos relacionados al FMS™ en las pruebas específicas, entre ellas sentadilla profunda y paso al obstáculo con OR de 4,1 y de 3,22 respectivamente en el caso de puntuar 0 o 1 en dichas pruebas. Además, en la prueba general del FMS™ obtener una puntuación de 14 o menos presenta 2,75 más probabilidades de lesiones de sobrecarga, con respecto a los que presentan una puntuación mayor.

Descansar 1 vez por semana se presenta como un factor protector con un OR de 0,78, además de entrenar 5 días por semana o más con un factor de protección de 0,66 y competir con un OR de 0,53. Sin embargo ninguno presenta significancia estadística.

En el último modelo de análisis se muestran los resultados para factores de riesgo o factores protectores para contracturas musculares.

**Cuadro 31.** Modelo de análisis 8. Riesgo de Contracturas musculares en los participantes evaluados

Factor de riesgo	Exposición	OR	IC	p	FPe	FEE
Tipo de ocupación	Sedentario	3,65	0,4212- 31,75	0,19**	NA	72,66%
Postural Longitudes MMII	Asimetrías	3,36	0,637- 17,78	0,13**	NA	70,29%
Postural Vista Posterior Tronco	Alteraciones	3,33	0,3828- 29,03	0,23**	NA	70%
Técnica	Errores CJ	2,65	0,5017- 14,05	0,20**	NA	62,34%
FMS™ sentadilla profunda	Puntaje de 0 e 1	2	0,1844- 21,69	0,44**	NA	50%
FMS™ Desplante alineado	Puntaje de 0 o 1	1,79	0,3083- 10,46	0,43**	NA	44,32%
Postural Vista Anterior MMII	Asimetrías	1,75	0,3275- 9,35	0,39**	NA	42,86%
Postural Longitudes MMSS	Asimetrías	1,62	0,3521- 7,5	0,41**	NA	38,46%
Postural Vista Lateral Tronco	Alteraciones	1,4	0,3143- 6,236	0,47**	NA	28,57%
% Masa muscular	% Normal-Bajo	1,34	0,3218- 5,642	0,48**	NA	25,78%
Edad	32-49 años	1,24	0,2968- 5,181	0,47**	NA	19,35%
Postural Circunferencias MMSS	Asimetrías	1,20	0,2892- 4,996	0,45**	NA	16,8%
Descanso	1 día	0,91	0,2045- 4,109	0,39**	8,33%	NA
Lesiones previas	Presencia de lesiones	0,77	0,1737- 3,458	0,48**	22,5%	NA
Días de entrenamiento	5 días o más	0,74	0,1773- 3,108	0,48**	25,78%	NA
Otro deporte	Practica otro deporte	0,71	0,171- 2,957	0,45**	28,89%	NA



Tiempo de práctica de CF	Más de 1 año	0,61	0,1333- 2,84	0,41**	38,46%	NA
<b>Sexo</b>	<b>Masculino</b>	<b>0,18</b>	<b>0,0347-0,978</b>	<b>0,0375**</b>	<b>81,57%</b>	<b>NA</b>

OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad; FPe= Fracción prevenible en expuestos; FEE=Fracción Etiológica en Expuestos; NA= No aplica \*Chi-cuadrado sin corrección \*\*Chi-cuadrado con corrección de Yates Negrita\*\*= Resultado estadísticamente significativo para un IC del 95%

Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.

En el cuadro anterior se muestra que entre los principales factores de riesgo para una contractura muscular se encuentra tener una ocupación sedentaria, con 3,65 más de probabilidades de sufrir dicha lesión en comparación de los que tienen una ocupación activa. Otras de las variabilidades independientes encontradas como factor de riesgo se presentan asimetrías en la longitud de los miembros inferiores, con 3,36 mayor riesgo de lesión con respecto a aquellos con simetría. Además, en la vista posterior del postural el tener alteraciones del tronco, también es un factor de riesgo con un OR de 3,33.

Entre los factores protectores, con significancia estadística, está el ser de sexo masculino con un OR de 0,18 y p de 0,0375. También el practicar Crossfit por más de 1 año, con un OR de 0,61 y p de 0,41 por lo tanto sin significancia estadística.

### 5.1.1 Resumen de resultados de análisis de riesgo simple

A continuación, se presenta un cuadro resumen en donde se muestran los factores de riesgo y factores de protección para la asociación de riesgo simple respecto a la incidencia de lesiones en diferentes zonas corporales de los sujetos evaluados. Además, se indican aquellos con significancia estadística para el 95% de los casos.

**Cuadro 32.** Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de lesiones musculoesqueléticas de áreas específicas en los sujetos evaluados

Patología	Factor de riesgo	Factor de protección
Lesiones de Hombros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Entrenar 5 días o más</b></li> <li>• Práctica de CF más de 1 año</li> <li>• <b>Competir</b></li> <li>• Errores de técnica en DL</li> <li>• Ocupación activa</li> <li>• Errores de técnica de OHS</li> <li>• 0 o 1 en movilidad de hombro</li> <li>• Práctica de otro deporte</li> <li>• % grasa elevado</li> <li>• Tener entre 32 y 49 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descansa solo 1 día por semana</li> <li>• Poseer lesiones previas hombro</li> <li>• <b>Sexo masculino</b></li> </ul>
Lesiones lumbares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesiones previas en rodillas</li> <li>• <b>Puntaje de 0 o 1 en Paso al obstáculo</b></li> <li>• Alteraciones columna vertebral</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda</li> <li>• Alteraciones tobillos</li> <li>• Alteraciones en cadera</li> <li>• <b>Puntaje de 0 o 1 en estabilidad rotatoria</b></li> <li>• Alteraciones en tronco</li> <li>• Lesiones previas en tobillos</li> <li>• Entrenar 5 días o más</li> <li>• Practicar CF hace más de 1 año</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en desplante alineado</li> <li>• 14 puntos o menos en el FMS™</li> <li>• Alteraciones en pies</li> <li>• Errores en técnica de OHS</li> <li>• Errores en técnica del DL</li> <li>• Competir</li> <li>• Sexo masculino</li> <li>• Tener entre 32 y 49 años</li> <li>• Práctica de otro deporte</li> <li>• % grasa elevado</li> <li>• Ocupación activa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descansar solo 1 día a la semana</li> </ul>
Lesiones rodillas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % grasa elevado</li> <li>• Tener entre 32 a 49 años</li> <li>• Errores de técnica de OHS, DL y CJ</li> <li>• Descansar 1 día por semana</li> <li>• Sexo Masculino</li> <li>• % Masa muscular bajo o normal</li> <li>• Ocupación activa</li> <li>• Alteraciones en tronco</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en Desplante alineado</li> <li>• Alteraciones en pies vista posterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de otro deporte</li> <li>• Practicar CF más de 1 año</li> <li>• Competir</li> <li>• Entrenar 5 días o más por semana</li> </ul>

*Negrita= resultados estadísticamente significativos*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos en los cuadros 24, 25 y 26*

El siguiente cuadro muestra un resumen de los factores de riesgo y factores de protección para la asociación de riesgo simple respecto a la incidencia de algunos tipos de lesiones en los sujetos evaluados (Tendinopatía, muscular y articular). Se indican también aquellos con significancia estadística para el 95% de los casos.

**Cuadro 33.** Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de lesiones tendinosas, musculares y articulares en los sujetos evaluados

Patología	Factor de riesgo	Factor de protección
Tendinopatías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asimetrías en vista posterior del postural MMII</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda</li> <li>• Alteraciones postural vista lateral MMSS</li> <li>• % grasa elevado</li> <li>• Competir</li> <li>• Asimetrías postural vista lateral MMII</li> <li>• Asimetrías postural vista lateral tronco</li> <li>• Tener entre 32 a 49 años</li> <li>• Errores técnica DL</li> <li>• Practicar CF más de 1 año</li> <li>• Entrenar 5 días o más por semana</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en movilidad de hombro</li> <li>• Asimetrías postural vista anterior MMII</li> <li>• Errores técnica OHS</li> <li>• Sexo masculino</li> <li>• % Masa muscular bajo o normal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupación activa</li> <li>• Presencia de lesiones anteriores</li> <li>• Descansar 1 solo día por semana</li> </ul>
Lesiones Musculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntaje de 0 o 1 en paso al obstáculo</li> <li>• Descansar 1 día por semana</li> <li>• Asimetrías en postural vista posterior tronco</li> <li>• % Masa muscular bajo o normal</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en Sentadilla profunda</li> <li>• Tener entre 18 y 31 años</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en desplante alineado</li> <li>• Presencia de lesiones previas</li> <li>• Alteraciones postural vista lateral tronco</li> <li>• Errores de técnica de OHS</li> <li>• Puntaje de 14 o menos en FMS™</li> <li>• Entrenar 5 días o más por semana</li> <li>• Competir</li> <li>• Asimetrías postural vista anterior MMSS</li> <li>• Practicar CF más de 1 año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupación activa</li> <li>• Sexo masculino</li> <li>• Práctica de otro deporte</li> </ul>
Lesiones articulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Puntaje de 0 o 1 en Sentadilla profunda</b></li> <li>• <b>Ocupación activa</b></li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en paso al obstáculo</li> <li>• Puntaje de 14 o menos en el FMS™</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en estabilidad rotatoria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de otro deporte</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de lesiones previas</li> <li>• 5 días o más de entrenamiento</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 desplante alineado</li> <li>• Asimetrías postural vista posterior MMSS</li> <li>• Competir</li> <li>• Descansar 1 día por semana</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en elevación activa de pierna</li> <li>• Asimetrías postural vista posterior tronco</li> <li>• Errores técnica de CJ</li> <li>• Errores de técnica de OHS</li> <li>• Tener entre 32 y 49 años</li> <li>• Asimetrías postural vista posterior MMII</li> <li>• Alteraciones postural vista lateral de tronco</li> <li>• <b>Sexo femenino</b></li> </ul>	
--	--	--

*Negrita= resultados estadísticamente significativos*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos en los cuadros 27, 28 y 29*

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de los factores de riesgo y factores de protección para la asociación de riesgo simple respecto a la incidencia de algunos tipos de lesiones específicas en los sujetos evaluados (sobrecarga y contractura muscular). Además, se indican aquellos con significancia estadística para el 95% de los casos.

**Cuadro 34.** Resumen del análisis de riesgo simple para incidencias de sobrecarga y contracturas musculares en los sujetos evaluados

Patología	Factor de riesgo	Factor de protección
Sobrecarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en paso al obstáculo</li> <li>• 14 puntos o menos del FMS™</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en movilidad de hombro</li> <li>• Asimetrías postural longitudes MMSS</li> <li>• Postural vista lateral MMII</li> <li>• Sexo masculino</li> <li>• Tener entre 18 y 31 años</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en desplante alineado</li> <li>• % grasa elevado</li> <li>• Asimetría postural circunferencias MMII</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en elevación activa de pierna</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en estabilidad rotatoria</li> <li>• Ocupación activa</li> <li>• Asimetrías postural vista anterior MMII</li> <li>• Práctica de otro deporte</li> <li>• Presencia de lesiones previas</li> <li>• % Masa muscular bajo o normal</li> <li>• Errores técnica OHS</li> <li>• Errores técnica de CJ</li> <li>• Asimetrías postural vista posterior tronco</li> <li>• Asimetrías postural vista lateral MMSS</li> <li>• Practicar CF más de 1 año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descansar 1 día por semana</li> <li>• Entrenar 5 días por semana o más</li> </ul>
Contracturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupación sedentaria</li> <li>• Asimetrías postural longitudes MMII</li> <li>• Alteraciones postural vista posterior tronco</li> <li>• Errores técnica CJ</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda</li> <li>• Puntaje de 0 o 1 en desplante alineado</li> <li>• Asimetrías postural vista anterior MMII</li> <li>• Asimetrías postural longitudes MMSS</li> <li>• Asimetrías postural vista lateral tronco</li> <li>• %Masa muscular bajo o normal</li> <li>• Tener entre 32 y 49 años</li> <li>• Asimetrías circunferencias MMSS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descansar 1 día por semana</li> <li>• Presencia de lesiones previas</li> <li>• 5 días o más de entrenamiento</li> <li>• Práctica de otro deporte</li> <li>• Practicar CF hace más de 1 año</li> <li>• <b>Sexo masculino</b></li> </ul>

*Negrita= resultados estadísticamente significativos*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos en los cuadros 30 y 31*

## 5.2 Análisis de riesgo múltiple

En este apartado, se realiza un análisis múltiple mediante modelos de regresión logística, los cuales van a determinar la interacción de los factores investigados y su relación o efecto sobre la aparición de las lesiones estudiadas en esta investigación. Este análisis permite encontrar el riesgo real que la exposición al factor puede provocar. Esto es importante, ya que en las personas interactúan varios factores que pueden provocar una lesión o enfermedad y no solo cada variables por aparte, ya que no es unifactorial si no multifactorial.

Es importante mencionar que los valores de OR encontrados en este apartado se encuentran estandarizados, ya que el factor de riesgo depende de múltiples variables y no solo de una variable por si sola. Por ejemplo en el caso del cuadro 35 se puede decir que los OR se dan por la correlación de entrenar 5 días a la semana, practicar CF hace más de un año, competir, entre otros; no solo el hecho de competir es un riesgo como se mencionó en el análisis de riesgo simple. Esto es importante mencionarlo ya que existen múltiples factores que se interrelacionan en una misma persona.

En el siguiente cuadro se representa el modelo de regresión logística 1, el cual relaciona la incidencia de lesiones de hombro y los diferentes factores de riesgo.

**Cuadro 35.** Modelo de regresión logística 1. Factores de riesgo asociados con lesiones en hombro en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
5 días o más de entrenamiento	3,19	0,63-15,98	0,15
Práctica de CF hace más de 1 año	2,83	0,24-32,63	0,40
Práctica de otro deporte	2,23	0,53-9,31	0,26
Competir	1,65	0,32-8,50	0,54
Puntaje de 0 o 1 en movilidad de hombro	1,46	0,40-5,31	0,56
Errores de técnica en el OHS	1,37	0,34-5,52	0,65

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Ninguno de los resultados anteriores presenta una significancia estadística. En la tabla se observa que las personas que entrenan 5 días o más por semana presentan un riesgo 3,19 veces mayor a aquellos sujetos que entrenan de 3 a 4 días por semana.

El entrenar CF hace más de 1 año también es un factor de riesgo con un OR de 2,83, además del practicar otro deporte con 2,23 más posibilidades de lesión con respecto aquellos que solo realizan en CF como deporte.

A continuación, en el modelo de regresión logística 2, se presentan los resultados del análisis múltiple entre varios factores de riesgo y las lesiones lumbares presentes en los sujetos evaluados.

**Cuadro 36.** Modelo de regresión logística 2. Factores de riesgo asociados con lesiones lumbares en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
<b>Lesiones previas en rodillas</b>	<b>8,02</b>	<b>1,29-49,89</b>	<b>0,025</b>
<b>Puntaje de 0 o 1 en Paso al obstáculo</b>	<b>7,43</b>	<b>1,16-47,65</b>	<b>0,034</b>
Puntaje de 0 o 1 en estabilidad rotatoria	2,89	0,64-13,08	0,16
Alteraciones en columna vertebral	2,68	0,22-32,21	0,43
Alteraciones en tobillos	2,58	0,20-33,43	0,46
Sexo masculino	1,34	0,31-5,82	0,69

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Del cuadro anterior, se extrae que haber tenido lesiones previas de rodillas, asocia 8,02 veces más riesgo de lesionarse el área lumbar que aquellos que nunca se han lesionado la rodilla. Otro factor de riesgo encontrado fue el presentar un puntaje de 0 o 1 en la prueba de Paso al obstáculo del FMS™, con un OR de 7,43. Ambas variables independientes, poseen significancia estadística.

De la misma manera, pero con menor fuerza de asociación, tener un puntaje de 0 o 1 en estabilidad rotatoria, poseer alteraciones en la columna vertebral y en los tobillos, además el ser del sexo masculino, se encontraron como factores de riesgo.

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados para la asociación múltiple entre algunos factores y la incidencia de lesiones de rodillas en los sujetos evaluados. Se debe recordar que las variables se correlacionan entre ellas, por lo que los valores de OR se obtienen exclusivamente por la relación de una con otra variable presente en el cuadro.

**Cuadro 37.** Modelo de regresión logística 3. Factores de riesgo asociados con lesiones de rodillas en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
% Grasa elevado	7,48	0,93-60,14	0,058
Técnica incorrecta OHS	7,12	0,71-70,94	0,094
Descansar 1 día por semana	4,58	0,45-45,98	0,19
32 a 49 años	2,84	0,25-31,82	0,39
Sexo masculino	1,40	0,17-11,02	0,74
Ocupación activa	0,45	0,040-5,28	0,53

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Como se observa en el cuadro anterior, el poseer un porcentaje de grasa elevado y realizar incorrectamente la técnica del ejercicio OHS, se identificaron como factores de riesgo que asocian 7 veces más riesgo de presentar lesiones de rodillas en comparación con aquellos sujetos no expuestos a dichos factores. Estas correlaciones sin embargo, no son estadísticamente significativas.

Se observa, en el siguiente cuadro, los resultados de la asociación múltiple entre las variables independientes y la incidencia de tendinopatías sufridas por los participantes de la investigación.



**Cuadro 38.** Modelo de regresión logística 4. Factores de riesgo asociados con tendinopatías en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
Alteraciones Postural Vista Lateral	5,21	0,52- 51,51	0,15
% Grasa elevado	3,76	0,92-15,43	0,065
Técnica incorrecta DL	3,32	0,81-13,63	0,095
Competir	2,85	0,73- 11,11	0,13
Puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda	2,80	0,26- 29,67	0,39
32 a 49 años	2,55	0,59-10,92	0,20

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Factores como el presentar asimetrías en la vista lateral del postural, un porcentaje de grasa elevado y tener una técnica incorrecta en el DL se identificaron como factores de riesgo para la presencia de tendinopatías con un factor de riesgo entre 3 y más de 5. También se menciona el competir, el puntaje de 0 o 1 en sentadilla profunda del FMS™ y tener entre 32 y 49 años con un OR mayor a 2. En ninguno de todos estos casos, las correlaciones fueron estadísticamente significativas para un IC de un 95%. A continuación, se presentan los resultados para asociación múltiple y algunos factores y la incidencia de lesiones musculares.

**Cuadro 39.** Modelo de regresión logística 5. Factores de riesgo asociados con lesiones musculares en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
% musculo bajo	2,51	0,71-8,80	0,15
18 a 31 años de edad	2,18	0,664-7,14	0,19
Entrenar 5 días o más	1,81	0,51-6,35	0,35
Presencia de lesiones previas	1,67	0,50-5,58	0,39
FMS™ de 14 puntos o menos	1,46	0,44-4,85	0,53
Descansar 1 solo día por semana	1,35	0,38-4,83	0,64

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

En este análisis, se encontraron varios factores de riesgo, como por ejemplo tener un bajo porcentaje de masa muscular y tener entre 18 y 31 años de edad, ambos con un OR mayor a 2. Además se encontró como factor de riesgo entrenar 5 días por semana o más, presencia de lesiones previas, un FMS™ de 14 o menos puntos y descansar solo 1 día por semana. Sin embargo ninguna de las variables fue estadísticamente significativa.

En el modelo de regresión logística 6 se detallan los factores de riesgo asociados con lesiones articulares.

**Cuadro 40.** Modelo de regresión logística 6. Factores de riesgo asociados con lesiones articulares en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
Puntaje de 0 o 1 en la Sentadilla profunda	22,65	0,74-689,37	0,073
Ocupación activa	12,06	0,91-158,45	0,058
14 puntos o menos en el FMS™	5,06	0,53- 48,19	0,15
Lesiones previas	4,08	0,46-35,49	0,20
Sexo Femenino	2,38	0,24- 23,30	0,45
Entrenar 5 días o más por semana	0,93	0,67-12,88	0,95

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Se observa que el presentar puntaje bajo de 0 o 1 en la prueba de la Sentadilla profunda del FMS™, presenta un riesgo futuro de lesión 22,65 veces mayor a aquellos que si realizaron correctamente la técnica, siendo este sin significancia estadística, sin embargo, puede presentar importancia clínica. Al igual que el anterior, tener una ocupación activa presenta un OR de 12,06 y a pesar de no tener significancia estadística del 95% existe una probabilidad de que dicha asociación se presente de un 94,2%.

Otro de los factores encontrados como de riesgo para lesiones articulares es el haber tenido lesiones previas con un OR de 4,08 y el ser de sexo femenino. Sin embargo, el entrenar más de 5 días por semana se presenta como un factor protector con OR de 0,93.

A continuación, en el modelo de regresión logística número 7, se realiza asociación múltiple entre los factores de riesgo y la lesión de sobrecarga muscular.

**Cuadro 41.** Modelo de regresión logística 7. Factores de riesgo asociados con sobrecargas en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
14 puntos o menos en el FMS™	3,69	0,86-15,76	0,078
Asimetrías circunferencias MMII	3,55	0,66-10,01	0,13
Ocupación activa	2,51	0,58-10,71	0,21
Lesiones previas	2,13	0,55-8,16	0,26
% grasa elevado	1,96	0,46-8,40	0,36
Sexo Femenino	1,66	0,39-7,06	0,49

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

En el cuadro se observa que el presentar un puntaje de 14 o menos en el FMS™ puede presentar un riesgo 3,69 veces mayor de sobrecarga, aunado con otro de los factores de riesgo encontrados, el cual es el poseer asimetrías en circunferencias de los miembros inferiores con un OR de 3,55, además el presentar porcentaje de grasa elevado, ser del sexo femenino y haber tenido lesiones previas.

Ninguno de los factores encontrados, presenta significancia estadística.

El último modelo representa la regresión logística implicada entre los factores de riesgo y las contracturas musculares.

**Cuadro 42.** Modelo de regresión logística 8. Factores de riesgo asociados con contracturas musculares en los participantes evaluados.

<b>Factor de riesgo</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>p</b>
Ocupación sedentaria	3,60	0,39-32,78	0,25
Asimetrías longitudes MI	3,10	0,55-17,51	0,19
Alteraciones vista anterior MI	1,28	0,20-8,03	0,78
Alteraciones vista lateral tronco	1,24	0,24-6,35	0,79
% musculo bajo	1,072	0,23-5,00	0,92

*OR= odds ratio; IC= intervalo de confianza al 95%; p= probabilidad;*

*Fuente: Propia a partir de los resultados obtenidos.*

Factores como una ocupación sedentaria y el poseer asimetrías en longitudes de los miembros inferiores, relacionaron un mayor riesgo de presentar contracturas musculares en los sujetos evaluados. Se menciona 3,60 y 3,10 veces más riesgo de sufrirlos en comparación con quienes no estaban expuestos, es decir, los de ocupación activa y las personas que no presentan asimetrías. Sin embargo se observa que el tener alteraciones en MI y tronco al correlacionarse con los factores de riesgo antes mencionados también presentan OR con predominancia de lesión por contractura muscular.

### **5.3. Discusión del análisis de riesgo**

En el capítulo anterior de este estudio se realizó un análisis de riesgo simple, en el cual se midió el efecto de un factor en una determinada lesión o patología de forma individual, posteriormente se compararon los resultados obtenidos en este análisis de riesgo simple con lo encontrado en la literatura y así efectuar un análisis de riesgo múltiple, en el que se calculó el valor del OR para diferentes factores respecto a la aparición de alguna alteración, tomando en consideración, la interacción de varios factores a la vez en un mismo sujeto, obteniendo datos más reales respecto a las causas de las lesiones más frecuentes en la práctica del CF.

En este modelo de análisis no se mide el riesgo de una persona de presentar una patología simplemente por el hecho de practicar CF o no, sino también se toma en consideración si realiza de forma correcta la técnica de diferentes ejercicios, los años de practicar CF, si lo practica a nivel competitivo, si practica otro deporte entre otros. Todo esto debido a que en el ser humano influyen muchas variables que al correlacionarse entre ellas, pueden dar resultado a mayor o menor riesgo de lesión (dependiendo de la misma).

En este capítulo se aborda el segundo objetivo de esta investigación, el cual busca explicar la relación existente entre la práctica del CF y las lesiones que se presentan de forma frecuente en las personas que lo practican, sin embargo, debido a la naturaleza de la investigación se obtuvo una gran cantidad de datos, por lo que la elección de los diferentes factor de exposición para cada una de las lesiones estudiadas, se realizó tomando en cuenta los resultados obtenidos mediante el análisis de riesgo simple y lo encontrado en la literatura, por esto los factores considerados de exposición en cada uno de los casos varia.

Respecto a los factores de exposición de riesgo para lesión de hombro, la cual cabe destacar que es la lesión que se encontró con mayor frecuencia, con una presencia de 20 lesiones de un total de 54, se tomaron en cuenta la cantidad de días por semana que practica CF, obteniendo un valor de  $OR=3,19$  para los sujetos que entrenan 5 o más días por semana, el tiempo en años de practicar CF con un resultado de  $OR=2,83$  para los que lo practican hace más de 1 año, personas que practican otro deporte y

práctica del CF a nivel competitivo como factores menos influyentes, además se encontró una baja relación para las personas que obtuvieron un bajo puntaje de la prueba específica para flexibilidad de hombro en el FMS™ y errores en la ejecución del OHS con OR=1,46 y 1,37 respectivamente.

De lo anteriormente mencionado se destaca que, uno de los factores más influyentes en las lesiones de hombro es la exposición a la práctica del CF a lo largo del tiempo, lo cual puede estar relacionado con el aumento de cargas en las diferentes estructuras del cuerpo.

El hombro, participa de forma directa o indirecta en la mayoría de ejercicios, además es una de las articulaciones más móviles del cuerpo y por ende una de las más inestable. Según Gil (2015), el CF es una forma de entrenamiento de alta intensidad, donde se manejan pesos elevados y con poco tiempo de descanso, lo que puede conllevar a sobrecargas musculares y articulares, esto junto a la gran movilidad e inestabilidad que presenta esta articulación, además de contar con brazos de palanca extensos, coloca al hombro en situaciones mecánicas desfavorables que terminan sobrepasando la capacidad de la musculatura del hombro, provocando una lesión.

Otro aspecto a tener presente es la mala ejecución del ejercicio, debido a que es común encontrar compensaciones en el hombro por falta de flexibilidad o fuerza de otras zonas corporales. Un ejemplo de esto es el Snatch, percibido por los participantes como uno de los ejercicios más lesivos, Clean and Jerk o el OHS los cuales son movimientos de halterofilia que requieren de muy buena técnica, ya que consisten en llevar grandes cargas de peso desde el suelo hasta una posición sobre la cabeza con los brazos extendidos en un movimiento de tracción y/o compresión explosivos.

La potencia requerida para estos movimientos debería estar dada por los músculos de las piernas, erectores de columna y extensores de la pelvis y no del hombro, como es el caso cuando se realizan movimientos compensatorios. Para esta articulación, el mecanismo de lesión repetido frecuentemente es el levantamiento de grandes cargas sin el control necesario (ya sea por fatiga o por falta de fuerza) para transmitir el peso desde el tren inferior hacia el superior de una manera eficiente (Gil, 2015).

Con respecto al sexo y la lesión de hombro, en el análisis de riesgo simple se encontró que los de sexo masculino tienden a tener menor riesgo de lesión con respecto a las de sexo femenino. Sin embargo esto es diferente a lo encontrado por Osorio et al., (2007), los cuales mencionan que los hombres son los que poseen mayor predisposición a lesiones de hombro, mientras las mujeres tienden a tener mayor riesgo de lesiones en rodillas, siendo esto tampoco confirmado en la investigación ya que más bien los de sexo masculino fueron los de mayor riesgo.

Poseer lesiones previas por lo general se presenta como un factor de riesgo (García, Albaladejo, Villanueva, y Navarro, 2015), sin embargo en caso del hombro, este es un factor de protección, lo cual puede acontecer debido a que la recuperación de la lesión previa pudo haber sido satisfactoria y el sujeto, debido a ello, presenta mayor cuidado al realizar algún tipo de movimiento que implica la zona previamente lesionada. Esto también se observó en el caso de las tendinopatías y las contracturas, demostrando que en algunos casos el sujeto puede ser más precavido para evitar una lesión futura.

En cuanto a la lesión lumbar, se consideraron factores de exposición presentar lesiones previas de rodillas, con una OR=8,02 y una significancia estadística de 0,025, así mismo presentar un puntaje del 0 al 1 en la prueba del paso del obstáculo del FMS™ presenta una OR=7,43 y también presenta relevancia estadística, con una  $p=0,034$ . Además, se toma en cuenta el puntaje obtenido en la prueba de la estabilidad rotatoria (OR= 2,89), así mismo las personas que presentaron un puntaje bajo en la prueba de estabilidad (OR=2,89), alteraciones en la columna vertebral (OR=2,68), presentar alteraciones posturales en los tobillos con un OR=2,58 y por ultimo existe una correlación no significativa a nivel estadístico, entre el sexo y este tipo de lesiones, presentando los hombres 1,34 veces más de probabilidad de lesionar esta zona.

El paso del obstáculo de las pruebas del FMS™ evalúa específicamente la mecánica de balance y transferencia del centro de gravedad del cuerpo en los patrones de movimiento asimétrico de pasos (Kiesel et al., 2007). Lo mencionado por estos autores indica que un bajo puntaje en esta prueba podría afectar diferentes patrones de movimiento empleados en el CF, tal como subir al cajón, Split Jerk y la carrera, entre otro.



Además, se puede ver afectado el balance del núcleo de estabilidad lumbopélvica el cual, se encuentra conformado por los músculos abdominales al frente, los paraspinales y glúteos en la parte trasera, el diafragma en el techo y el piso pélvico y musculatura de la cadera en la base (Akuthota, V., Feneiro, A., Moore, T., & Fredericson, 2008). Dichas estructuras se encargan en conjunto de mantener la estabilidad del tronco, además de la generación y transmisión de fuerzas desde la parte central del cuerpo hacia las extremidades, en actividades empleadas tanto en la vida diaria como en el CF tal como correr, saltar o lanzar. Aunado a esto se destaca el papel de estas estructuras en el papel preventivo del síndrome de dolor lumbar (Navas, 2010).

Respecto a presentar un puntaje bajo en la prueba de estabilidad rotatoria y alteraciones en la columna vertebral se puede pensar que de nuevo el punto principal recae en la estabilidad y las compensaciones, aunado a esto se tiene la presencia previa de lesiones en rodilla, lo cual afecta directamente el eje de transmisión de fuerzas tobillo-rodilla-cadera, por lo que de esta información se infiere que presentar alteraciones en las rodillas e inestabilidad de tronco, comprobada mediante la evaluación de las pruebas de FMS™, aumenta el nivel de riesgo de sufrir una lesión en la zona lumbar, siendo de gran importancia la estabilidad para prevenir lesiones de este tipo. Además Boyle (2017) menciona que el cuerpo se considera como una gran cadena de articulaciones y justamente el poseer inestabilidad en la rodilla o lesiones previas en la misma va a provocar que el área lumbar se vuelva móvil, siendo ésta en realidad una zona que debería ser fuerte y estable. Se puede inferir también, que los ejercicios que requieren la transmisión de fuerzas de los MMII hacia los MMSS tal como el Clean and Jerk, el Deadlift y el Overhead Squat, presentan una mayor necesidad de fuerza y estabilidad para el centro de estabilización lumbopélvico, por lo que, si este no es fuerte y estable, presentará un mayor riesgo de lesión.

En tercer lugar de relevancia se encontraron las lesiones en rodillas, se consideraron como factores de exposición presentar porcentaje de grasa elevado con un OR= 7,48 y una significancia estadística de 0,058, así mismo presentar una técnica de OHS incorrecta presenta una OR= 7,12. Además, se toma en cuenta el descanso, presentando una OR= 4,58 para las personas que descansan un día por semana, así

mismo las personas que se encontraban entre los 32 a 49 años de edad y ser de sexo masculino presentaron un OR= 2,84 y 1,48 respectivamente. Mientras que dedicarse a una ocupación considerada por las investigadoras como activa se constituye como un factor protector con una OR= 0,45.

En cuanto al porcentaje de grasa, el cual fue uno de los factores de exposición más relevantes en las lesiones de rodilla, Raya y Estévez (2016) indican que el presentar sobrepeso provoca ineficiencia en la realización de los movimientos, mientras que un incremento de grasa corporal también significa un aumento en la carga que deben soportar las estructuras corporales y la fuerza que debe generar el cuerpo para realizar movimiento. Esto aumenta el riesgo de lesiones musculares y articulares, identificando principalmente tobillos y rodillas, debido a que son una de las principales estructuras que dan soporte a la mayoría del peso corporal y además participan de forma protagónica en la locomoción (Raya y Estévez, 2016).

Peña, Calvo y Doblaré (2006) identifican la rodilla como una articulación para la cual la estabilidad es de especial importancia, debido a que es la transmisora de grandes cargas en rangos amplios de movimiento, formando parte del eje de transmisión de cargas tobillo-rodilla-cadera, mencionado anteriormente, el cual juega un papel importante en la realización de la OHS, donde debe moverse un peso desde el suelo hasta una posición por encima de la cabeza con los brazos extendidos y bloqueados. Sin embargo, donde la rodilla tiene mayor sollicitación para mantener su estabilidad, es en los trabajos de carrera, cambios de velocidades y direcciones, además de posturas forzadas, concediendo esto con lo mencionado por Kiesel, Plisky y Voight (2017).

Respecto a los días de descanso, Márques, Calleja, Arratibel, y Terrados (2016), mencionan que la fatiga es un factor de riesgo en la aparición de las lesiones porque disminuye la función protectora de la musculatura sobre las articulaciones, además de restar precisión a los movimientos corporales. Respecto a la edad, en este mismo estudio se menciona el efecto de la exposición y el desgaste como un factor influyente en la aparición de lesiones.

En cuanto al sexo, como menciona Weisenthal et al., (2014), frecuentemente los hombres son los que mueven mayores cargas de peso en los levantamientos, por lo que se supone son los que se encuentran en una situación más vulnerable respecto a las mujeres, además de que éstas tienden a pedir mayor apoyo durante los entrenamientos, sin embargo cabe destacar que este factor fue uno de los que menos aumentó la probabilidad de sufrir una lesión; esto aplicaría de igual forma para las lesiones de la zona lumbar.

Otra de las lesiones analizadas fueron las tendinopatías, para las cuales se tomó en cuenta las alteraciones posturales en la vista lateral del postural, con un OR= 5,21, porcentaje de grasa elevado, presentando un OR= 3,76, presentar errores de técnica en la ejecución del DL (OR= 3,32), mientras que realizar CF a nivel competitivo, presentar un puntaje de 0 a 1 en la sentadilla profunda del FMS™ y encontrarse entre los 32 a 49 años presentan un OR= 2,85, 2,80 y 2,55 respectivamente.

En general las tendinopatías se encuentran asociadas según Cilveti y Idoate (2001), a tensiones repetidas, impactar constantemente con superficies duras o vibraciones constantes. Lo anterior aunado a alteraciones en la vista lateral del postural, las cuales según la estadística descriptiva, presentaba predominio la anteriorización de los hombros, coloca en una posición muy vulnerable los tendones estabilizadores del hombro específicamente. Estos mismos autores indican que las tendinopatías en hombro aparecen en posturas donde los codos deben estar elevados, o en gestos de levantamiento o alcance repetidos, con o sin carga. Estos movimientos mencionados previamente, son empleados de forma frecuente en el CF, presentando, los tendones tanto del hombro como de la cadera y la rodilla, las principales causas de tendinopatías ya que al realizar flexo-extensiones profundas, los tendones tanto de cadera como de rodilla rozan repetidamente tuberosidades óseas, lo cual es equivalente a impactarse contra superficies duras, así mismo el tendón del manguito rotador específicamente se puede ver afectado al comprimirse en su paso entre el acromion y el humero al mover cargas de peso importante desde el suelo hasta una posición por encima de la cabeza, donde el hombro además queda comprimido, soportando las cargas.

En cuanto a la técnica del DL, uno de los errores más comunes en esta técnica es levantar el peso con el cuello en hiperextensión y la musculatura que se encarga de la retracción escapular desactivada, es decir, hombros anteriorizados, lo cual expone principalmente al complejo tendinoso del hombro a soportar fuerzas importantes de tracción, ya que debe desplazar un peso que sea retador para músculos mucho más grandes y fuertes como lo son los de las piernas. Lo mismo sucede con respecto a las rodillas, ya que al realizar el análisis de la técnica se observó que la mayoría de sujetos realizaba una hiperflexión de las mismas, lo cual representa un error en la técnica, lo que realizado repetitivamente, puede producir tendinopatías o afectaciones en la rodillas de cualquier tipo.

En cuanto a practicar CF a nivel competitivo Sprey et al., (2016), indican que este factor por sí solo no representa un aumento significativo en el riesgo de lesión, sino más bien, porque implica mayor cantidad de horas de entrenamiento, menor tiempo de descanso y la utilización de pesos más altos, ya que en CF se utiliza un peso estándar según la categoría para realizar cierta cantidad de repeticiones, por lo tanto es la correlación de diferentes variables las que son un factor de riesgo.

Por otro lado, se puede pensar en otros factores que quedan fuera de análisis en esta investigación debido a su naturaleza, tal como el factor psicológico, que lleva a las personas que compiten a sus límites físicos e incluso más allá de ellos con el fin de tener un buen resultado, además de manejar mayores niveles de estrés psicológico, al no practicarse el CF como algo ocasional y para mejorar la condición física, sino buscando una mejora en ciertos tiempos, pesos y resultados.

La primera prueba del FMS™ (sentadilla profunda) evalúa la simetría, funcionalidad y movilidad de las caderas, rodillas y tobillos. Por tanto, presentar un mal puntaje en esta prueba puede hablar de falta de movilidad en tobillos y/o flexibilidad en isquiotibiales. Esto tendría como resultado un impacto importante en la ejecución del DL y en la integridad de algunos tendones tal como el de Aquiles, o los estabilizadores de tobillo y rodilla, entre otros (Kiesel et al., 2007) .

A diferencia con lo encontrado en la literatura, en donde se menciona que las mujeres tienden a sufrir mayor número de tendinopatías debido a los estrógenos (Osorio et al.,

2007), en la investigación se encontró lo contrario, al igual lo citado anteriormente con respecto a lesiones de rodillas. Esto, nuevamente puede ser debido a que como mencionan Weisenthal et al. (2014) los de sexo masculino, tienden a pedir menos apoyo y a cargar más peso, por una cuestión de fuerza y de compañerismo.

En cuanto a las lesiones musculares, se contempló presentar un porcentaje de musculo bajo con un OR= 2,51, a diferencia de los factores anteriores para este tipo de lesiones encontrarse entre los 18 a 31 años de edad presentó un OR= 2,18, de igual forma que en las anteriores entrenar 5 días o más se constituyó en un factor de riesgo con una OR de 1,81 y en menor medida se encuentran la presencia de lesiones previas (OR= 1,81), presentar un FMS™ de 14 puntos o menos (OR= 1,46) y por último descansar un solo día por sema (OR= 1,35)

Según González et al., (2006), las lesiones musculares son las más frecuentes en deportistas, por lo que representan el principal motivo de ausentismo del atleta a los entrenamientos, lo que afecta directamente el desempeño en competición.

El nivel de fuerza de la musculatura junto con las propiedades funcionales del músculo y su función fijadora en las articulaciones de carga son factores determinantes de protección en las lesiones deportivas (Raya y Estévez, 2016). Además, es de igual importancia la cantidad de masa muscular en el deportista que el balance muscular y de fuerza. Por estas razones, presentar un porcentaje de masa muscular bajo aumenta la probabilidad de sufrir una sobrecarga, contractura, desgarro muscular u otra lesión de etiología muscular, siendo esto de mayor significancia en CF, ya que además de trabajar con pesos altos los movimientos son explosivos y poco controlados, en los casos en que las personas cuentan con menos experiencia.

Por otro lado, presentar un FMS™ con un puntaje igual o menor a 14 puntos, se encuentra relacionado a la aparición de lesiones de diferente origen. En esta investigación se encontró una fuerte relación con las lesiones de origen muscular específicamente.

Moran et al. (2017), indican que presentar un FMS™ igual o menor a 14 se relaciona con la aparición de lesiones en poblaciones físicamente activas, como militares, jugadores de futbol americano y atletas universitarios. A su vez, mencionan que utilizar

únicamente el FMS™ como predictor de lesiones es inespecífico, debido al carácter multifactorial de la aparición de las mismas, sin embargo, el presentar un puntaje bajo en el FMS™ y presentar asimetrías en la puntuación de una extremidad y otra si presentaba mayor valor predictor en cuanto a la aparición de lesiones.

Presentar un historial de lesiones previas también se colocó como un factor de riesgo para la presencia de lesiones musculares, esto se puede atribuir a diversos factores, como el desequilibrio y deterioro de la fuerza y flexibilidad muscular, inestabilidad mecánica y/o funcional, más la presencia de tejido cicatricial. Sin embargo, no se puede dejar de lado el hecho de que las lesiones previas simplemente indiquen que el sujeto desde siempre se encontraba propenso a sufrir una lesión, debido a diferentes factores, tal como la anatomía (Moran et al., 2017). También se debe tomar en cuenta la posibilidad de un pobre proceso de diagnóstico y rehabilitación fisioterapéutico en estos atletas, aunado a una temprana vuelta a la competición, lo cual incrementa el riesgo de recaer en una lesión (Raya y Estévez, 2016).

Respecto a practicar CF más de 5 veces por semana y descansar únicamente un día por semana, se encuentra relacionado más con un aspecto de recarga muscular y fatiga, factores cuyos efectos para el cuerpo ya fueron discutidos previamente. En cuanto a la edad, tener entre 18 y 31 años, se puede atribuir a que, según lo observado por las investigadoras, la mayoría de las personas que practicaban CF a nivel competitivo y por tanto entrenaban más de 5 días por semana y descansaban un único día por semana, se encontraban en este rango de edad, por lo que este factor realmente se puede ver influenciado por otros aspectos ajenos a la edad como tal.

Con respecto al hecho de poseer una ocupación activa, esto se encontró ser un factor de protección con un OR de 0,86. Esto se puede deber a que los trabajos con mayor actividad implican que el sujeto presente mayor masa muscular, lo cual como se mencionó con anterioridad es un factor también de protección ante dicha lesión (Ordóñez, Gómez, y Calvo, 2016). Sin embargo en este sentido se menciona que las lesiones lumbares se presentan con mayor riesgo en este mismo tipo de ocupación, con un OR de 1,16 , debido a que por lo general, los sujetos se encuentran de pie la mayoría del tiempo, levantan cargas pesadas, se colocan de cuclillas muy seguido o

mantienen las manos en un plano superior al de la cabeza (Ordóñez et al., 2016). De aquí que la lesión muscular puede variar dependiendo de la zona anatómica.

Para las lesiones articulares se tomó en cuenta, presentar un puntaje de entre 0 a 1 en la prueba de sentadilla profunda en el FMS™, con una OR= 22,65, dedicarse a una ocupación catalogada como activa (OR= 12,06), presentar un puntaje menor a 14 en el FMS™, OR= 5,06, contar con un historial de lesiones previas (OR= 4,08) y en último grado de relevancia ser de sexo femenino con un OR= 2,38. Mientras que entrenar 5 días o más por semana se coloca como un factor protector con un valor de OR= 0,93.

La sentadilla profunda requiere una buena movilidad de tobillo, rodilla y caderas, además de la extensión de la columna torácica y flexión y abducción de los hombros. Un déficit en la ejecución de esta prueba puede significar un déficit en el control corporal utilizando los músculos del centro de estabilización lumbopélvico y poca estabilidad de los mismos, además de la falta de movilidad del tronco, limitación de movimiento de la articulación gleno-humeral, de cadera y/o tobillos (Trujillo, 2018). En resumen, esta prueba brinda información sobre la estabilidad y control motor del cuerpo de una forma bastante global, por lo tanto, es posible asociarla a las lesiones articulares producto de la inestabilidad.

En cuanto a presentar un puntaje de FMS™ menor a 14 y presentar lesiones previas, se discutió con anterioridad su papel en la aparición de lesiones, como por ejemplo el deterioro de la propiocepción posterior a una lesión, o la pérdida de flexibilidad de un segmento debido a la cicatrización posterior, lo cual al final recae en una pérdida de estabilidad articular que se refleja en el puntaje del FMS™.

En cuanto a pertenecer al sexo femenino, las mujeres tienden a presentar menores niveles de fuerza y mayor laxitud ligamentosa, que junto a factores anatómicos, hormonales y neuromusculares hacen que se incremente el riesgo de lesión en gestos que requieren un elevado control motor (Raya y Estévez, 2016).

Con base en lo expuesto hasta el momento, se puede pensar que la estabilidad y el control neuro-muscular son factores protagonistas en las lesiones de origen articular. Por otro lado, se tiene que entrenar 5 o más días por semana se constituyó como un factor protector, sin embargo, aunque esto se podría asociar a un incremento de masa

muscular y un aumento en la propiocepción debido a un mayor estímulo en el ejercicio por la cantidad de horas de entrenamiento, la OR es muy cercana a 1, lo cual indica que este realmente no sería un factor protector ni de riesgo para estas lesiones.

Al evaluar el factor de sobrecarga, se toma en cuenta un puntaje de FMS™ menor a 14 puntos, con una OR= 3,69, presentar asimetría en circunferencia de MMII, presentando una OR= 3,55, tener una ocupación activa (OR=2,51), presentar lesiones previas, dando una OR= 2,13 y por último tenemos el porcentaje de grasa elevado y ser de sexo femenino, con una OR= 1,96 y 1,66 respectivamente.

Cardero (2008) menciona que las sobrecargas musculares se encuentran relacionadas a contracciones musculares intensas y repetitivas, también se conocen como lesión por esfuerzo y afectan más frecuentemente a los miembros superiores, lo cual también explicaría el predominio de lesiones en hombro encontrado en este estudio.

Como ya se mencionó con anteriormente, el puntaje del FMS™ se encuentra ligado a la simetría y funcionalidad de algunos patrones de movimiento, sin embargo, por sí sólo no es suficiente para determinar si una persona presenta mayor o menor riesgo de lesión, no obstante, para este modelo de regresión se puede ver que en segundo lugar se encontraba la asimetría de miembros inferiores, lo que lleva a pensar que existe recarga de esfuerzo en uno de los MMII y por esto hay mayor circunferencia en uno respecto al otro. Es decir, presentar un FMS™ menor a 14 habla de desbalances y desequilibrios en fuerza, flexibilidad y estabilidad corporal, lo que se ve rectificado por la presencia de una diferencia en miembros inferiores, de aquí se obtiene que las personas que sobrecargan una de las extremidades y además presentan desbalances y asimetrías corporales presentan un mayor riesgo de sufrir lesiones por sobrecarga muscular.

En cuanto a dedicarse a una ocupación activa, el aumento de riesgo se puede deber a un aumento en la fatiga muscular, debido a que muchas de las personas que se catalogaron como dedicadas a una ocupación activa eran estudiante de educación física o entrenadores, por lo cual el nivel de solicitud física para el desempeño de su labor es mayor que el de una persona con un puesto sedentario, esto disminuye el



tiempo que se puede dedicar al descanso y recuperación física, lo cual se encuentra estrechamente relacionado con la fatiga muscular, que según Márques et al. (2016), disminuye la actividad propioceptiva del cuerpo en momentos de alto riesgo, además de disminuir los tiempos de respuesta en las reacciones de protección, teniendo como resultado un aumento en los riesgos de lesión.

Como se discutió anteriormente, pertenecer al sexo femenino es un factor de riesgo en el sentido en que presentan mayor flexibilidad articular, sumado a presentar menor porcentaje muscular y un mayor porcentaje de grasa, lo que como se mencionó anteriormente, son factores que predisponen a la aparición de lesiones de diversas etiologías.

Con respecto a la edad, al igual que lo mencionado por Elkin et al. (2019), se encontró que los sujetos de menor edad están predispuestos a mayor lesiones de sobrecarga, con OR de 2,06 mayor riesgo de lesiones que los sujetos de mayor edad. Esto debido a que los sujetos más jóvenes, presentan menor maduración muscular y articular, además que por lo general tienden a ser los que levantan mayor peso con menos análisis de riesgo, justamente debido a la presión de compañeros o entrenadores. También se menciona que según lo observado, estos son los que por lo general entrenan sin supervisión, y como se menciona en la bibliografía, el número de lesiones disminuye con el entrenador presente (Hak et al., 2013; Weisenthal et al., 2014)

Para el modelo de regresión logística de las contracturas musculares se tomó en cuenta dedicarse a una ocupación catalogada por las investigadoras como sedentaria, presentando una OR= 3,60, así mismo, se consideró factor de riesgo presentar asimetrías en la longitud de MMII con una OR= 3,10 y en menos medida las alteraciones en el postural en la vista anterior para MMII, alteraciones de tronco en la vista lateral y un porcentaje de masa muscular bajo, presentaron un OR= 1,28, 1,24 y 1,07 respectivamente.

Las contracturas musculares, al igual que las anteriores lesiones estudiadas, presentan un origen multicausal. Cardero (2008), indica que algunas de las razones por las que pueden aparecer son: estímulos de activación nerviosa excesiva, malas posturas o posturas viciosas, traumatismos directos o indirectos. Las contracturas

pueden modificar la biomecánica de las diferentes articulaciones, dando como resultado la aparición de otras lesiones debido a movimientos compensatorios.

En la presente investigación, las alteraciones en la pelvis se tomaron como parte de las alteraciones de MMII, por lo que las alteraciones posturales de MMII en la cara anterior valoraban la altura de las espinas iliacas y en la vista lateral en tronco se encontró con mayor frecuencia la basculación pélvica y la hiperlordosis.

Respecto a las malas posturas, el cuerpo va presentando una adaptación progresiva a estas, teniendo como resultado grupos musculares excesivamente elongados o acortados.

La postura y el equilibrio de las estructuras corporales dependen de la armonía entre la cintura escapular, los miembros superiores, la columna vertebral, la cintura pélvica y los miembros inferiores; si existen problemas para mantener la armonía de estas estructuras ocurre el desorden postural (Rosero y Vernaza, 2010). Esto se encuentra estrechamente relacionado al siguiente factor de riesgo, que sería presentar una diferencia de longitudes en MMII, esto además de estar ligado con las alteraciones encontradas en la vista anterior de los MMII, al influir en la posición de la pelvis, también crea una pérdida de la armonía en el resto de las estructuras, tal como la columna, que podría compensarlo con una escoliosis funcional.

La posición de la pelvis representa la clave del correcto alineamiento postural, además la horizontalidad de la pelvis depende en gran medida de la simetría en los miembros inferiores y la diferencia de altura entre las dos espinas iliacas anterosuperiores puede provenir de una angulación en varo o en valgo del pie o simplemente, de una diferencia de longitud de los miembros inferiores similar (Rosero y Vernaza, 2010).

En cuanto a dedicarse a actividades laborales sedentarias, se puede relacionar con el hecho de pasar largas horas en posturas viciosas, como el uso de computadoras en posiciones no ergonómicas o largas horas en posición sedente. Sin importar la postura que se adopte, si esta se mantiene durante periodos de más de ocho horas, durante seis días a la semana, sin apenas alguna variante, eventualmente recaerá en vicios posturales, lo que conlleva a desbalances musculares y contracturas de los músculos solicitados en mayor o menor medida. Aunado a esto se tiene la liberación de cortisol,

frecuente en trabajos que cursan con la presencia de altos niveles de estrés, la cual es una hormona estrechamente relacionada con la aparición de contracturas y rigidez muscular (Castillo y Ramírez, 2009). Por lo tanto, se puede decir que las contracturas musculares se encuentran estrechamente relacionadas a alteraciones posturales y posturas viciosas mantenidas a lo largo del tiempo y que a su vez pueden alterar los patrones biomecánicos del cuerpo dando como resultado la aparición de lesiones de otro tipo y malestar corporal.

En el caso de entrenar hace más de un año en CF y contracturas, se presentó como un factor de protección con un OR de 0,61, esto puede ser debido a como mencionan Montalvo et al. (2017), los sujetos tienden a presentar mejor técnica y mayor conocimiento de sus capacidades y técnica de movimiento.

## **CAPITULO VI. GUÍA PARA PREVENCIÓN DE LESIONES EN LOS PARTICIPANTES DE CROSSFIT**

### **6.1 Presentación**

La propuesta de intervención fisioterapéutica, es una guía de ejercicios enfocada en la prevención de lesiones presentes durante la práctica de Crossfit y corresponde a parte fundamental del proyecto para optar por el grado de Licenciatura en Terapia Física. La misma fue elaborada por Pamela Cusi López y Falon Peraza Quirós, a partir de los resultados obtenidos en el trabajo final de graduación (TFG) titulado “principales lesiones musculoesqueléticas y factores de riesgo en la práctica del Crossfit de los usuarios de dos establecimientos ubicados en tres comunidades del valle central, durante el segundo semestre del año 2018 y primer semestre del año 2019”.

Esta guía se encuentra dirigida a la figura de “director de programa” que se define en el ***“Manual de normas para la habilitación de centros de acondicionamiento físico”***, para que orienten a las personas que entrenan con respecto a la prevención de lesiones musculo-esqueléticas más comunes durante la práctica del Crossfit.

### **6.2 Metodología de la investigación**

El estudio fue realizado con un total de 60 participantes de ambos sexos que practican Crossfit, pertenecientes a los Centros de entrenamientos o Box de: Catharsis Elite Fitness en Heredia y Crossfit 506 en sus dos sedes, Escazú y Guayabos, durante el segundo y primer semestre de los años 2018 y 2019 respectivamente.

El objetivo principal del estudio fue analizar las principales lesiones musculo esqueléticas y factores de riesgo asociados a la práctica del Crossfit.

Para la recolección de datos, se aplicó un cuestionario auto administrado a los participantes, con preguntas básicas a nivel sociodemográfico, además de un historial de lesiones, ya sea producidas en actividades no referentes al Crossfit como aquellas que si eran causadas por la práctica de dicha disciplina. También se les realizó una evaluación postural para conocer si los sujetos presentaban desalineaciones o alguna alteración en zonas anatómicas específicas del cuerpo. Se les aplicó además un instrumento para evaluar patrones básicos de movimiento, denominado FMS™.

Aunado a lo anterior, se les solicitó realizar tres ejercicios presentes normalmente en la práctica del Crossfit: Deadlift, Clean and Jerk y Overhead Squat, los cuales fueron grabados por las investigadoras para posteriormente ser analizados. También se hizo observación de un entrenamiento para conocer el método de trabajo de cada una de las sedes. A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis de los datos con el objetivo de encontrar relación entre las variables antes mencionadas y determinar cuáles son los principales factores de riesgo de lesión más comunes.

## **6.2 Functional Movement Screen (FMS™)**

El Functional Movement Screen fue diseñado por el fisioterapeuta Gray Cook y el Dr. Lee Burton en el año 1998, con el propósito de reunir datos objetivos para el análisis de los patrones de movimiento humano con respecto al desempeño funcional o la prevención de lesiones en atletas (Gray Cook, Burton, Kiesel, Rose, y Bryant, 2010).

El test está diseñado en patrones de movimiento, los cuales son la representación de movimientos simples realizados a la vez, para desarrollar un movimiento más complejo que cumpla una función específica. Este permite que se activen músculos para estabilización central, desplazamiento de los segmentos corporales o mover el centro de gravedad, o en debido caso, combinar todo lo antes mencionado (Cook et al., 2010).

Dichos patrones de movimiento fundamentales están diseñados para proporcionar un rendimiento cuantificable y observable de determinados movimientos básicos. Las pruebas exponen al sujeto a posiciones donde se ven expuestas debilidades, desequilibrios y sobrecompensaciones musculares, donde en consecuencia se hace evidente la falta de estabilidad y la movilidad apropiadas. Por lo tanto, mediante estas pruebas se pretende analizar los desequilibrios bilaterales así como la movilidad-estabilidad del sujeto, de forma tal de poder abordar un plan de entrenamiento de manera más eficiente, por ejemplo orientado a la fuerza y trabajar sobre debilidades y desequilibrios musculares (Cook et al., 2014).

Dichas pruebas poseen un puntaje de 0 a 3:

- 0- Puntuación más baja debido a dolor durante la prueba
- 1- La persona es incapaz de realizar correctamente el patrón de movimiento

- 2- El sujeto cumple el movimiento pero necesita compensar
- 3- Realiza correctamente el patrón de movimiento sin compensación o asimetrías observables.

El puntaje máximo para el total de pruebas es de 21 puntos.

El test FMS™ proporciona a través de sus resultados, las bases para la prescripción de un programa de entrenamiento desarrollado con un enfoque en la creación de patrones de movimiento funcional (Marochi et al., 2013). Por lo tanto, a través de los resultados arrojados por el Test, los directores de programa, educadores físicos o terapeutas, pueden centrarse en las dificultades de los mismos, mejorando directamente las fallas y evitando de este modo futuras lesiones.

### **6.3 Movilidad y estabilidad**

La movilidad se refiere a la capacidad que posee una articulación de expresar un rango de movimiento de forma activa, sin ayuda externa. Está condicionada por varios factores como son: los topes óseos, la rigidez o laxitud de los ligamentos, la capacidad de elongación de músculos y tejido conectivo, así como la mayor o menor masa muscular o adiposa. Si se reduce la movilidad, es probable que la información aferente de los propioceptores se vea afectada negativamente, dando como resultado una menor conciencia corporal y menor capacidad para realizar movimientos, de aquí la importancia de entrenarla constantemente para evitar perderla (Saéz, 2005) .

La estabilidad articular se define como la capacidad de una articulación para soportar choque mecánico y movimiento sin luxación o resultar desplazada o lesionada. Esta depende de la tensión de estructuras viscoelásticas pasivas (ligamentos), así como de órganos viscoelásticos activos (músculos), además del apoyo del hueso circundante (estabilidad ósea) y el tejido blando, como la cápsula articular. La estabilidad varía según la articulación esté en movimiento (estabilidad dinámica) o estático (estabilidad estática). El hueso contribuye sobre todo a asegurar la estabilidad estática; el ligamento y la cápsula colaboran en la estabilidad estática y estabilidad dinámica; el músculo sólo contribuye a conseguir la estabilidad dinámica. La estabilidad de las distintas articulaciones es muy variable, y los distintos tipos de estabilidad varían dentro de una misma articulación. La cadera, por ejemplo, presenta gran estabilidad

ósea, mientras que al rodilla tiene poca estabilidad ósea pero mucha ligamentaria y muscular. Una flexibilidad excesiva reduce la estabilidad y vuelve la articulación propensa a sufrir accidente. De aquí la importancia de conocer si el sujeto presenta hipermovilidad y prevenir posibles lesiones (Fort y Romero, 2013).

Para mejorar la estabilidad se debe trabajar activación muscular, para que además se utilicen músculos que se encuentren inhibidos y mejorar la calidad del movimiento (Boyle, 2017). Sin embargo la activación es importante también para la realización correcta de ejercicios de fuerza o de resistencia. Por ejemplo es adecuado activar glúteos al realizar sentadillas o desplantes, para no recargar músculos más pequeños o que no se desean trabajar (Boyle, 2017).

#### **6.4 Hallazgos de la investigación**

En la investigación se evaluaron 60 sujetos de ambos sexos. Se registraron un total de 54 lesiones provocadas en el Crossfit. Se evidenció que las zonas anatómicas afectadas por un mayor número de lesiones en la práctica del Crossfit fueron el hombro en primer lugar, seguido por el área lumbar y las rodillas respectivamente. Autores como Weisenthal et al., (2014) y Hak et al., (2013) concuerdan con la incidencia de lesiones en dichas zonas anatómicas. El tipo de lesión encontrado con mayor frecuencia en dicha investigación, fueron las lesiones musculares, en específico contracturas y sobrecarga; las tendinosas (sobretudo tendinitis) y las articulares.

Entre los ejercicios que se encontraron ser de mayor riesgo para los participantes se mencionan, en orden de incidencia de lesiones, el Snatch, el Deadlift y el Clean and Jerk.

Con respecto a la evaluación postural, se obtuvieron las siguientes alteraciones: Antepie everso e inverso; tobillos en valgo y varo; pie plano y cavo; rotula ascendida; rodilla en valgo, varo y recorvatum; cadera ascendida, retroversa y anteversa; hombros proyectados al frente y ascendidos; escapula ascendida; escoliosis dorsal, hiperlordosis y rectificación lumbar.

De acuerdo con los resultados de la aplicación del instrumento del FMS™, las puntuaciones más bajas fueron de 10 puntos y las más altas de 20 puntos. Las puntuaciones que más veces se obtuvieron, fueron 13 y 16 puntos, con 10 sujetos

cada uno. Ninguno de los participantes obtuvo la puntuación de 0, que es la puntuación mínima y tampoco nadie logró la puntuación máxima, que es de 21.

En cuanto a la técnica del Clean and Jerk, el Overhead Squat y el Deadlift, la mayoría de sujetos presentó errores de técnica con lo que respectan las rodillas y la posición de la cabeza. Además, se menciona que en el OHS, también hubo mucha falta de movilidad y de técnica al bajar en la sentadilla.

## **6.5 Factores de riesgo**

Se obtuvo que las zonas afectadas por lesión y el tipo del mismo, varían dependiendo del sexo del sujeto. El sexo femenino presentó mayor riesgo de lesiones en hombro, lesiones musculares, articulares y contracturas y el sexo masculino en las restantes.

Se determinó que la variable intrínseca referente a la edad, se va a presentar en la mayoría de los casos como un factor de riesgo, mostrando en los participantes entre 32 y 49 años una alta incidencia de lesiones musculo tendinosas. Las únicas excepciones encontradas, fueron para las lesiones musculares y en específico la sobrecarga, en la que se presentó mayor riesgo en los sujetos de entre 18 y 31 años de edad.

El porcentaje de grasa elevado fue encontrado como un factor de riesgo para varias lesiones, entre ellas lesiones de rodillas, tendinopatías y sobrecarga muscular. Sin embargo, cabe mencionar que en todas las demás lesiones también es una variable a tomar en cuenta. En el caso del musculo en cambio, un porcentaje bajo se presenta como un factor de predisposición para lesiones en todos los casos.

Relacionado con el FMS™, se determinó que los sujetos que obtuvieron puntajes de 0 o 1 en alguna o varias de las pruebas, presentaron un riesgo aumentado de sufrir lesiones. Entre las pruebas con más riesgo se encontró la sentadilla profunda, el paso al obstáculo, la estabilidad rotatoria y la movilidad de hombro. Además, el tener 14 puntos o menos en el puntaje total de dicha prueba, es un riesgo para lesiones musculares, articulares y sobrecarga muscular.

En el caso del postural se encontró que el presentar alteraciones en determinadas zonas anatómicas se presenta como factores de riesgo, al igual que haber tenido



lesiones previas, aunque en el caso de esta última en algunas lesiones fue un factor de protección debido a que los sujetos tienen mayor cuidado a la hora de realizar los ejercicios para evitar otra lesión.

Entrenar 5 días o más por semana es un factor de riesgo para lesiones de hombro, lesiones musculares y articulares. El descansar solo 1 día por semana en la mayoría de los casos también se presentó como un factor de riesgo a tomar en cuenta.

Los sujetos que compiten en dicha disciplina presentan en la mayoría de los casos mayor riesgo de lesiones que los participantes que no compiten.

En la siguiente tabla se registran los factores de riesgo encontrados y las posibles acciones para prevenirlos a modo de resumen.

**Tabla 5** Resumen de los factores de riesgo y posibles acciones de prevención.

<b>Factores de riesgo</b>	<b>Acción a tomar</b>
Entrenar 5 días o más por semana	Se considera que el sujeto puede seguir entrenando dicha cantidad de días, sin embargo se considera importante tener presente la carga de entrenamiento de la semana, aunando días con menor carga, en los cuales puede realizar algunos de los ejercicios expuestos en dicha guía o algún tipo de actividad de menor impacto físico.
Descansar solo 1 día por semana	Se recomienda tomar más tiempo de descanso o entrenar con menor intensidad al menos dos días por semana para una correcta recuperación
Practicar CF hace más de un año	Se recomienda planificar bien las sesiones de entrenamiento, poseer el descanso adecuado y realizar ejercicios de movilidad y activación para evitar lesiones. Siempre estar pendiente de la técnica y de la carga del peso a utilizar para evitar excederse.
Práctica de otro deporte	Al igual que el anterior, se considera adecuado por lo tanto tomar uno o varios días para la práctica de la movilidad, estabilidad y activación muscular, para así evitar la sobrecarga al realizar otro deporte.
Edad mayor	Se recomienda siempre estar pendiente de la correcta técnica, realizar ejercicios correctivos como los de la guía y evitar el peso excesivo.
Edad menor	Siempre solicitar ayuda del director de programa para guiar los movimientos y manejar la carga de peso según las posibilidades. Recordar que aún no se posee madurez muscular por lo que se debe de cuidar de lesiones.
Errores en la técnica de los ejercicios	Se aconseja revisar la técnica paso a paso, hacer adaptaciones si es el caso, inclusive sin peso o con otro tipo de elemento para

evaluados (OHS,DL y Clean and Jerk)	poder mejorar la fluidez de los ejercicios. Además se recomienda realizar las pruebas expuestas en dicha guía y hacer énfasis en las que presentaron un resultado negativo, ya que esto puede afectar la técnica de los ejercicios en sí.
Puntaje bajo en algunas pruebas de FMS™ o en el test general presentar un puntaje menor o igual a 14	Al igual que el aspecto anterior, es importante hacer énfasis en movilidad, estabilidad y activación muscular, para poder evitar mala técnica en ejercicios cotidianos y en los resultados del test de FMS™. Seguir la guía y utilizarla hasta ser necesario.
Porcentaje de grasa elevado y porcentaje de musculo bajo	En dicho caso como recomendación general se hace énfasis en no realizar ejercicios de mucho impacto, tales como saltos al cajón; Burpees con salto o ejercicios que impliquen sostener el propio peso con las manos desde el rack (por ejemplo pull ups) hasta bajar un poco más el porcentaje graso y elevar la masa muscular, ya que ambos factores pueden ser perjudiciales para una lesión. Se aconseja trabajos de HIIT y de pesas, siempre y cuando se pueda respetar la técnica y la capacidad del cliente. Idealmente mientras el cliente pasa este proceso debe trabajar los ejercicios de la guía para ganar movilidad, estabilidad y fuerza muscular, al realizarse además con los entrenamientos de CF.
Competir	Siempre es importante realizar descarga muscular al competir y estirar, además de no solicitar más esfuerzo a los músculos que se comprometieron en la competencia. Hacer una planificación correcta de los entrenamientos, incluyendo días más ligeros para recuperación física. Se recomienda realizar movilización y ejercicios tales como el yoga para relajación mental y física.
Alteraciones físicas	Es aconsejable acudir a un especialista de ser el caso, por ejemplo para el uso de plantillas o algún tipo de soporte según la alteración. Hacer ejercicios específicos dependiendo de la alteración, guiados por un especialista. Fortalecer masa muscular y liberar tensiones de ser necesario.
Lesiones previas	Evitar movimientos no adecuados con peso excesivo o buscar una correcta recuperación de la lesión para evitar la aparición de una nueva.
Ocupación activa o sedentaria	Tomar los tiempos de descanso adecuados y realizar ejercicios de estiramiento cada cierto tiempo durante la jornada laboral. Evitar movimientos repetitivos o cargas pesadas.
Sexo masculino	Evitar cargas físicas excesivas debido a la presión externa y hacer énfasis en la técnica. Trabajar ejercicios de movilidad y estabilidad.
Sexo femenino	Fortalecer las estructuras anatómicas y hacer énfasis en ejercicios de estabilidad y activación muscular. Evitar los ejercicios de movilidad en zonas con ya mucha movilidad y flexibilidad.

Fuente propia a partir de los resultados obtenidos.

## **6.6 Guía para prevención de lesiones**

La guía para prevención pretende reducir de manera significativa la incidencia de lesiones que se han visto provocadas por deficiencias en los patrones de movimiento y en las alteraciones posturales presentes en los sujetos que practican el Crossfit, de acuerdo a los resultados obtenidos en dicha investigación. La misma se divide en dos partes, la primera parte está relacionada con la evaluación de las personas que entrenan Crossfit y la segunda, se refiere a un programa de ejercicios correctivos específicos para prevención de lesiones, haciendo énfasis a la movilidad y la estabilidad de zonas anatómicas específicas, con importancia para la correcta realización de la mayoría de ejercicios presentes en Crossfit.

La primera parte de la guía se refiere a la evaluación de los participantes de Crossfit. Idealmente el sujeto al entrenar por primera vez en el centro de entrenamiento, debería recibir siempre una evaluación inicial, con la que los directores de programa pueden conocer las debilidades y fortalezas de los mismos. A través de esta evaluación, se pueden formular objetivos más individualizados y así de este modo introducir los ejercicios adecuados según las habilidades de cada persona y trabajar sobre las debilidades.

### **6.6.1 Evaluación inicial**

Esta parte la debe realizar siempre el director de programa al cliente que inicia por primera vez el entrenamiento de Crossfit en dicho establecimiento, además lo ideal sería realizarla cada 6 meses para ver el avance del mismo, por lo que se debe efectuar también a los clientes habituales.

#### **Funciones:**

- Es una herramienta clave para conocer las necesidades del cliente.
- Programación de los entrenamientos según los resultados de la evaluación.
- El cliente comprende la importancia de mejorar dichos aspectos para poder entrenar de la mejor forma.
- Pone límites en ejercicios para los directores de programa pero sobre todo para los clientes que pueden querer realizar ejercicios en los cuales aún no están preparados.
- Ayuda a evaluar el plan de entrenamiento, ya que el propósito es realizar las pruebas cada vez mejor.


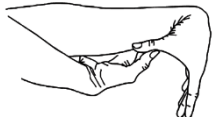
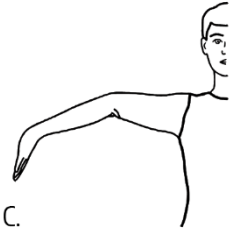
**Objetivo:**


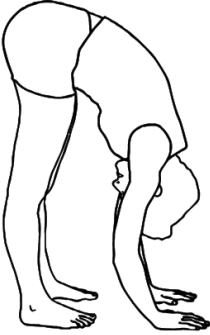
Conocer debilidades y fortalezas de los sujetos que practican Crossfit para poder preparar de forma correcta un plan de entrenamiento de ejercicios correctivos.

**Materiales:**

- Una pica de madera o PVC
- Un cronometro o celular para medir el tiempo
- 3 cintas métricas o mínimo una
- Cinta adhesiva

**Figura 1** Instrumento de evaluación para los clientes de Crossfit

Prueba	Indicaciones	Evaluación	
<b>Test de Beighton para hiperflexibilidad</b>	Extensión del dedo meñique a más de 90°(+/-)  A.	D:	I:
	Tocar el antebrazo con el dedo pulgar (+/-)  B.	D:	I:
	Híper-extensión de los codos de más de 10 grados (+/-)  C.	D:	I:
	Híper-extensión de las rodillas de 10 grados o más (+/-)	D:	I:

	 <p>D.</p>		
	<p>Tocar el suelo con la palma de las manos al agacharse sin doblar las rodillas (+/-)</p>  <p>E.</p>	D:	I:
	Hipermovilidad con 5 puntos de 9		
<b>Movilidad de tobillo</b>	Pasa o no pasa el borde anterior del maleolo.	D:	I:
<b>Movilidad sobre la cabeza</b>	Llega o no llega el dorso de la mano al suelo de manera adecuada.		
<b>Movilidad de hombro</b>	Llega o no llega los puños a una distancia menor al largo de la mano + la mitad del largo de la mano.	D:	I:
<b>Sentadilla profunda</b>	Cumple o no cumple la profundidad adecuada.		
<b>Desplante alineado</b>	Rodilla posterior toca el piso. La pica no se separa del tronco	D:	I:
<b>Sentadilla con una pierna</b>	Realiza o no la sentadilla con correcta forma	D:	I:
<b>Balance en Y</b>	La sumatoria de los 3 alcances dividido entre la suma de 3 veces el largo de la pierna da un coeficiente mayor a un 80% y tiene una diferencia menor a 4 cm	D:	I:

<b>Sit rising test (SRT)</b> <b>*Requisito: Balance en una pierna (balance 30 segundos sobre una pierna sin perder el equilibrio)</b>	Bajar 5 puntos Subir 5 puntos. Ejemplo: 5/5 es excelente estándar mínimo es un 8		
<b>Levantamiento activo de la pierna</b>	Pasa o no pasa el maleolo del punto de referencia ( mitad de la patela)	D:	I:
<b>Plank</b>	Logra o no logra sostener la posición adecuada por 2 minutos.		
<b>Plank posterior</b>	Logra o no logra sostener la posición adecuada por 2 minutos.		
<b>Plank lateral</b>	Logra o no logra sostener la posición adecuada por 90 segundos.	D:	I:

Fuente: elaboración propia a partir de Zurita, F., Ruiz, L., Martínez, A., Fernández, M., Rodríguez, C. y López, R. (2010). Hiperlaxitud ligamentosa (test de Beighton) en la población escolar de 8 a 12 años de la provincia de Granada. *Reumatología Clínica*, 6(1), 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2009.01.008> / De Brito, L. B. B., Ricardo, D. R., De Araújo, D. S. M. S., Ramos, P. S., Myers, J. y De Araújo, C. G. S. (2014). Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality. *European Journal of Preventive Cardiology*, 21(7), 892–898. <https://doi.org/10.1177/2047487312471759> / Cook, Gray, Burton, L., Kiesel, K. B., Rose, G. y Bryant, M. (2010). *Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies*. Santa Cruz, California. / Kiesel, K. B., Plisky, P., Gorman, P., Butler, R., Underwood, F. y Elkins, B. (2009). The reability of an instrumented device for for measuring components of the Star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2), 92–99. / Clarkson, H. (2013). *Musculoskeletal Assessment. Joint Motion and Muscle testing* (third edit). Philadelphia, USA: Lippincott Williams and Wilkins.

### **Explicación de las pruebas:**

**Test de Beighton:** Este test mide la hipermovilidad del sujeto, ayudando por lo tanto al director de programa con respecto a la programación de los entrenamientos correctivos, ya que un sujeto con hipermovilidad no debería trabajar ejercicios de movilidad en exceso para evitar inestabilidad articular (Zurita et al., 2010).

**Movilidad de tobillo:** Colocar un pie justo detrás del otro. El sujeto puede sostenerse por medio de un palo. El tobillo de medición es el posterior. Tratar de adelantar las rodillas lo más que se pueda sin levantar los talones.

**Positiva:** La rodilla posterior sobrepasa el maléolo del tobillo frontal.

Negativa: No lo sobrepasa o levanta el talón.

Mide la movilidad del tobillo.

**Movilidad sobre la cabeza:** Acostado boca arriba, piernas flexionadas en 90°. Se toma la pica con las dos manos tocándose, muñecas alineadas con el antebrazo, codos totalmente rectos y se trata de subir la pica hasta arriba de la cabeza tratando de tocar el suelo con el dorso de las manos y manteniendo la espalda en el suelo en todo momento.

Positivo: El dorso de las manos toca el piso, sin perder la extensión de los codos y sin arquear la espalda. La posición se debe mantener aproximadamente 10 segundos.

Negativo: Las manos no tocan el suelo o se pierde la postura correcta.

Mide la capacidad de llevar los brazos sobre la cabeza de forma segura sin compensación extra de otras áreas corporales.

**Movilidad de hombro:** Se mide la mano desde el primer pliegue de la muñeca y el borde del tercer dedo. De pie. Ambas manos en puño, un brazo pasa sobre la cabeza, flexionándose, tratando de tocar la espalda, el otro brazo siempre por detrás se dobla y trata de tocarse con el otro puño. Se debe medir la distancia entre las prominencias óseas de los puños en sus partes más cercanas.

\*Positivo: Los puños llegan a estar menos que la medida de una mano más la mitad de la otra.

Negativo: Los puños no llegan a la distancia de una mano y media.

Evalúa el rango de movimiento del hombro bilateral y recíproco, combinando la rotación interna con la aducción de un hombro y la rotación externa con la abducción del otro. La prueba también requiere movilidad escapular normal y extensión de la columna torácica.

\*Ambos brazos deben dar positivo en la prueba o se considera negativa.

(Clarkson, 2013; Gray Cook, Burton, y Hoogenboom, 2014)

**Sentadilla profunda:** Bípedo, descalzo, los pies se juntan y desde esa posición se trata de realizar una sentadilla profunda manteniendo una postura correcta. Se pueden dejar las rodillas juntas o separadas, según comodidad del cliente. Se sostiene la posición 10 segundos.

Positivo: Se mantiene una postura adecuada sin levantar los talones o perder el equilibrio, la cadera llega más abajo de la altura de las rodillas.

Negativo: Se levantan los talones; la cadera no sobrepasa las rodillas; se pierde el equilibrio.

Mide movilidad de tobillos, rodillas y cadera.

**Desplante alineado:** Se coloca la pica en la espalda, se sostiene con la mano contraria a la pierna frontal sobre la cabeza y la otra detrás de la espalda, tocando cabeza, columna torácica y sacro. La pica no puede separarse de la espalda en ningún punto. A la vez se realiza un desplante alineado sobre una línea colocada en el suelo, un pie detrás del otro, rodilla trasera tocando talón del frente.

\*Positivo: Pica permanece tocando los 3 puntos en todo momento. Torso vertical, rodilla toca detrás del talón del pie del frente.

Negativo: Falta de balance, la pica se despegar del tronco. Rodilla no toca el otro pie.

Evalúa movilidad, estabilidad de la cadera, tobillo y la flexibilidad y estabilidad de los cuádriceps, con respecto a la rodilla.

\*Ambas piernas deben de dar positivo o se considera negativa.

**Sentadilla en una pierna:** De pie, descalzo, se levanta una pierna, flexionando la rodilla hacia atrás. Con la otra pierna lentamente se realiza una sentadilla con una pierna hasta tocar el suelo y volver a subir despacio.

El test tiene múltiples variaciones, ya que se puede medir con ojos abiertos o cerrados, con los brazos en cruz o con brazos pegados al cuerpo, descalzo o con calzado, entre otros. Debido a las múltiples variantes, este test deberá realizarse siempre que quiera compararse los resultados con el mismo procedimiento.



\*Positivo: Se logra bajar la rodilla hasta el piso sin que exista valgo de rodilla o sin que se pierda el balance.

Negativo: Se pierde el equilibrio o se realiza valgo de rodilla.

Mide balance del centro de gravedad, además de la fuerza en el centro de estabilización lumbopélvico (ya que este es el que mantiene el balance en una pierna), fuerza funcional en la pierna que realiza la flexión (Santana, 2015).

\*Ambas piernas deben dar positivo para una prueba correcta.

**Balance en Y:** Se colocan tres cintas métricas en el suelo: una recta al frente, otra a 45° de lado derecho y la otra a 45° de lado izquierdo, formando una Y al revés. Se puede usar cinta adhesiva y marcar con un pilot la medición si no se tuvieran 3 cintas métricas. Se mide de la espina iliaca anterosuperior del sujeto, al maléolo interno del tobillo.

La prueba se debe realizar descalzo. El sujeto se coloca en medio de las líneas trazadas con el dedo gordo alineado con la cinta métrica, ambas manos en la cintura.

El sujeto debe tratar de tocar con un pie, sin apoyarse al suelo, el punto más distante de la cinta y regresar de forma controlada a la posición de inicio.

El sujeto tiene entre 3 a 5 intentos en las 3 direcciones, las cuales son para cada pierna: frontal, posterior y medial y posterior y lateral. Se deben apuntar las distancias obtenidas en las 3 direcciones en los 3 intentos.

Positivo: Se debe sumar las 3 mediciones y dividirlo entre la suma de 3 veces el largo de la pierna. Este resultado se multiplica por 100 y debe dar mayor al 80% y no debe de tener diferencia de más de 4 cm en cada pierna.

Negativo: No logra un coeficiente de un 80% o existen más de 4 cms entre los resultados de una pierna y otra.

Mide la estabilidad de la pierna de apoyo, sobretodo del tobillo, rodilla y cadera, además del equilibrio, propiocepción, flexibilidad y la fuerza muscular del miembro inferior pero también estabilidad y fuerza del centro de estabilización lumbopélvico. El ejercicio exige

coordinación y estabilidad en cadera y torso. Evalúa la movilidad funcional bilateral (Kiesel et al., 2009).

**Sit rising Test:** El SRT evalúa los componentes de la aptitud musculo esquelética a través de la evaluación de la capacidad del sujeto para sentarse y levantarse del suelo, asignando una puntuación parcial a cada una de las dos acciones requeridas. El SRT se realiza en una superficie plana no resbaladiza, en un espacio mínimo de 2, 2 m, con el sujeto descalzo y vestido con ropa que no restrinja los movimientos del cuerpo.

Desde posición bípeda, se cruzan los pies y se debe sentar sin ayuda de las manos. De la misma manera, al estar en el suelo, se debe levantar igual con los pies cruzados y sin ayuda de las manos.

El sujeto posee 5 puntos para bajar y 5 puntos para subir, según la forma en que realice la prueba se van bajando puntos. El puntaje estándar es de 8 puntos.

Por cada parte del cuerpo que toca el suelo se pierde un punto, ejemplo mano, codo, rodilla etc. Al bajar o subir si no se realiza de manera fluida se pierde medio punto o se sienta bruscamente o se nota pérdida de balance.

Positivo: El sujeto logra levantarse sin tocar el suelo o con solo 2 veces tocando el suelo, ya sea al subir o al bajar en total.

Negativo: El sujeto toca el suelo varias veces al subir o bajar o no logra bajar o subir del todo.

La prueba es un predictor para riesgo de mortalidad en adultos y adultos mayores, ya que mide fuerza muscular, estabilidad, flexibilidad, movilidad articular general, pero sobre todo de cadera, tobillos y rodillas. En estudios se comprobó que al mejorar 1 punto en esta prueba, se disminuye 21% de posibilidades de mortalidad en adultos (De Brito et al., 2014).

**Levantamiento activo de la pierna:** El sujeto se coloca acostado en el suelo, boca arriba, con las manos extendidas al lado del cuerpo con las palmas hacia arriba y los pies juntos con los dedos de los pies hacia arriba. Se identifica el punto medio entre la espina iliaca anterosuperior (EIAS) y la rótula, la pica se coloca en esta posición

perpendicular al suelo. A continuación, al individuo se le pide que levante lentamente la pierna con los dedos apuntando el techo y la rodilla extendida. Durante la prueba, la rodilla opuesta debe permanecer en contacto con el suelo, los dedos del pie deben permanecer apuntando hacia arriba, y la cabeza permanece sobre el piso.

**\*Positivo:** El maléolo del tobillo sobrepasa la pica, manteniendo en todo momento la pierna de abajo extendida y el pie con los dedos hacia arriba.

**Negativo:** El maléolo no sobrepasa la pica colocada a mitad del muslo. Se debe por lo tanto colocar la pica a nivel de la rodilla y el sujeto debe tratar de volver a levantar la pierna y sobrepasar la pica con el pie contrario. Si no lo logra es un resultado negativo.

\* Es importante mencionar que ambas piernas deben pasar la prueba o se considera ser negativa.

Mide la habilidad de disociar la extremidad inferior, manteniendo la estabilidad del centro de estabilización lumbopélvico y de la cadera. Evalúa movilidad de cadera y la flexibilidad de músculos isquiotibiales, psoas, gastronemios, aductores, mientras se mantiene la pelvis estable y la extensión activa de la pierna contraria (Cook, Burton, y Hoogenboom, 2014).

**Plank:** En el suelo, se colocan las manos bien abiertas justo debajo de los hombros; piernas extendidas con pies a lo ancho de los hombros y la cadera en línea con los hombros en todo momento. Se mantiene esta posición durante 2 minutos. No se puede cambiar de posición por la de los codos.

**Positivo:** El sujeto realiza el plank con la mejor técnica durante el tiempo establecido.

**Negativo:** El sujeto no mantiene la postura correcta o no puede sostenerse el tiempo establecido.

Mide la estabilidad y la activación del centro de estabilización lumbopélvico (Boyle, 2010).

**Plank Posterior:** El sujeto se coloca boca arriba, con la mitad de las escapulas apoyadas en una banca y los talones de los pies en otra. El cuerpo se mantiene recto, sin caída de la cadera, la cabeza relajada y las manos sin tocar la banca.

Positivo: Se mantiene la posición correcta durante 2 minutos.

Negativo: El sujeto no logra mantener la posición correcta o no sostiene durante los 2 minutos la posición.

Mide estabilidad y resistencia del centro de estabilización lumbopélvico y de los músculos posteriores de las piernas.

**Plank lateral:** El sujeto se coloca de medio lado en el suelo con las piernas extendidas y el tronco lateral, apoyado con la mano abierta justo debajo del hombro. Una pierna puede estar ligeramente frontal dando balance y la mano que no está en el suelo puede estar extendida hacia arriba, con la misma función. El sujeto debe mantener la posición durante 1 minuto y 30 segundos.

Si existe dolor de hombro en de muñeca se puede variar a la posición con apoyo del codo en vez de la mano.

Positivo: El sujeto mantiene la posición correcta el tiempo mencionado.

Negativo: El sujeto no es capaz de mantener dicha posición el tiempo necesario o pierde la posición correcta.

Mide la estabilidad y resistencia del centro de estabilización lumbopélvico y de los músculos glúteos.

### **6.6.2 Ejercicios correctivos**

Los ejercicios mostrados a continuación serán explicados por el director de programa a cada sujeto, dependiendo de los resultados obtenidos en la evaluación inicial.

En el siguiente apartado se explicarán los ejercicios aconsejados para la mejora de la movilidad o de la estabilidad dependiendo de la situación en la que el sujeto se encuentre. Se dividirán los ejercicios dependiendo de la articulación a trabajar o del músculo en sí.

El ejercicio correctivo se refiere a distintas estrategias en las cuales se busca el funcionamiento normal del cuerpo humano. A pesar de no ser rehabilitación, ya que no trata las lesiones, presenta estrategias similares.

### **Datos importantes a tomar en cuenta:**

- Idealmente, cuando los clientes no pasan alguna prueba, deben realizar los ejercicios de dicha guía hasta que al volver a realizar la prueba, la pasen de forma positiva. Sin embargo es bueno que mantengan los ejercicios un tiempo determinado en su rutina de entrenamiento para que el organismo se adapte ampliamente a la modificación realizada.
- Los ejercicios pueden tener diferentes métodos de trabajo, por ejemplo, mezclar todas las técnicas o primero realizar flexibilidad, movilidad y activación. También se puede utilizar algunos de los ejercicios como descanso activo dentro de la misma rutina del centro de entrenamiento.
- Se pueden usar como programa de entrenamiento mientras la persona se recupera de una lesión o de un tiempo de inactividad
- Se deberían usar como método de entrenamiento exclusivo para aquellas personas a las que los resultados de las pruebas dieron negativo en varios puntos. En este caso es esencial primero abarcar los ejercicios correctivos antes de trabajar fuerza y acondicionamiento físico general, ya que la calidad de movimiento es escasa y se pueden producir lesiones.
- Pretemporada de atletas o mientras se encuentren en temporada baja, para así mejorar la calidad del movimiento, muy importante en ellos.
- Los ejercicios se pueden realizar como calentamiento o como ejercicios accesorios al terminar la clase. También es adecuado realizarlos en días de descanso o entrenamiento ligero.
- En el caso de clientes nuevos en el área del ejercicio físico, los ejercicios correctivos pueden ser todo el entrenamiento, mientras van avanzando.
- Los ejercicios de movilidad se recomiendan después de los ejercicios de flexibilidad, para trabajar con un rango mayor de amplitud.

En la siguiente tabla se puede observar la necesidad de cada articulación y el trabajo por realizarse en cada una de ellas para el mejor desempeño de los clientes. Según Boyle (2010) si una articulación presenta una dificultad, la que se verá afectada es la siguiente. Por ejemplo si la cadera presenta falta de movilidad, la columna lumbar lo

hará. Sin embargo las caderas son las que están diseñadas para moverse, mientras la columna lumbar no, por lo tanto empezará a haber molestias en dicha área. Por lo tanto la articulación debe compensar, haciéndose menos estable y dolorosa.

**Tabla 6** *Articulaciones a movilizar o a estabilizar*

<b>Articulación</b>	<b>Necesidades primarias</b>
Tobillo	Movilidad
Rodilla	Estabilidad
Cadera	Movilidad
Lumbar	Estabilidad
Tórax	Movilidad
Escapula	Estabilidad
Hombro	Movilidad
Cervical	Estabilidad

Fuente propia a partir de Boyle, M. (2010). *Advances in functional training: Training Techniques for Coaches, Personal Trainers and Athletes*. Santa Cruz, California.

En el cuerpo además existen músculos que por sus acciones normales del día a día se presentan con mayor tensión muscular, o hipertono. Dichos músculos se deben relajar y estirar para evitar molestias o dolores tales como contracturas. También el caso inverso, existen otros inhibidos que necesitan activarse y fortalecerse para que realicen la función necesaria.

En la tabla siguiente se ejemplifican dichos casos (Boyle, 2017).

**Tabla 7.** Tendencias posturales de músculos según la zona corporal.

<b>Tren superior</b>	
<b>Hipotono</b>	<b>Hipertono</b>
Flexores profundos del cuello Romboides Serrato anterior Trapezio medio Trapezio inferior	Trapezio superior Elevador de la escapula Pectoral Mayor Pectoral Menor Dorsal ancho Esternocleidomastoideo
<b>Tren inferior</b>	
Abdominales Glúteo menor Glúteo mayor Rotadores externos de cadera	Iliopsoas Recto femoral Tensor de la fascia lata Extensores lumbares Cuadrado lumbar Isquiotibiales Soleo y gastronemios Aductores de cadera

Fuente: elaboración propia a partir de Boyle, M. (2017). *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes* (Tutor). USA.

### **MOVILIDAD:**

**Objetivo:** Se busca alcanzar la articulación a su máxima amplitud y eliminar restricciones, además de mejorar la capacidad de moverse en un patrón definido.

**Tiempo:** Se recomienda un tiempo de mínimo 30 segundos, sin embargo siendo el tiempo óptimo de 2 minutos.

En el caso de ejercicios con repeticiones, se recomiendan entre 6 y 20 repeticiones, con una media normal de 10 repeticiones, entre 2 a 4 series según el caso.

### **FLEXIBILIDAD:**

El estiramiento mejora la extensibilidad del músculo y el rango de movimiento de la articulación, pudiendo observar estas mejoras en cualquier músculo que sea estirado (Ayala, De Baranda, y Cejudo, 2012).

Es importante evitar contener la respiración. Se debe sentir tirantez, más no dolor. Si se siente dolor suspender el ejercicio.

**Objetivo:** Mantener y/o mejorar el rango de movimiento de una o varias articulaciones, dependiendo de los valores iniciales de la persona.

**Tiempo:** Iniciar con un estiramiento suave de unos 10 segundos y mantenerse en esta posición dicho tiempo. Después de este tiempo se recomienda estirar más profundo por uno 20 segundos. Se puede aumentar progresivamente haya alcanzar los 60 segundos.

### **ESTABILIDAD Y/O ACTIVACIÓN:**

Entre los ejercicios de estabilidad se pueden mencionar los de activación, los cuales consisten en estimular músculos poco activos debido a malas posturas que producen debilidades o a que existan músculos más activos que inhiban sus funciones. Por lo general los músculos más inactivos, son aquellos que brindan la mayor estabilidad en el movimiento.

### **Información importante:**

- Se usan ejercicios dinámicos e isométricos
- Deben de realizarse a una intensidad baja para no reclutar músculos que normalmente sustituyen.
- Se deben realizar de forma lenta.
- Entre 6 y 12 repeticiones. No se debe fatigar.
- Realizar entre 2 a 4 series dependiendo del caso.

**Objetivo:** Poder mantener de forma correcta una posición, mientras se descarga peso o se mueve un segmento proximal o distal.

**Repeticiones o tiempo de isométrico:** Para realizar activación del músculo, se pueden realizar ejercicios dinámicos, o sea repeticiones, de entre 6 a 10 (de forma lenta y controlada). Si se utiliza isométrico se aconsejan entre 15 a 60 segundos dependiendo de la capacidad del sujeto.



## **EJERCICIOS:**

A continuación se ejemplifican los ejercicios según la prueba en la que se obtuvo fallas. Sin embargo los ejercicios se pueden trabajar con un objetivo más específico hacia una articulación o musculo, de ser necesario.

Algunos ejercicios se podrían repetir dependiendo de la articulación implicada en cada prueba. El Sit Rising Test es una prueba que implica casi que todos los aspectos a continuación, por lo que no se ejemplifica en una serie de ejercicios en específico, si no que debería realizarse en conjunto.

### **Materiales:**

- Una banca o un cajón
- Una pica
- Un Mat
- Kettlebell
- Ligas de resistencia
- Foam roller o rodillo

### **Prueba: Sentadilla profunda, Desplante alineado y Movilidad de tobillo:**

#### **Movilidad de tobillo contra la pared**



Colocar la rodilla flexionada frente a la pared y realizar balanceos hacia al frente y atrás, tocando con la rodilla la pared. No se debe despegar el talón del piso. Se realiza multiplanar, o sea en dirección al pulgar del pie, hacia el meñique y rectos.

### Movilidad de cadera y tobillo sobre cajón

(Estiramiento del tendón de Aquiles y gastronemios)



Un pie sobre el cajón o banca. Realizar un balanceo al frente y devolverse. De 10 a 15 repeticiones.

También se puede mantener la posición durante unos 30 a 60 segundos a manera de flexibilidad.

### Movilidad de tobillo en la pared



Punta del pie colocada sobre la pared. Se realizan balanceos al frente. 20 repeticiones

También se puede mantener isométrico durante unos 15 a 30 segundos para flexibilidad de tendón de Aquiles y Gastronemios.

### Columpiar la pierna



Columpiar la pierna es considerado un ejercicio para movilidad de cadera y flexibilidad dinámica de los aductores. Sin embargo este ejercicio realiza movilidad transversal de los tobillos. Lo importante de este ejercicio es evitar levantar el pie del piso, sobretodo el talón. El balanceo debe ser suficientemente fuerte como para movilizar el tobillo del pie colocado en el suelo.

El pie debe estar siempre recto hacia el frente. De 10 a 15 repeticiones.

## Movilidad de tobillo y cadera

(Estiramiento del psoas)



Colocar un Kettlebell sobre la pierna y realizar un movimiento de balanceo hacia al frente, sin levantar el talón. 10 a 15 repeticiones. Se puede y/o mantener la posición al frente durante unos 15 a 30 segundos para estirar tendón de Aquiles, además del Psoas.

## Corredores



Manos sobre el suelo, flexionar la cadera, pie apoyado al piso sin levantar el talón.  
Tratar de tocar el codo al suelo, manteniendo la posición correcta.

10 repeticiones a cada lado.

### Sentadilla sostenida



Mantener la posición de sentadilla sin levantar los talones y espalda recta.  
Sostenerse para poder mantener dicha postura.

30 segundos

### Flexibilidad de aductores de cadera



Apoyado sobre una rodilla, aducir la otra pierna lo más que se pueda y mantener dicha posición de 30 a 60 segundos.



## Desplantes laterales



A pesar de ser considerados ejercicios de fuerza, también son útiles para la movilidad de cadera y de tobillo.

Pies hacia el frente, con talones siempre pegados al piso. Realizar el desplante lateral sin levantar el pie. 10 repeticiones de cada lado.

## Estiramiento del psoas con rodillo



Sostener la posición de 30 a 60 segundos.

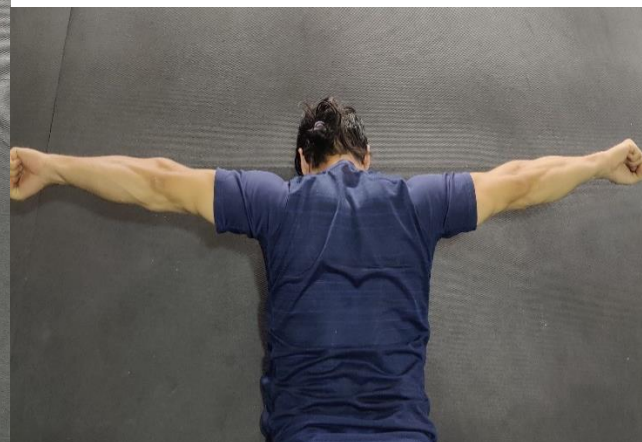
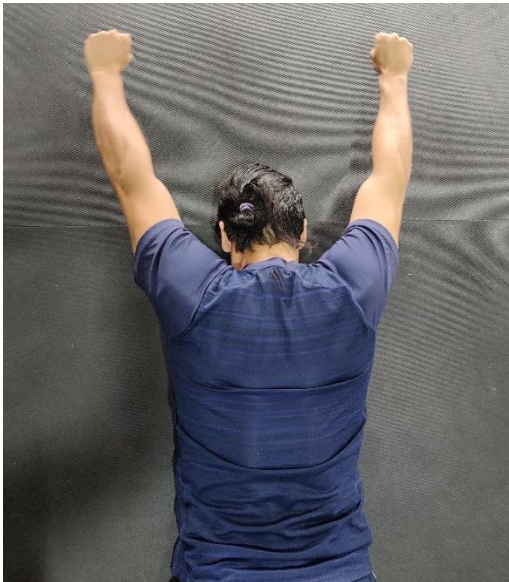
## Movilidad de hombro y Movilidad sobre la cabeza:

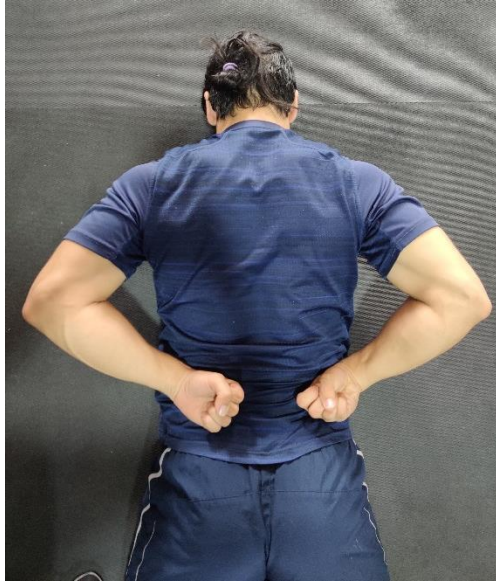
### Rotación de tronco desde cuadrúpedo



En cuatro puntos, rotar el tórax evitando mover la cadera. De 10 a 20 repeticiones por cada lado.

### Activación de romboideos y trapecios

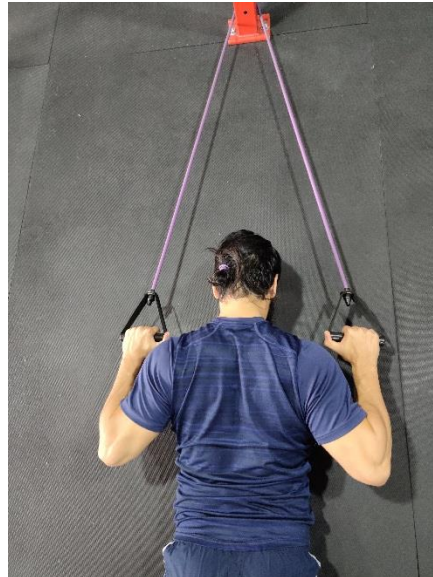




Mantener las manos en puño. Con brazos extendidos tratar de juntarlos detrás de la espalda lentamente. Mantener los codos elevados.

Sostener la posición unos 5 segundos y volver al inicio lentamente.

10 repeticiones.



Halar la liga acercando los codos al tórax lentamente y regresar a la posición inicial. 10 a 15 a repeticiones.



### Flexibilidad de hombro sobre banco



Colocar codos sobre la banca, cabeza entre los codos. Se puede realizar con las manos juntas o con una pica en las manos. Mantener la posición de 30 a 60 segundos.

### Estiramiento del dorsal ancho y pectoral mayor



Sostener una liga con la mano, Halar suavemente la misma manteniendo la cadera atrás. Se puede realizar una ligera rotación hacia el lado del brazo que se está estirando para involucrar el pectoral mayor. Evitar los movimientos bruscos.

Sostener la posición durante 30 segundos a 60 segundos por lado.

## Activación de trapecios y estiramiento de hombros con liga



Tomar una liga con las manos detrás de la espalda.

La activación se da al halar la liga por ambos lados y mantener la posición durante unos 15 a 30 segundos.

El ejercicio de flexibilidad en cambio se da, tratando de acercar las manos lo más que se pueda y mantener la posición unos 30 segundos.

## **Sentadilla en una pierna y Balance en Y:**

### Sentadilla frente a la pared



Frente a la pared realizar una sentadilla con las piernas lo más abiertas que se pueda y evitando levantar los talones del suelo.

De 10 a 20 repeticiones.

### Balance sobre una pierna



Realizar un balance al frente sobre una pierna, brazos extendidos al frente y espalda recta. Se puede tratar de alcanzar algún objeto con las manos, como por ejemplo un cono en el suelo o tratar de tocarse la rodilla o la punta del pie. Se puede realizar con las dos manos o para mayor dificultad y trabajar las diagonales, con la mano contraria a la pierna que se encuentra en el suelo. Realizar de 10 a 15 repeticiones por pierna.

### Activación de glúteos



Elevar la cadera lo más alto que se pueda, manos elevadas.

Para mayor activación se puede utilizar una miniband apenas arriba de las rodillas y realizar abducciones de cadera dinámicas o mantener la apertura de forma isométrica.

Mantener la posición durante 30 segundos.

### Activación de isquiotibiales con foam roller



Colocar el pie sobre el rodillo. Sostener la otra pierna con las manos.

Elevar la cadera y sostener la posición de 15 segundos a 30 segundos.

### Estiramiento de psoas y cuádriceps contra pared



Mantener la posición contra la pared durante 30 a 60 segundos.

Movilidad de tobillo al mantener el pie contra pared.



## Plank y Plank lateral:

### Plank tap



Mantener las piernas extendidas, cadera a nivel de hombros y manos justo debajo de los hombros. Manteniendo la posición y sin balancear la cadera tocar con una mano el hombro contrario.

10 a 15 repeticiones por lado.

### Marcha elevación pélvica



Elevar la cadera lo más alto posible, brazos extendidos. Elevar una pierna lentamente y luego la otra.

De 10 a 15 repeticiones por lado.

## Bretzel 1.0



Boca arriba, caderas flexionadas, una pierna sobre el foam roller o rodillo. Tratar de que el tronco se mantenga siempre pegado al suelo o lo más que se pueda.

Una mano sostiene la pierna flexionada sobre el foam roller y la otra trata de halar el pie para estirar cuádriceps

Mantener la posición durante unos 30 segundos y cambiar de lado.

## **Levantamiento activo de la pierna y Plank Posterior:**

### Estiramiento de isquiotibiales



Con la ayuda de una liga, halar la pierna lo más recta posible hacia el pecho, evitando la compensación de la otra pierna al levantarse.

Sostener en el primer tope de flexibilidad durante 10 segundos y luego despacio halar más y mantener de 20 o 30 segundos o más.

## Peso muerto sobre discos



Realizar un movimiento de peso muerto con las manos en sus dos versiones: las puntas de los pies sobre unos discos o talones sobre los discos. Colocar un objeto entre las piernas para trabajar aductores. Mantener siempre las rodillas semiflexionadas.

Realizar de 10 a 15 repeticiones.

## Gusanos



De pie, con piernas extendidas, acercar las manos a los pies y lentamente, con las piernas extendidas llegar a la posición de plank y regresar del mismo modo en posición de pie. 10 repeticiones

### Bird dog



De cuatro puntos, extender brazo y pierna contraria. Mantener siempre el pie empujando con el talón para la correcta activación del glúteo y de la espalda. Mano con pulgar hacia el techo.

10 repeticiones por lado.



## **CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones de esta investigación y las recomendaciones generales para los sujetos implicados en este estudio. Todo esto se encuentra fundamentado en la investigación realizada y en los objetivos previamente planteados.

### **7.1 Conclusiones**

- La investigación se realizó con una población final de 60 sujetos que entrenaban en los centros de Crossfit 506 de Escazú y de Guayabos y en Catharsis Élite Fitness en Heredia. Se encontró que la mayor parte de la población que practica CF como método de entrenamiento era masculina y en general se encontraban entre los 24 y 26 años de edad y que la mayoría de lesiones en CF, divididas por zona anatómica, se dan en hombro, lumbares y rodillas respectivamente lo cual coincide con los datos obtenidos en la investigación y era lo esperado por las investigadoras.
- Por otro lado, como se ha mencionado desde el inicio de la investigación, el deporte en general presenta un componente psicológico y social muy importante y el CF en especial se ve influido por un fuerte instinto de competición que, a criterio de las investigadoras, no se encuentra tan presente en otras formas de entrenamiento como los gimnasios convencionales. La influencia de este factor se pudo observar en varias ocasiones, como en algunos momentos donde parecía que los participantes competían entre sí por levantar la mayor cantidad de peso o realizar más veces un circuito, aun comprometiendo la calidad de las técnicas empleadas, esto se daba aún con la correcta guía y llamados de atención del encargado de la clase.
- En otro aspecto donde se pudo notar la influencia de este factor, fue a la hora de preguntar por las lesiones previas, muchos de los participantes, en especial los que practicaban CF a nivel competitivo negaban presentar alguna lesión, sin embargo, al momento de realizar las evaluaciones físicas se encontraban disfunciones en los patrones de movimiento producto de lesiones previas, en otros casos, aceptaban la existencia de la lesión pero negaban su posible

asociación con la práctica del CF, esta forma de comportamiento fue percibida por las investigadoras tanto en hombres como en mujeres. Cabe destacar que, esta negación de lesiones y su asociación con el CF parecía menos frecuente en la población que no lo practicaba a nivel competitivo.

- Siempre sobre esta misma línea de comportamiento, se obtiene un predominio leve de lesiones en el sexo masculino, el cual, según la literatura y la percepción de las investigadoras se encuentra estrechamente relacionado a que los hombres tienden a sobrestimar la cantidad de peso que pueden levantar realmente, además de solicitar menor ayuda o supervisión por parte del encargado de la clase.
- En cuanto a los tres entrenamientos evaluados, se obtienen diferencias mínimas entre los componentes de estas, es decir los tres entrenamientos cumplían con un calentamiento inicial, estiramiento, ejecución del entrenamiento y enfriamiento o estiramiento final; sin embargo, a criterio de las investigadoras, si se observó una diferencia importante en la prescripción de los ejercicios empleados en las clases como tal lo cual a largo plazo puede tener diferencias sustanciales en la presencia de lesiones.
- Además, es importante resaltar, que a pesar de no contar con datos estadísticos, muchos de los encargados del desarrollo de las clases no contaban con un título de educación superior en educación física, terapia física o alguna carrera afín, muchos solamente contaban con la certificación de CF y varios años de encontrarse relacionados con el entrenamiento y los eventos competitivos de este método de entrenamiento, sin poseer una carrera base relacionada con la salud o el deporte. Este, es un factor que ayuda a comprender de manera profunda algunos aspectos esenciales como la fisiología y biomecánica del cuerpo, lo que podría estar relacionado con un menor riesgo de lesión para los participantes de las clases. La mayor parte de lesiones encontradas se dan por mala técnica o sobrecarga, algo que puede ser supervisado por una persona profesional en salud.
- En la observación de la técnica de los ejercicios, se encontró que la mayoría de sujetos presentaban errores de técnica en el DL y en el OH squat, siendo por lo

tanto importante revisar en las sesiones de entrenamiento, dichas técnicas para evitar lesiones en un futuro. Además, en el examen postural se encontró que muchos sujetos presentan desalineaciones y alteraciones posturales, las cuales en algunos casos no son modificables, pero pueden ser intervenidas en otros, siempre y cuando sea guiada por un especialista, un ejemplo de esto es el predominio de sujetos con los hombros proyectados hacia adelante, esto se da, generalmente por un desequilibrio de fuerza y activación entre la musculatura del pectoral y la espalda, que se podría ver beneficiado por la aplicación de ejercicios correctivos, realizando una acción preventiva que podría beneficiar a las personas que practican CF.

- En cuanto a los factores de riesgo analizados, se obtuvo diferentes factores para cada tipo de lesión, sin embargo, a grandes rasgos, se encontró una prevalencia de factores relacionados a la fatiga muscular y sobre cargas para las diferentes lesiones, un ejemplo de esto es que la mayoría de las personas que presentaban lesiones relacionadas a la práctica del CF, lo practicaban a nivel competitivo, por lo tanto entrenaban 5 días o más por semana y descansaban 2 o menos días, incluso, en algunos no se realizaban pausas de actividad física totales en estos días de descanso, sino que practicaban alguna otra actividad física. Cabe destacar que estos aspectos, en la investigación fueron señalados como un factor de riesgo. También entre otras variables relevantes como factores de riesgo, se encontró la edad mayor siendo entre 32 y 49 años; la presencia de lesiones previas; el porcentaje elevado de grasa y el de musculatura disminuido, así como presentar un FMS™ de 14 o menos puntos, lo que calza con la literatura.
- Por todo lo anterior, se concluye que es necesario aumentar los periodos de recuperación para las personas que practican CF y según el criterio de las investigadoras, también es de gran importancia contar con una excelente programación en los entrenamientos, además de un buen cálculo del peso que puede levantar cada participante de la clase, así como contar con una buena supervisión del entrenador que, a su vez, debe contar con una titulación en educación superior relacionada a la salud y el entrenamiento, como lo son la

educación física, promoción de la salud y terapia física, entre otros. Además, el encargado de la clase debe realizar las correcciones y regresiones o progresiones oportunas para cada caso y debe encontrarse pendiente de cada una de las personas que participan en la clase, dándole cierto énfasis a las personas con menor experiencia previa en el entrenamiento.

- Como último punto se realizó una guía que será entregada a cada uno de los centros de entrenamiento participantes en este estudio y se dará un resumen o una pequeña guía a cada sujeto participante. Esta se basa en recomendaciones básicas para mejorar algunos de los puntos más relevantes en prevención de lesiones encontrados en esta investigación.
- Por otro lado, se insta a continuar con las investigaciones referentes a este tema, debido al gran incremento de interés que ha experimentado la población costarricense en este método de entrenamiento. Además, aún existen muchas interrogantes, tal como la relación existente entre lesiones y/o errores de técnica y las alteraciones posturales, además de los aspectos psicológicos que median en la práctica de estos exigentes métodos de entrenamiento, tomando como una posible base la presente investigación.
- A pesar de ser una actividad reciente y hay poca investigación en el tema,, es una práctica que se hace cada vez más común debido a que puede desarrollarse en espacios que no requieran de una gran inversión en máquinas o equipos.
- Como último aspecto, las investigadoras desean recalcar la anuencia por parte de los practicantes de CF, por conocer los posibles factores que pueden influir en la presencia de lesiones y en la mejora de su rendimiento físico. Además, se debe recalcar la carencia de un método de evaluación física y postural para las personas que inician con la práctica del CF, por lo que es de importancia brindar un método que sea practico en su aplicación por parte de los centros de entrenamiento como el que las investigadoras proponen en la guía. Cabe destacar la alta aplicabilidad de esta investigación en la práctica del CF y el alto impacto que puede generar en cuanto a prevención de lesiones en esta población, la cual cada día representa un mayor número de costarricenses.

## **7.2 Recomendaciones**

En este último apartado se describen las recomendaciones generales, producto del desarrollo del presente proyecto de investigación con personas que practican CF.

### **A los centros de entrenamiento de CF y a sus directores de programa:**

- Se recomienda valorar esta guía como un instrumento de evaluación inicial y seguimiento al cliente, donde se contemplen aspectos como la flexibilidad y/o movilidad y las alteraciones posturales de cada individuo, como el que se entrega en la guía por parte de las investigadoras, con el objetivo de corregir y encontrar alteraciones en el patrón de movimiento, por lo que se insta de realizarlo en los sujetos.
- Debido a la carencia de especificidad del entrenamiento que existe en la programación de clases grupales, es esencial que los directores de programa se preocupen de que cada cliente conozca los aspectos a mejorar y se les brinde la guía y supervisión necesaria con respecto a los ejercicios correctivos por realizar.
- Los directores de programa deben conocer cuáles son las adaptaciones que se deben realizar cuando un cliente posee dificultades para entrenar, ya sea por alguna discapacidad, afectación postural o por mala técnica. Es importante hacer énfasis que no es solo hacer el ejercicio con menos peso, existen variaciones importantes para lograr un mismo objetivo sin afectar la salud del sujeto.
- Es una responsabilidad imperante para los centros de entrenamiento contar con entrenadores que además de poseer un certificado en CF tengan estudios relacionados al sector de la salud y programación del entrenamiento que vayan más allá de lo aprendido en una certificación.
- Es importante que los entrenadores comprendan que no todos los sujetos son iguales, por lo que se debería tener trabajos iniciales con movilidad, estabilidad, flexibilidad o fuerza específicos para cada persona y así de este modo, no solo introducirlos de una forma correcta a la práctica deportiva, si no también evitar lesiones que se pueden dar por falta de algún componente prevenible. Existen ejercicios previos para la enseñanza de trabajos más complejos, y no es solo menos peso para el mismo

ejercicio, sino un ejercicio completamente distinto para lograr el objetivo de un ejercicio complejo, como por ejemplo es el caso del Clean and Jerk o el Snatch.

- Es de gran importancia que la persona que practica CF entienda el papel del descanso en la recuperación física y la prevención de lesiones, así como en la mejora de sus capacidades físicas. Para el cumplimiento de este punto, es fundamental el papel del entrenador como un guía en estos aspectos.

#### **A la escuela de Tecnologías en Salud:**

- Es importante brindar materias con una enseñanza básica de cada deporte y así se pueda conocer cuales afectaciones neuromusculoesqueléticas posee cada uno.
- Es importante preparar los estudiantes al análisis de movimientos en algunos deportes, ya que la mayoría de lesiones se dan en la práctica de la técnica del mismo.
- Enseñar una gran variedad de ejercicios correctivos útiles, no solo en la práctica deportiva, sino también en la fisioterapéutica.
- Hacer énfasis en la enseñanza correcta de pruebas tales como el FMS™ entre otras, tan importantes para la correcta prescripción de ejercicios correctivos.

#### **Por último, a los futuros investigadores:**

Se recomienda realizar las siguientes investigaciones en esta temática, con el fin de ampliar el conocimiento aquí adquirido:

- Se debe realizar una investigación en la que se busque una correlación entre las diferentes alteraciones posturales con un posible error en la técnica y si este se relaciona con la aparición de lesiones específicas.
- Realizar un estudio en el cual se observe el papel de la fatiga muscular en la aparición de lesiones y en la ejecución de la técnica de los diferentes ejercicios.
- Es preciso indagar acerca de los aspectos psicológicos que median tanto en la práctica del CF a nivel competitivo o como un simple método de entrenamiento físico.
- Es de relevancia realizar un estudio donde se valore la posible relación entre ejercicios realizados con los brazos extendidos sobre la cabeza o ejercicios explosivos que implican tracciones o empujes con la presencia de lesiones en el hombro.

- Realizar un registro de lesiones presenciales, ya que los sujetos tienden a ser muy subjetivos en este ámbito y no tener un criterio adecuado. Además de contar con una gran cantidad de lesiones no diagnosticadas, ni tratadas, lo que puede alterar los resultados.
- Realizar comparaciones según centros de entrenamiento de Crossfit, ya que al variar la metodología puede variar la presencia de lesiones neuromusculoesqueléticas.
- Aplicar pruebas de FMS™ y prescribir durante un tiempo una serie de ejercicios correctivos y luego nuevamente realizar el test como comparación.
- Correlacionar la prevalencia de lesiones con la presencia o no, en los centros de entrenamiento, de entrenadores que cuenten con una formación académico superior en educación física, fisioterapia, promoción de la salud o afines, además de la certificación de CF.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akuthota, V., Feneiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles. *American College of Sports Medicine, Vol. 7, No*, 39-44.

Ayala, F., De Baranda, P. S. y Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: Técnicas de estiramiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 5(3)*, 105–112. [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(12\)70016-3](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(12)70016-3)

Babkes, M., Davies, M. J. y Coleman, L. (2016). The relationship between basic psychological need satisfaction. *Journal of Sport Behavior, 39(3)*, 239–255.  
Recuperado a partir de  
<http://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1107&context=cop-facarticles>

Baechle, T. y Earle, R. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. (Editorial Medica Panamericana, Ed.) (Segunda Ed). National Strength and Conditioning Association.

Bahr, R y Reeser, J. (2003). Injuries Among World-Class Professional Beach Volleyball Players. *The America Journal of Sports Medicine, 31(1)*, 119–125.  
Recuperado a partir de  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.615.66&rep=rep1&type=pdf>

Bahr, Roald y Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid, España: Ed. Médica Panamericana.

Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento; un enfoque cuantitativo, cualitativo y mixto*. (EUNED, Ed.). San José, Costa Rica.

Bergeron, M. F., Nindl, B. C., Deuster, P. A., Baumgartner, N., Kane, S. F., Kraemer, W. J., ... Connor, F. G. O. (2011). Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine Consensus Paper on



Extreme Conditioning Programs in Military Personnel. *American College of Sports Medicine*, 10(6), 383–389.

Bird, S. y Barrington-Higgs, B. (2010). Exploring the deadlift. *Strength and Conditioning Journal*, 32(2), 46–51.

<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181d59582>

Boyle, M. (2010). *Advances in functional training: Training Techniques for Coaches, Personal Trainers and Athletes*. Santa Cruz, California.

Boyle, M. (2017). *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes* (Tutor). USA.

Cappa, D. (2006). Ejercicio antropometría y Estética. *PubliCE Standard*.

Cardero Durán, M. A. (2008). Lesiones musculares en el mundo del deporte. *Revista de Ciencias del Deporte*, 4(1), 13–19.

Carrasco, M., Vaquero, M. y Espino, A. (2009). Patologías físicas sufridas por los profesores de Educación Física de E . S . O de la provincia de Jaén en su lugar de trabajo Physical injuries related to workplace conditions in secondary school Physical Education teachers in Jaen. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación Número*, 2041, 118–121.

Castillo, J. y Ramírez, B. (2009). El análisis multifactorial del trabajo estático y repetitivo. *Revista Ciencias de la salud Bogotá*, 7(1), 65–82. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181855> July

Ceballos A., A. (2017). *Comparación del efecto del Crossfit y el Aerobic Circuit Training sobre la fuerza muscular y la composición corporal en adultos jóvenes de 20 a 25 años*. Universidad del Valle.

CENDEISSS comité de Bioética. Caja Costarricense de Seguro Social. (2012). Consentimiento informado. Recuperado el 1 de marzo de 2018, a partir de <http://www.cendeisss.sa.cr/etica/FOLLETO-CI-CLINICA-2012.pdf>

- Center for disease control and prevention. (2014). How much physical activity do adults need? Recuperado el 22 de febrero de 2018, a partir de <https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/adults/index.htm>
- Chaves, J. (2016). WODFEST Costa Rica reunirá a los mejores atletas de CrossFit en Centroamérica.
- Cilveti, S. y Idoate, V. (2001). *Posturas Forzadas. Ministerio de Sanidad y Consumo*. Recuperado a partir de [http://www.zerbitzu-orokorrak.ehu.es/p258-shprevct/es/contenidos/informacion/sp\\_legislacion/es\\_leg\\_upv/adjuntos/POSTURAS.pdf](http://www.zerbitzu-orokorrak.ehu.es/p258-shprevct/es/contenidos/informacion/sp_legislacion/es_leg_upv/adjuntos/POSTURAS.pdf)
- Clarkson, H. (2013). *Musculoskeletal Assessment. Joint Motion and Muscle testing* (third edit). Philadelphia, USA: Lippincott Williams and Wilkins.
- Clarsen, B., Myklebust, G. y Bahr, R. (2013). Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*, 47(8), 495–502. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524>
- Claudino, J., Gabbett, T., Bourgeois, F., Sá Souza, H., Miranda, R., Mezencio, B., ... Cerca, J. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 1885, 1–14. <https://doi.org/10.1063/1.5002395>
- Cook, G, Burton, L., Hoogenboom, B. y Voight, M. (2014). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function Part-1. *The international journal of sports*.
- Cook, Gray, Burton, L. y Hoogenboom, B. J. (2014). Clinical Commentary Functional Movement Screening: the Use of Fundamental Movements As an Assessment of Function □ Part 2, 9(4), 549–563.
- Cook, Gray, Burton, L., Kiesel, K. B., Rose, G. y Bryant, M. (2010). *Functional*

*Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies*. Santa Cruz, California.

Cos, F., Cos, M. A., Buenaventura, L., Pruna, R. y Ekstrand, J. (2010). Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts Medicina de l'Esport*, 45(166), 95–102.  
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2010.02.007>

Cristi, C. y Rodríguez, F. (2014). The paradox of being physically active but sedentary or sedentary but physically active. *Rev Med Chile*, 142, 72–78.

Crossfit®. (2018). No Title. Recuperado el 22 de febrero de 2018, a partir de <https://www.crossfit.com/>

Da Silva, C. (2013). A Profile of Injuries Among Participants at the 2013 CrossFit Games in Durban By Master ' s Degree in Technology : Chiropractic Durban University of Technology.

Daza, J. (2007). *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*. Ed. Médica Panamericana.

De Brito, L. B. B., Ricardo, D. R., De Araújo, D. S. M. S., Ramos, P. S., Myers, J. y De Araújo, C. G. S. (2014). Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality. *European Journal of Preventive Cardiology*, 21(7), 892–898.  
<https://doi.org/10.1177/2047487312471759>

Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial. En *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Fortaleza, Brasil.

Dieguez, J. (2006). *Entrenamiento funcional en programas de fitness. Volumen I*. Inde.

Elias, N. y Dunning, E. (2015). *Deporte y ocio en el proceso de la civilización*. Fondo

de Cultura Económica.

Elkin, J. L., Kammerman, J. S., Kunselman, A. R. y Gallo, R. A. (2019). Likelihood of Injury and Medical Care Between CrossFit and Traditional Weightlifting Participants. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(5), 1–8.  
<https://doi.org/10.1177/2325967119843348>

Fort, Azaha y Romero, D. (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts medicina de lésport*, 48(178).

Fort, Azahara y Romero, D. (2013). Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts Med Esport*, 48(179), 109–120. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.05.003>

García, C., Albaladejo, R., Villanueva, R. y Navarro, E. (2015). Deporte de ocio en España. epidemiología de las lesiones y sus consecuencias. *Apunts. Educación física y deportes*, 1(119), 62–70.  
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.03](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.03)

Garita, E. (2006). Motivos de participación y satisfacción en la actividad física, el ejercicio físico y el deporte. *Revista MHSalud*, 3(1), 1–16. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237017528002>

Gil, L. (2015). *Eficacia de la Terapia Manual para las lesiones de hombro en crossfit*. universidad de Valladolid.

Glassman, G. (2007). Understanding CrossFit. *The Crossfit journal*, (56), 2–3.

Glassman, G. (2017a). *La guía de entrenamiento del nivel 1*.

Glassman, G. (2017b). *Level 1 training guide*. Recuperado a partir de [http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ\\_English\\_Level1\\_TrainingGuide.pdf](http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_English_Level1_TrainingGuide.pdf)

Gleeson, M. (2002). Marcadores Bioquímicos e Inmunológicos del Sobreentrenamiento-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. *PubliCE*.

- González, M. (2013). *Calidad de vida y bienestar psicologico en practicantes del crossfit*. Pontificia Universidad Javeriana.
- González, R., Molinero, O., Martínez, R., De Andrade, A. y Márquez, S. (2006). La adaptación en el deporte y su relación con el sobreentrenamiento. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 6(1). Recuperado a partir de <http://revistas.um.es/cpd/article/download/112321/106591>
- Grier, T. y Canham-Chervark, M. (2013). Extreme Conditioning Programs and Injury Risk in a US Army Brigade Combat Team. *U.S. Army Medical Department journal*, (December), 36–47. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24146247>
- Gutiérrez, M. (2004). El valor del deporte en la educación integral del ser humano. *Revista de Educación*, (335), 105–126.
- Hak, P., Hodzovic, E. y Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of strenght an conditioning Research*, (Lippincott Williams & Wilkins). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000318>
- Hall, S. J. y Messier, S. P. (2000). *Biomecánica de los ejercicios de fitness. Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio*. Editorial Paidotribo.
- Haro, J. A. De, Ramos, J. y Villanueva, F. (2016). CrossFit y columna vertebral. *Orthotips*, 12(4), 196–199.
- Hernández, E., Armayones, M., Boixadós, M., Pousada, M., Guillamón, N. y Gómez, B. (2009). *Salud y red*. (Editorial UOC, Ed.). Barcelona, España.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación.
- Hidalgo Párraga, J. J. (2017). *Sistema de ejercicios específicos para mejorar la técnica del peso muerto en deportistas de levantamiento de potencia*. *Ekp* (Vol. 13). Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/26677>

- Jenkins, M., Gustitus, R., Iosia, M., Kicklighter, T. y Sasaki, Y. (2017). Correlation between the Functional Movement Screen and Hip Mobility in NCAA Division II Athletes. *International Journal of Exercise Science*, 10(4), 541–549. Recuperado a partir de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=123001731&site=ehost-live>
- Kenney, W., Wilmore, L. y Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise*. (Human Kinetics, Ed.) (6th Editio).
- Kiesel, K. B., Plisky, P., Gorman, P., Butler, R., Underwood, F. y Elkins, B. (2009). The reability of an instrumented device for for measuring components of the Star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4(2), 92–99.
- Kiesel, K., Plisky, P. J. y Voight, M. L. (2007). ¿Se puede predecir una lesión grave en el fútbol profesional con una pantalla de movimiento funcional de pretemporada? *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, 2(3), 147–58. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21522210><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21522210>
- Klimek, C., Ashbeck, C., Brook, A. J. y Durall, C. (2017). Are Injuries More Common with Crossfit Training than other Forms of Exercise? *Journal of Sport Rehabilitation*, 1–10. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0040>
- Kolt, G. S. (2004). *Fisioterapia del deporte y el ejercicio*. Elsevier España.
- La Gaceta. (2014). *Ley n° 9234*. San José, Costa Rica.
- Lalinde, P. C., Mayorga, J. M. y Cardona, W. D. (2014). Relación entre la actividad física, el sedentarismo y La Calidad Seminal. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 79(4), 323–329.

- Latorre, P., Herrador, J. y Jimenéz, M. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar: aspectos metodológicos, preventivos e higiénicos*. Editorial Paidotribo. Recuperado a partir de [https://books.google.es/books?id=WXFpPkUyt5QC&dq=prescripción+del+ejercicio+físico+para+la+salud+en+la+edad+escolar&lr=lang\\_en%7Clang\\_it%7Clang\\_es&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=WXFpPkUyt5QC&dq=prescripción+del+ejercicio+físico+para+la+salud+en+la+edad+escolar&lr=lang_en%7Clang_it%7Clang_es&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Lavorato, M. A. y Pereira, N. V. (2005). La sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo?, 12. Recuperado a partir de <http://www.productosfortia.com/la-sentadilla-es-un-ejercicio-potencialmente-lesivo.pdf>
- Lisman, P., O'Connor, F. G., Deuster, P. A. y Knapik, J. J. (2013). Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(4), 636–643. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827a1c4c>
- Mackey, M. (2013). *Entrenando movimientos. Pre Match comunicaciones para la union argentina de rugby*. Buenos Aires, Argentina.
- Madrid Aris, E. y Martínez Lomakin, F. (2014). Statistics for the faint of heart – how to interpret confidence intervals and p values. *Medwave*, 14(01), e5892–e5892. <https://doi.org/10.5867/medwave.2014.01.5892>
- Manterola, C. y Otzen, T. (2015). Los Sesgos en Investigación Clínica Bias in Clinical Research. *Int. J. Morphol*, 33(3), 1156–1164. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300056>
- Marochi, L., Martínez, A. y Pascuas, S. (2013). Perfil del jugador de rugby a partir de un screening de movimiento funcional como herramienta de prevención. *10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias*, 0–12. Recuperado a partir de <http://www.aacademica.org/000-049/96>
- Márques, D., Calleja, J., Arratibel, L. y Terrados, N. (2016). Fatiga y daño muscular en fútbol: un proceso complejo. *FútbolPF - Revista de Preparación Física en*

## *Fútbol.*

- Márquez, S. y Garatchea, N. (2013). *Actividad física y salud*. Madrid. Recuperado a partir de [https://books.google.co.cr/books?id=isxZr7nS2n8C&pg=PA198&dq=rosa+actividad+física+menos+tiempo+y+motivacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi83fvinLvZAhUB-qQKHZIoBKkQ6AEIKzAB#v=onepage&q=rosa actividad física menos tiempo y motivacion&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=isxZr7nS2n8C&pg=PA198&dq=rosa+actividad+física+menos+tiempo+y+motivacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi83fvinLvZAhUB-qQKHZIoBKkQ6AEIKzAB#v=onepage&q=rosa+actividad+física+menos+tiempo+y+motivacion&f=false)
- Martínez, J. y García, M. (2012). *Promoción de la salud*. Editorial Paraninfo.
- Mate, J., Lougedo, J., Barba, M., Garcia, P., Garnacho, M. y Dominguez, R. (2017). Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS ONE*, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181855>
- Mills, J., Taunton, J. y Mills, W. (2005). The Effect of a 10-week Training Regimen on Lumbo-Pelvic Stability and Athletic Performance in Female Athletes : A Randomomized control trial. *Physical Therapy in Sport*, 6((2)), 60–66.
- Minick, K. I., Kiesel, K. B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P. y Butler, R. J. (2010). Interrater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 479–486.
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (s/f). Política nacional de salud del periodo 2011-2021.
- Mirón, J. A. y Alonso, M. (2008). Medidas de frecuencia, asociación e impacto en investigación aplicada. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54(211), 93–102.
- Molina, N. (2011). ¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera. *Revista Colombiana de Bioética*, 6(2), 110–117.
- Montalvo, A. M., Shaefer, H., Rodriguez, B., Li, T., Epnere, K. y Myer, G. D. (2017). Retrospective injury epidemiology and risk factors for injury in CrossFit. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(1), 53–59.



- Montero, C. (2010, marzo). Perfil profesional del terapeuta físico o fisioterapeuta. *Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica*, pp. 0–3. San José, Costa Rica.
- Moran, S., Booker, H., Staines, J. y Williams, S. (2017). Rates and risk factors of injury in CrossFit: A prospective cohort study. Bath, UK: Department for Health, University of Bath.
- Moreno-altamirano, A., C, M., López-moreno, S. y Corcho-berdugo, A. (2000). Principales Medidas En Epidemiología, *42*(4), 1–12. Recuperado a partir de [papers://bfb735b2-7a9b-47f1-b986-223dfb0fe8c3/Paper/p3632](https://bfb735b2-7a9b-47f1-b986-223dfb0fe8c3/Paper/p3632)
- Navas, P. (2010). Medicina del Deporte (I). *Rev Andal Med Deporte*, *3*(2), 68–79.
- O’Hara, R. B., Serres, J., Traver, K. L., Wright, B., Vojta, C. y Eveland, E. (2012). The influence of nontraditional training modalities on physical performance: Review of the literature. *Aviation Space and Environmental Medicine*, *83*(10), 985–990. <https://doi.org/10.3357/ASEM.3376.2012>
- Olaru, Á., Farré, J. P. y Balius, R. (2006). Estudio de validación de un instrumento de evaluación postural (SAM, spinal analysis machine). *Apunts. Medicina de l’Esport*, *41*(150), 51–59.
- Ordóñez, C. A., Gómez, E. y Calvo, A. P. (2016). Desordenes Musculo-Esqueleticos. *Revista Colombiana de Salud ocupacional*, *6*(1), 27–32. Recuperado a partir de <http://revistasojs.unilibrecali.edu.co/index.php/rcso/article/view/307>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1958). No Title. Recuperado el 22 de febrero de 2018, a partir de <http://www.who.int/es/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). Constitución de la OMS: principios. Recuperado el 21 de septiembre de 2017, a partir de [www.who.int/about/mission/es/](http://www.who.int/about/mission/es/)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Actividad física. Recuperado a partir de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>

- Ortegón, D. (2014). Acerca de la imposibilidad de la prevención del consumo y abuso de sustancias psicoactivas. ¿una invitación a la discusión en las ciencias sociales? *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 5(2), 390–406.
- Ortín, F., Garcés de los Fayos, E. y Olmedilla, A. (2010). Influencia de los factores psicologicos en las lesiones deportivas. *Papeles del psicólogo*, 31(3), 281–288. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/778/77815136007.pdf>
- Osorio, J. A., Clavijo, M. P., Arango, E., Patiño, S. y Gallego, I. C. (2007). Lesiones Deportivas. *Revista IATREIA*, 20, 167–177. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Otero, F. L. (2009). Ejercicio físico sostenible: una vía de conocimiento práctico hacia el bienestar y la felicidad. *Citius, altius, fortius: humanismo, sociedad y deporte: investigaciones y ensayos*, 2(2), 71–99.
- Pérez, L. (2015). *Eficacia de la Terapia Manual para las lesiones de hombro en crossfit*. Universidad de Valladolid.
- Petushek, E. J., Ward, P., Cokely, E. T. y Myer, G. D. (2015). Injury Risk Estimation Expertise: Interdisciplinary Differences in Performance on the ACL Injury Risk Estimation Quiz. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(11), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2325967115614799>
- Prentice, W. E. (2001). *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva* (Vol. 44). Editorial Paidotribo.
- Quiñones, V. (2017). *Las lesiones más frecuentes en la práctica deportiva de CrossFit en deportistas del box Costa Blanca de San Vicente del Raspeig y Essential Box de Tomelloso*. Universidad Miguel Hernández. Recuperado a partir de [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4033/1/QUIÑONES\\_SERRANO%2C\\_VICTORIA.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4033/1/QUIÑONES_SERRANO%2C_VICTORIA.pdf)
- Raya, J. y Estévez, J. (2016). Revisión: factores de riesgo asociados a la aparición

- de lesiones en fútbol. *FútbolPF - Revista de Preparación Física en Fútbol*, 21, 1–52.
- Richardson, M. (2018). *An investigation into the use of the Functional Movement Screen™ as a predictor of injury in CrossFit athletes in the eThekweni municipality*. Durban University of Technology. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24146247>
- Rivas, C. y Zhiminay, R. (2015). *Aplicación de un plan de entrenamiento para mejorar la condición física a través del crossfit en el cuerpo de bomberos del cantón Sígsig*. Universidad Politecnica Salesiana. Recuperado a partir de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8913/1/UPS-CT005149.pdf>
- Rojo, J. G. (2003). Un análisis de la actividad física para la salud. *Encuentros multidisciplinares*, 1–9.
- Rosero, R. y Vernaza, P. (2010). Alteraciones Posturales Artículo. *Aquichán*, 10, 69–79.
- Saéz, F. (2005). Una revisión de los métodos de flexibilidad y de su terminología. *kronos, revista universitaria de la educación física y el deporte*, 4, 5–15.
- Salvatierra, G. (2014). *Estudio del nuevo fenómeno deportivo Crossfit*. Universidad De León. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12731.41764>
- Sánchez-Alcaraz, B. J., Ribes, A. y Perez, M. (2014). Efectos de un Programa de CrossFit en la Composición Corporal de Deportistas Entrenados. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 28(November). Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/profile/Bernardino\\_Sanchez-Alcaraz\\_Martinez/publication/267335854\\_Efectos\\_de\\_un\\_Programa\\_de\\_CrossFit\\_en\\_la\\_Composicion\\_Corporal\\_de\\_Deportistas\\_Entrenados/links/544d00760cf24b5d6c42af50.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bernardino_Sanchez-Alcaraz_Martinez/publication/267335854_Efectos_de_un_Programa_de_CrossFit_en_la_Composicion_Corporal_de_Deportistas_Entrenados/links/544d00760cf24b5d6c42af50.pdf)
- Santana, J. C. (2015). *Entrenamiento Funcional* (Primera).

- Smith, C., Chimera, N., Wright, N. y Warren, M. (2013). Interrater and intrarater reliability of the functional movement screen. *The Journal of strength and conditioning research*, 27(4), 982–987. Recuperado a partir de [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2013/04000/Interrater\\_and\\_Intrarater\\_Reliability\\_of\\_the.15.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2013/04000/Interrater_and_Intrarater_Reliability_of_the.15.aspx)
- Smith, M., Sommer, A., Starkoff, B. y Devor, S. (2013). Crossfit Training Improves Aerobic Fitness and Body Composition. *Health and Exercise Science*, 27(11), 3159–3172.
- Solís, A. (2017, enero). Crossfit: un entrenamiento de culto. *Revista Dominical, La Nación*. San José, Costa Rica.
- Sprey, J. W. C., Ferreira, T., de Lima, M. V., Duarte, A., Jorge, P. B. y Santili, C. (2016). An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(8), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2325967116663706>
- Tafari, S., Notarnicola, A., Monno, A., Ferretti, F. y Moretti, B. (2016). Crossfit athletes exhibit high symmetry of fundamental movement patterns. A cross-sectional study. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 6(1), 157–160. <https://doi.org/10.11138/mltj/2016.6.1.157>
- Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorenson, C. L., Halfpap, J. P., Donofry, D. F., Walker, M. J., ... Childs, J. D. (2012). The Functional Movement Screen: A Reliability Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(6), 530–540. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3838>
- Trujillo, E. (2018). Tamizaje de riesgo de lesión en jugadores / as funcional movement screen ( FMS™), 1–59. Recuperado a partir de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14739/DISERTACIÓN DE GRADO ELIZABETH TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulrike, M., Johnson, A. W., Vehrs, P. R., Feland, J. B. y Hilton, S. C. (2016).

Performance on the Functional Movement Screen in older active adults. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 119–125.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.04.006>

Vélez, M. (2018). “ POSTUROLOGÍA COMO ANÁLISIS PREVENTIVO DE LESIONES MÚSCULO- “ Posturology as preventive analysis of injuries muscle skeletal .” Recuperado a partir de <http://www.ecofield.com.ar/images-blog/IMAGES/200909x1.pdf>

Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E. y Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among crossfit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(4), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2325967114531177>

World Confederation for Physical Therapy (WCPT). (2017). Description of physical therapy. Recuperado el 25 de febrero de 2018, a partir de [http://www.wcpt.org/sites/wcpt.org/files/files/resources/policies/2017/PS\\_Description\\_of\\_physical\\_therapy\\_FINAL.pdf](http://www.wcpt.org/sites/wcpt.org/files/files/resources/policies/2017/PS_Description_of_physical_therapy_FINAL.pdf)

Zhelyazkov, T. (2001). *Bases del entrenamiento deportivo* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.

Zurita, F., Ruiz, L., Martínez, A., Fernández, M., Rodríguez, C. y López, R. (2010). Hiperlaxitud ligamentosa ( test de Beighton ) en la población escolar de 8 a 12 años de la provincia de Granada. *Reumatología Clínica*, 6(1), 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2009.01.008>

## ANEXOS

### Anexo 1. Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO

Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

TS Escuela de  
Tecnologías en Salud

FORMULARIO PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO BASADO EN LA LEY N° 9234 “LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” Y EL “REGLAMENTO ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

**“Principales lesiones musculoesqueléticas y factores de riesgo en la práctica del Crossfit de los usuarios de dos establecimientos ubicados en tres comunidades del Valle Central, durante el segundo semestre del año 2018 y primer semestre del año 2019”**

Nombre de los investigadores principales: Pamela Cusi López

Falon Peraza Quirós

Código (o número) de proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre de el/la investigador/a principal: \_\_\_\_\_

Nombre del/la participante: \_\_\_\_\_

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono \_\_\_\_\_

Correo electrónico \_\_\_\_\_

Contacto a través de otra persona: \_\_\_\_\_

### **PROPOSITO DEL PROYECTO**

Como parte de los requisitos para optar por el grado de licenciatura en Terapia Física, la Universidad de Costa Rica exige elaborar un trabajo final de graduación denominado Tesis. Este estudio de investigación es realizado por los bachilleres en Terapia Física de la Universidad de Costa Rica:

Pamela Cusi López, cedula 1-1371-0372

Falon Peraza Quirós, cedula 2-0718-0210

La investigación tendrá una duración aproximada de tres meses y su objetivo principal será analizar los principales factores de riesgo de lesiones musculoesqueléticas más frecuentes en la práctica de Crossfit de los centros: 506 Escazú y Catharsis Elite Fitness. De igual forma, esta investigación pretende brindar información para la prevención de lesiones en el Crossfit a los usuarios de estos centros y a la administración del local. El número aproximado de personas requeridas para dicho estudio, es de 60 repartido en ambos establecimientos en estudio. Todas las personas deben entrenar Crossfit desde hace aproximadamente seis meses, mínimo tres veces por semana y pueden ser hombres y mujeres.

Debido a que existe poca información respecto a los factores de riesgo de lesiones musculoesqueléticas en la práctica del Crossfit, a que ha habido un gran auge en el número de participantes y la alta incidencia de lesiones al practicarlo, la prevención resulta necesaria para garantizar una práctica del ejercicio físico más saludable, por lo que este estudio revela una gran importancia para usted y para las personas practicantes de dicha disciplina.

### **¿QUÉ SE HARÁ?**

Para poder participar en la investigación, se debe presentar la fecha y hora asignada en el centro de entrenamiento de Crossfit en donde usted asiste. Se realizarán todas las evaluaciones un solo día para que usted no tenga que presentarse en varias sesiones. La duración de la sesión de investigación y de evaluación es de aproximadamente una hora.

Inicialmente se les aplicará un cuestionario auto administrado para conocer información relevante para la investigación. Su colaboración consistirá en responder de manera escrita e individual las preguntas. Luego se le realizará una prueba postural, la cual consiste en un análisis postural para observar si existe alguna alteración en su cuerpo que pueda predisponer a lesiones musculoesqueléticas o errores en la técnica deportiva. Esta se realizará en pantaloneta corta en caso de los hombres y en top y licra corta en caso de mujeres o de ser posible en traje de baño. Se realizarán en un área que se ha acondicionado para preservar su integridad y privacidad.

Posteriormente se le solicitará que realice tres ejercicios (sentadilla de arranque, peso muerto y Clean and Jerk o cargada y envión) que serán analizados y filmados por parte de las investigadoras, esto con el propósito de observar posibles errores a la hora de ejecutar la técnica, los cuales pueden desencadenar en algún momento algún tipo de lesión. Finalmente se le realizará una prueba para comprobar su condición física, llamada Functional Movement Screen (FMS™) o en español "*Valoración de Movimientos Funcionales*", que consiste en realizar 7 pruebas sencillas entre ellas: sentadilla de arranque, paso al obstáculo, estocada en línea, movilidad de hombros, pierna recta arriba, estabilidad de tronco y estabilidad en rotación. Se analizará el resultado de las mismas con las respuestas del cuestionario.

Al terminar la investigación y al obtener los resultados ya analizados, se realizará una sesión en la cual se explicarán los resultados obtenidos y posibles soluciones. Se le reportará alguna condición a tomar en consideración y/o posibles lesiones y formas de prevenir o aliviarlas.

### **RIESGOS**

La probabilidad de sufrir alguna lesión o molestia durante la investigación es la misma que al realizar su rutina de entrenamiento, durante un examen físico o en la vida diaria.

La FMS™ no implica ningún riesgo para su salud.

## **BENEFICIOS**

Al participar en esta investigación se le ayudara a mejorar la forma en la que se realizan los ejercicios específicos, prevenir posible lesiones e informarlo respecto a alguna alteración postural que posea.

Posterior al análisis de los datos obtenidos, se realizará una actividad individual con cada participante, en donde de forma totalmente privada, podrá conocer los resultados de la investigación y posibles errores a corregir y realizar posibles preguntas al respecto. Para ello se le estará entregando personalmente, un resumen con los resultados obtenidos en la investigación, además de posibles acciones que podrían tomar para prevenir lesiones de cualquier tipo.

La administración del centro de Crossfit tendrá acceso al documento de la investigación como referencia para tomar medidas preventivas y mejorar el servicio brindado. Se realizará una charla grupal con los participantes y los encargados del centro de Crossfit (directores de programa) para brindar los resultados más relevantes de la investigación y explicar los principales factores de riesgo visualizados durante los entrenamientos. A los encargados de los entrenamientos se les brindará un folleto con una propuesta de evaluación inicial y con posibles ejercicios correctivos que ayuden a prevenir o corregir movimientos inadecuados que pueden llevar a una lesión. Se estará realizando al final de la charla magistral una práctica para demostrar los ejercicios.

## **VOLUNTARIEDAD**

La participación en esta investigación es voluntaria y ud puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento, sin perder los beneficios a los cuales tiene derecho, ni a ser castigado (ni en acceso o en calidad de atención) de ninguna forma por su retiro o falta de participación.

## **CONFIDENCIALIDAD**

Existe estricta confidencialidad con respecto a la información brindada por su parte y los resultados obtenidos en las pruebas.

Los datos obtenidos mediante la videofotogrametría y los instrumentos de recolección serán manejados con exclusividad por las investigadoras; se garantiza la privacidad al asignarse un código que solo ellas mismas manejaran. Los datos no serán entregados a personas no autorizadas y serán resguardados durante 15 años, según lo establecido por ley 9234 para luego ser eliminados de forma segura.

A la hora de que los resultados de la investigación sean publicados, su información permanecerá como confidencial. Es importante informarle que los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima.



## **INFORMACIÓN**

Antes de dar su autorización para participar en el estudio, las investigadoras Pamela Cusi López y Falon Peraza Quirós, deben haberle explicado todo y deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas o inquietudes. En caso de requerir de mayor información más adelante, puede obtenerla al llamar a Pamela Cusi al teléfono 60501903 o a Falon Peraza al 88913592 después de las 6 de la tarde y hasta las 10 de la noche.

Además, puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación al Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud (CONIS), teléfonos 2257-7821 extensión 119, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201, 2511-1398, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

Profesor a cargo del anteproyecto de tesis: Cesar Alfaro Redondo, Escuela de Tecnologías en Salud.

Recibirá una copia de esta fórmula.

No perderá algún derecho legal por firmar este documento.

## **CONSENTIMIENTO**

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del sujeto participante

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del/la testigo

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora



### Anexo 2. Cuestionario Epidemiológico Autoadministrado

El presente documento consiste en una guía de autollenado de cuatro apartados, con el fin de conocer datos generales y específicos del deportista, así como su historial de lesiones. Toda la información aquí brindada es estrictamente confidencial y será utilizada con fines únicamente académicos. Marque con una equis (X) las respuestas que correspondan en los paréntesis y complete de forma clara las preguntas que así lo requieran. Si tiene alguna duda, puede comunicarse con cualquiera de las investigadoras.

<b>I. Datos Personales</b>					
No. Participante:				Fecha: __/__/__	
Ocupación:		Edad:	Sexo: ( ) F ( ) M		
<b>II. Factores Intrínsecos</b>					
<i>Composición Corporal</i>					
Peso (kg)	Masa Grasa (%)		Masa libre de grasa (%)		
<b>III. Factores Extrínsecos</b>					
Tiempo de practicar Crossfit: 1.( ) 6 meses 2.( ) 1 año 3.( ) Más de 1 año					
Días que realiza Crossfit por semana: 1.( ) 1 día 2.( ) 2 días 3.( ) 3 días 4.( ) 4 días 5.( ) 5 días o más					
Días de descanso por semana: 1.( ) 1 día 2.( ) 2 días 3.( ) 3 días					
Practica Crossfit a nivel competitivo: 1.( ) No 2.( ) Sí					
Practica algún otro tipo de actividad física o deporte: 1.( ) No 2.( ) Sí, veces por semana: Cual?: _____					
<b>IV. Lesiones</b>					
En el siguiente apartado, encierre en un círculo el número que corresponde a su respuesta					
<b>Ejercicio o deporte durante el que se lesionó</b>	<b>Localización</b>		<b>Tipo de lesión</b>		<b>Tejido lesionado</b>
Crossfit:	1.Cabeza 2.Cervical 3.dorsal 4.Lumbar 5.Sacro	11. Muñeca 12. Mano 13. dedos mano 14. Cadera 15. Muslo	1.Contusión 2.Abrasión 3.Fractura 4.Luxación 5.Tendinitis	11.Herida abierta 12. Sobrecarga 13. Otro:	1.Nervio 2. Músculo 3.Bursa 4.Tendón 5.ligamento
No Crossfit:	6.Coxis 7.Hombro 8.Brazo 9.Codo 10.Antebrazo	16. Rodilla 17. Pierna 18. Tobillo 19. Pie 20. Dedos pie	6.Bursitis 7.Esguince 8.Contractura 9.Desgarro 10.Distensión		6.Cartilago 7.óseo 8.Otro:

¡Gracias por su colaboración!



**Anexo 3. Evaluación Postural**

<b>No. de Participante</b>				<b>Fecha de valoración:</b> __/__/__	
<b>VISTA ANTERIOR</b>					
<b>Pies</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>	<b>Cadera</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
1.Sin Alteración			1.EIAS sin alteraciones		
2.Antepié en inversión			2.Ascendido		
3.Antepié en eversión			3.Descendido		
<b>Rodillas</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>	<b>Hombros</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
1.Sin alteraciones			1.Sin Alteraciones		
2.Varo			2.Ascendida		
3.Valgo			3.Descendida		
4.Rótula ascendida			<b>Observaciones:</b> _____ _____		
5.Rótulas descendidas					

<b>VISTA POSTERIOR</b>			<b>VISTA LATERAL</b>		
<b>Tobillos</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>	<b>Pies</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
1.Sin alteraciones			1.Sin alteraciones		
2.varo			2.Pie cavo		
3.valgo			3.Pie plano		
<b>Cadera</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>	<b>Rodillas</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
1.EIPS sin Alteraciones			1.Sin alteraciones		
2.Ascendido			2.recurvatum		
3.Descendido			3.antecurvatum		
<b>Tronco</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>	<b>Pelvis</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
1.Escápulas sin alteraciones			1.Sin alteraciones		
2.Ascendida			2.Anteversión		
3.Descendida			3.Retroversión		
4.Columna sin alteraciones			<b>Tronco</b>		
5.Escoliosis cervical (convexidad)			1. ( ) Sin alteraciones	4. ( ) Hiper cifosis	
			2.( ) Rectificación lumbar	5.( ) Hiperlordosis	
			3. ( ) Rectificación Dorsal		
6.Escoliosis dorsal (convexidad)			<b>Hombros</b>	<b>Izq.</b>	<b>Der</b>
7. Escoliosis lumbar (convexidad)			1.Sin alteraciones		
			2.Proyectados hacia adelante		
			3.Proyectados hacia atrás		
<b>Longitud (cm):</b>	<b>Circunferencia (cm):</b>				
MI der. ____ MI Izq.	MI der. ____	MI Izq.			
____	____	____			
MS der. MS Izq.	MS der.	MS Izq.			



### Anexo 4. Instrumento de Observación de las Clases Introductorias

<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>		<b>Lugar:</b>	
<b>Cantidad de Instructores encargados de la clase:</b>					
<b>Lugar de entrenamiento</b>					
1.Superficie con amortiguación: 1.SI <input type="checkbox"/> 2.NO <input type="checkbox"/>					
<b>Fases del entrenamiento:</b>					
<b><u>Calentamiento General:</u></b>					
1.SI <input type="checkbox"/> 2.NO <input type="checkbox"/> N° de participantes: _____					
<b>Duración:</b> 1.5min <input type="checkbox"/> 2.10min <input type="checkbox"/> 3.15min <input type="checkbox"/> 4.>15 min <input type="checkbox"/>					
<b><u>Estiramiento inicial:</u></b>					
1.SI <input type="checkbox"/> 2.NO <input type="checkbox"/>					
<b>Características</b> 1.General <input type="checkbox"/> 2.Específico <input type="checkbox"/>					
<b>Técnica:</b> 1.Estáticos <input type="checkbox"/> 2.Balísticos <input type="checkbox"/>					
<b>Duración</b>					
<b>Total:</b> 1.5min <input type="checkbox"/> 2.10min <input type="checkbox"/> 3.15min <input type="checkbox"/> 4.>15 min <input type="checkbox"/>					
<b>Grupos musculares:</b>					
1. Cuello <input type="checkbox"/> 2. Hombro y brazo <input type="checkbox"/> 3. Antebrazo <input type="checkbox"/> 4. Tronco <input type="checkbox"/> 5. Muslo y glúteo <input type="checkbox"/> 6. Pierna <input type="checkbox"/>					
<b><u>Calentamiento específico:</u></b>					
1.SI <input type="checkbox"/> 2.NO <input type="checkbox"/>					
<b>Duración:</b> 1.5min <input type="checkbox"/> 2.10min <input type="checkbox"/> 3.15min <input type="checkbox"/> 4. >15 min <input type="checkbox"/>					
<b><u>Entrenamiento:</u></b>					
1.SI <input type="checkbox"/> 2.NO <input type="checkbox"/>					
<b>Técnicas Practicadas durante el entrenamiento</b>					
<b>X</b>	<b>Técnicas</b>	<b>X</b>	<b>Tiempo empleado por técnica</b>		
	Clean				
	Jerk				
	Clean and Jerk				
	Squat Overhead				
	Deadlift				



Form with sections: Periodos de descanso, Periodos de hidratación, Enfriamiento, Estiramiento final. Includes checkboxes for SI/NO and input fields for quantities and durations.

Observaciones: \_\_\_\_\_

Firma de la Observadora(as): \_\_\_\_\_

Firma del Instructor: \_\_\_\_\_



**Anexo 5. Instrumento de Análisis de Ejecución de los Ejercicios**

<b>I. TECNICA DE EJECUCION DE EJERCICIOS ESPECIFICOS</b>		
No de Participante: _____		
<b>1. Overhead Squat</b>		
<b>Variable</b>	<b>Característica</b>	
1. Rango de movimiento	<input type="checkbox"/> 1.Completo <input type="checkbox"/> 2.Incompleto	
2. Postura inicial	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Pies más anchos que hombros <input type="checkbox"/> 3.Pies menos ancho que hombros <input type="checkbox"/> 4.Pies hacia adentro <input type="checkbox"/> 5.Agarre estrecho <input type="checkbox"/> 6.Codos flexionados <input type="checkbox"/> 7.Hombros relajados	
3. Ejecución	Cabeza	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Caída de cabeza <input type="checkbox"/> 3.Cabeza hacia al frente
	Brazos	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Barra hacia adelante del plano frontal <input type="checkbox"/> 3.Codos flexionados <input type="checkbox"/> 4.Codos hacia atrás <input type="checkbox"/> 5.Codos hacia adelante <input type="checkbox"/> 6.Hombros relajados <input type="checkbox"/> 7. Barra desalineada
	Torso	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Pecho caído <input type="checkbox"/> 3.Curva lumbar excesiva
	Cadera	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Hacia al frente <input type="checkbox"/> 3.No rompe el paralelo <input type="checkbox"/> 4.Trasero perezoso
	Rodillas	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Rodillas giran hacia adentro de los pies
	Pies	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Talones se separan del piso <input type="checkbox"/> 3. Perdida del equilibrio
4. Postura Final	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2. Extensión de cadera incompleta <input type="checkbox"/> 2.Flexión de rodillas <input type="checkbox"/> 3.Hombros relajados <input type="checkbox"/> 4.Barra hacia adelante del plano frontal <input type="checkbox"/> 5.Hiperextensión lumbar <input type="checkbox"/> 6.Retroversión pélvica <input type="checkbox"/> 7. Cabeza hacia al frente	

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



2. Clean and Jerk		
Variable	Característica	
1. Rango de movimiento	<input type="checkbox"/> 1.Completo <input type="checkbox"/> 2.Incompleto	
2. Postura inicial	Cabeza	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Caída de cabeza <input type="checkbox"/> 3.Cabeza hiperextendida
	Brazos	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Escapulas relajadas <input type="checkbox"/> 3.Codos doblados <input type="checkbox"/> 4.Ancho excesivo de agarre <input type="checkbox"/> 5.Ancho estrecho <input type="checkbox"/> 6.Hombros atrás de la barra
	Tronco	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Pecho caído <input type="checkbox"/> 3.Abdomen relajado <input type="checkbox"/> 4.Hiperlordosis lumbar <input type="checkbox"/> 5.Espalda arqueada
	Cadera	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Cadera muy baja <input type="checkbox"/> 3. Cadera muy elevada
	Rodillas	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Rodillas muy flexionadas
	Pies	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Postura de pies muy ancha <input type="checkbox"/> 3.Peso sobre punta de los pies <input type="checkbox"/> 4.Barra lejos de las piernas
3. Fase 1	Cabeza	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Cabeza tensa
	Tronco	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Pecho caído <input type="checkbox"/> 3.Hiperextensión <input type="checkbox"/> 4.Hiperflexión
	Piernas	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Barra alejada de las piernas
	Pies	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Pies se desplazan
3. Fase 2	Codos	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Codos bajos
	Tronco	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Hiperextensión
	Cadera	<input type="checkbox"/> 1.Correcta



		<input type="checkbox"/> 2.Extendida
	Rodillas	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Extendidas
	Pies	<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Salto hacia atrás <input type="checkbox"/> 3. Peso en puntas de pie
4. Postura Final		<input type="checkbox"/> 1.Correcta <input type="checkbox"/> 2.Codos flexionados <input type="checkbox"/> 3.Hombros relajados <input type="checkbox"/> 4.Barra hacia adelante del plano frontal <input type="checkbox"/> 5.Extensión de cadera incompleta <input type="checkbox"/> 6.Extensión de rodillas incompletas

Observaciones \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





3. Dead Lift	
Variable	Característica
1. Rango de movimiento	<input type="checkbox"/> 1. Completo <input type="checkbox"/> 2. Incompleto
2. Postura inicial	Cabeza <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Caída de cabeza</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Cabeza hiperextendida</li> </ul>
	Brazos <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Escapulas relajadas</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Codos doblados</li> <li><input type="checkbox"/> 4. Ancho excesivo de agarre</li> <li><input type="checkbox"/> 5. Ancho estrecho de agarre</li> <li><input type="checkbox"/> 6. Hombros atrás de la barra</li> </ul>
	Tronco <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Pecho caído</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Abdomen relajado</li> <li><input type="checkbox"/> 4. Espalda recta</li> <li><input type="checkbox"/> 5. Hiperlordosis lumbar</li> <li><input type="checkbox"/> 6. Espalda arqueada</li> </ul>
	Cadera <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Cadera muy baja</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Cadera muy elevada</li> </ul>
	Rodillas <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Rodillas muy flexionadas</li> </ul>
	Pies <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Postura de pies muy ancha</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Peso sobre punta de los pies</li> <li><input type="checkbox"/> 4. Barra lejos de las piernas</li> </ul>
3. Ejecución	Cabeza <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Cabeza tensa</li> </ul>
	Tronco <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Pecho caído</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Hiperextensión</li> <li><input type="checkbox"/> 4. Hiperflexión</li> </ul>
	Cadera <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Levantamiento de cadera antes que la de hombros</li> </ul>
	Piernas <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 1. Correcta</li> <li><input type="checkbox"/> 2. Barra alejada de las piernas</li> <li><input type="checkbox"/> 3. Flexión excesiva de rodillas</li> </ul>



4. Postura Final	<input type="checkbox"/> 1. Correcta <input type="checkbox"/> 2. Rotación de hombros <input type="checkbox"/> 3. Extensión de cadera incompleta <input type="checkbox"/> 4. Extensión de rodillas incompletas <input type="checkbox"/> 5. Hiperextensión de tronco
------------------	--

Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Anexo 6. Guía de llenado para la aplicación de las pruebas de evaluación de patrones de movimiento

Guía de llenado para la aplicación de las pruebas de evaluación de patrones de movimiento.

<b>I. Datos Generales</b>																																																																																																																																																								
No. Participante: _____					Fecha: __/__/____																																																																																																																																																			
<b>II. Evaluación de Patrones de Movimiento basado en Functional Movement Screen (FMS™)</b>																																																																																																																																																								
<b>II.I Sentadilla profunda</b> (Deep squat)				<b>II.II Paso con obstáculo</b> (Hurdle step)																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Intentos</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td style="padding: 2px;">Barra (VL)</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Sobre la cabeza</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Delante de la cabeza</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Caderas (VL)</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Bajo nivel de rodillas</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Sobre nivel de rodillas</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">3</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Rodillas (VA)</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Alineadas sobre pies</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Colapso en valgo</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">4</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Talones (VL)</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">En el piso</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Levantados (requiere tabla)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">5</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Pies (VA)</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Se mantienen paralelos</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Se deslizan o rotan</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"><b>Puntaje final:</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Intentos		1	2	3	1	Barra (VL)	Sobre la cabeza			Delante de la cabeza					2	Caderas (VL)	Bajo nivel de rodillas			Sobre nivel de rodillas			3	Rodillas (VA)	Alineadas sobre pies			Colapso en valgo			4	Talones (VL)	En el piso			Levantados (requiere tabla)			5	Pies (VA)	Se mantienen paralelos			Se deslizan o rotan			<b>Puntaje final:</b>					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">D</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">I</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Intentos</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Cadera-Rodilla-Tobillo (VA)</td> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Alineados</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Desalineados</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Barra (VL)</td> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Se mantiene alineada</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Se inclina hacia _____ / _____</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">3</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Columna (VA)</td> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Movimiento mínimo</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Movimiento amplio</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">4</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Obstáculo</td> <td colspan="6" style="padding: 2px;">No hubo choque</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Hubo choque</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">5</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Pie (No debe apoyar el pie) (VL)</td> <td colspan="6" style="padding: 2px;">No hubo apoyo</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 2px;">Hubo apoyo</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"><b>Puntaje final:</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					D			I			Intentos		1	2	3	1	2	3	1	Cadera-Rodilla-Tobillo (VA)	Alineados						Desalineados						2	Barra (VL)	Se mantiene alineada						Se inclina hacia _____ / _____						3	Columna (VA)	Movimiento mínimo						Movimiento amplio						4	Obstáculo	No hubo choque						Hubo choque						5	Pie (No debe apoyar el pie) (VL)	No hubo apoyo						Hubo apoyo						<b>Puntaje final:</b>							
Intentos		1	2	3																																																																																																																																																				
1	Barra (VL)	Sobre la cabeza																																																																																																																																																						
	Delante de la cabeza																																																																																																																																																							
2	Caderas (VL)	Bajo nivel de rodillas																																																																																																																																																						
		Sobre nivel de rodillas																																																																																																																																																						
3	Rodillas (VA)	Alineadas sobre pies																																																																																																																																																						
		Colapso en valgo																																																																																																																																																						
4	Talones (VL)	En el piso																																																																																																																																																						
		Levantados (requiere tabla)																																																																																																																																																						
5	Pies (VA)	Se mantienen paralelos																																																																																																																																																						
		Se deslizan o rotan																																																																																																																																																						
<b>Puntaje final:</b>																																																																																																																																																								
		D			I																																																																																																																																																			
Intentos		1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																	
1	Cadera-Rodilla-Tobillo (VA)	Alineados																																																																																																																																																						
		Desalineados																																																																																																																																																						
2	Barra (VL)	Se mantiene alineada																																																																																																																																																						
		Se inclina hacia _____ / _____																																																																																																																																																						
3	Columna (VA)	Movimiento mínimo																																																																																																																																																						
		Movimiento amplio																																																																																																																																																						
4	Obstáculo	No hubo choque																																																																																																																																																						
		Hubo choque																																																																																																																																																						
5	Pie (No debe apoyar el pie) (VL)	No hubo apoyo																																																																																																																																																						
		Hubo apoyo																																																																																																																																																						
<b>Puntaje final:</b>																																																																																																																																																								
<b>Observaciones:</b>				<b>Observaciones:</b>																																																																																																																																																				
_____				_____																																																																																																																																																				
_____				_____																																																																																																																																																				
_____				_____																																																																																																																																																				



**II.III Desplante alineado**  
(In-line lunge)

			D			I		
Intentos			1	2	3	1	2	3
1	Posición inicial (VL) y (VA)	Realiza						
		No realiza						
2	Equilibrio	Mantiene						
		Pierde						
3	Barra (VL)	Mantiene contacto						
		Pierde contacto lumbar						
4	Tronco ( VL)	Mantiene alineación						
		Se desplaza hacia adelante ( ) Atrás ( )						
5.1	Rodilla (VL)	Toca el suelo						
		No toca el suelo						
5.2		Sobre pasa punta del pie						
		No sobre pasa punta del pie						
Puntaje final:								

Observaciones:

---



---



---

**II.IV Alcance de movilidad de hombro**  
(Shoulder mobility reaching)

		D			I			
Prueba de movilidad		Intentos	1	2	3	1	2	3
1	Distancia	< 1 mano						
	Medida mano: _____ cm.	≤ mano ½						
		> mano ½						
Puntaje final:								
Prueba de Invalidación		Presenta Dolor						
		Sí			No			
Pinzamiento (Impigement)								

Observaciones: \_\_\_\_\_

**II.V Elevación activa de MI extendido**  
(Active straight-leg raise)

			D			I		
Intentos			1	2	3	1	2	3
1	Maléolo (VL)	Sobrepasa marca						
		Sobrepasa rótula						
		No sobrepasa rótula						
Puntaje final:								

Observaciones: \_\_\_\_\_

---



### II.VI Estabilidad del Tronco en Lagartija

(Trunk stability push-up)

Intentos		1	2	3
1	Movimiento (push-up)	Realiza		
		No realiza		
2	Columna lumbar y pelvis (VL)	Eleva en bloque		
		Retraso al elevarse		
3	Movimiento	Pulgares en temporales (M) / barbilla (F)		
		Pulgares en barbilla (M) / hombros (F)		
<b>Puntaje final:</b>				
<b>Prueba de invalidación</b>	<b>Presenta dolor</b>			
	<b>Sí</b>	<b>No</b>		
Postura de cobra				

Observaciones:

---



---

### II.VII Estabilidad rotatoria

(Rotary stability)

Movimiento unilateral			D	I
1	Rodilla y codo	Se tocan		
		No se tocan		
	Pie o tronco (VA)	No hay inclinación		
		Hay inclinación		
Movimiento en diagonal			D	I
2	Rodilla y codo	Se tocan		
		No se tocan		
	Pie o tronco (VA)	No hay inclinación		
		Hay inclinación		
<b>Puntaje final:</b>				
<b>Prueba de Invalidación</b>	<b>Presenta Dolor</b>			
	<b>Sí</b>	<b>No</b>		
Postura de niño (activa)				

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

## **Anexo 7. The Functional Movement Screen (FMS™™)**

**(Versión traducida en español)**

### **Sentadilla de Arranque**

**Propósito:** La posición en cuclillas es un movimiento necesario en la mayoría de las acciones deportivas. Es la posición de preparado y es necesario para la mayoría de los movimientos de potencia que involucran movimientos de las extremidades inferiores. La sentadilla profunda es una prueba de que todo el cuerpo interactúa en toda la mecánica cuando se realiza correctamente. La sentadilla profunda se utiliza para evaluar bilateralmente, las simetrías y movilidad funcional de las caderas, rodillas y tobillos. El palo elevado sobre la cabeza evalúa bilateralmente, las simetrías y la movilidad de los hombros, así como la columna torácica.

**Descripción:** El individuo asume la posición inicial, colocando sus pies al ancho de los hombros con los pies alineados en el plano sagital. El individuo toma el palo con sus manos para asumir un Angulo de 90° de los codos con la sobrecarga del palo. A continuación, el palo se eleva hacia arriba con los hombros flexionados y los codos extendidos. Al individuo se le dan instrucciones de descender lentamente en una posición de cuclillas. La posición en cuclillas se debe asumir con los talones en el suelo, la cabeza y el pecho hacia adelante y palo extendido al máximo. El individuo puede repetir el movimiento hasta tres veces. Si los criterios de una puntuación III no se logran, al atleta se le pide que realice la prueba con la tabla en sus talones.

**Instrucciones verbales:** “Mantener el palo con las dos manos sobre la cabeza para que tanto los hombros y los codos mantengan un Angulo de 90°. A continuación, eleve el palo sobre la cabeza y mantenerlo allí”.

“Colocar los pies en una posición cómoda, aproximadamente al ancho de los hombros o ligeramente mayor que el ancho de los hombros. Punta de los dedos de los pies hacia adelante y mantenerlos apuntando hacia delante”.

“Debe mantener una postura erguida, el palo por encima de su cabeza, y los talones en el suelo, descender a una sentadilla profunda con el fin de romper los muslos paralelos al suelo” (Puntuación del sujeto).

“Volver a la posición inicial” (Repetir 3 veces si es necesario).

Repita las instrucciones como se ha dicho con la tabla bajo los talones si es necesario.



**Sentadilla Arranque 3**  
Vista Frontal

3



**Sentadilla Arranque 3**  
Vista Lateral



**Sentadilla Arranque 2**  
Vista Frontal

2



**Sentadilla Arranque 2**  
Vista lateral



**Sentadilla arranque 1**  
Vista Frontal

1



**Sentadilla Arranque 1**  
Vista Frontal

<b>Puntuación III</b>	<b>Puntuación II</b>	<b>Puntuación I</b>
Parte superior del torso es paralela con la tibia o hacia la vertical. Fémur debajo de la horizontal. Rodillas alineadas sobre los pies. Palo alineado sobre los pies.	Parte superior del torso es paralelo con la tibia o hacia la vertical. Fémur debajo de la horizontal. Rodillas alineadas sobre los pies. Palo queda alineado en los pies.	Tibia y parte superior del torso no son paralelas. Fémur no está debajo de la horizontal. Las rodillas no están alineadas sobre los pies. Se observa flexión lumbar.

## Paso al Obstáculo

**Propósito:** El paso al obstáculo está diseñado para desafiar la mecánica apropiada del cuerpo durante la zancada en la carrera. El movimiento exige una buena coordinación y le estabilidad entre las caderas y el torso durante los pasos, así como estabilidad de la postura en una sola pierna. El paso al obstáculo evalúa la movilidad funcional bilateral y la estabilidad de las caderas, las rodillas y los tobillos.

**Descripción:** El individuo asume la posición de salida colocando primero los pies juntos y la alineación de los dedos tocando la base de la valla. El obstáculo se ajustará a la altura de la tuberosidad tibial del atleta. El palo se coloca en los hombros por debajo del cuello. Se le pide al individuo que pase por encima de la valla con una pierna y toque su talón en el suelo, manteniendo la pierna estática en una posición extendida. La pierna en movimiento, regresa a la posición inicial. El paso al obstáculo debe realizarse lentamente y hasta 3 veces bilateralmente. Si se completa una repetición bilateral cumpliendo los criterios establecidos se da una puntuación de III.

**Instrucciones verbales:** “Coloque el palo a través de sus hombros. Ahora, de pie cómodamente con la punta de los pies juntos y los dedos de los pies contra la base de la valla.”

“A pesar de mantener una postura erguida, el paso debe superar el obstáculo sin tocar la soga”.

“Tocar el suelo con el talón y volver a la posición inicial”.

Repetir las instrucciones 2 y 3 para el pie izquierdo (Puntuación).

Repetir 3 veces por lado si es necesario.





3



Paso al obstáculo 3  
Vista Frontal

Paso al obstáculo 3  
Vista Lateral



2



Paso al obstáculo 2  
Vista Frontal

Paso al obstáculo 2  
Vista Lateral



1



Paso Obstáculo 1  
Vista Frontal

Paso Obstáculo 1  
Vista Lateral

Puntuación III	Puntuación II	Puntuación I
<p>Caderas, rodillas y tobillos permanecen alineados en el plano sagital. Mínimo o nada de movimiento de columna lumbar. Palo y obstáculo paralelos.</p>	<p>La alineación se pierde entre las caderas, las rodillas y los tobillos. Se observó movimiento en columna lumbar. Palo y obstáculo no son paralelos.</p>	<p>Contacto entre el pie y el obstáculo. Se observa perdida de equilibrio.</p>

## Estocada en Línea

**Propósito:** Esta prueba intenta colocar al cuerpo en una posición que se centrará en las tensiones que simulen una rotación, controlando los movimientos laterales tipo. La estocada en línea es una prueba que coloca la extremidad inferior en una posición de tijera, desafiando al tronco y las extremidades del cuerpo para resistir la rotación adecuada y mantener alineación. Esta prueba evalúa la movilidad, la estabilidad de la cadera, el tobillo y la flexibilidad y estabilidad de los cuádriceps con respecto a la rodilla.

**Descripción:** El evaluador toma la longitud de la tibia del evaluado, midiendo desde el suelo hasta la tuberosidad anterior de la tibia. Se le pide al individuo que coloque su talón en el extremo final de la tabla. La medición de la tibia se aplica luego del final de los dedos de los pies en el tablero y se hace una marca. El palo se coloca detrás de la espalda, tocando la cabeza, columna torácica y sacro. La mano contraria al pie delantero debe ser la mano que agarre el palo en la columna cervical. La otra mano sujeta al palo en la columna lumbar. El individuo sube a la tabla colocando el talón del pie contrario a la marca indicada en la tabla. El individuo baja la rodilla lo suficiente para tocar la tabla detrás del talón del pie delantero y luego vuelve a la posición inicial. La estocada se ha realizado hasta tres veces de forma bilateral en una manera lenta y controlada. Si la repetición se completa con éxito, es un tres.

**Instrucciones verbales:** “Mantenga el palo con las dos manos y la posición a lo largo de su espina dorsal con la mano derecha contra la parte posterior del cuello y la mano izquierda en la espalda baja”. “Paso a la tabla con el pie derecho a lo largo del borde posterior y coloque el pie izquierdo con el talón un poco más allá (longitud de la tibia) de la línea negra (o marca). Los dedos de los pies hacia adelante y mantenerlos apuntando hacia adelante”. “A pesar de mantener una postura erguida, bajar hasta el fondo, tocar la rodilla derecha a la altura de la línea negra (o marca) detrás de su talón izquierdo. Mantenga el contacto con el palo contra la cabeza, la columna torácica y el sacro.” “Volver a la posición inicial, asegurándose de colocar el talón plano a la derecha en el tablero”.

Repetir las instrucciones con el lado izquierdo (Puntuación el tema). Repetir 3 veces por lado si es necesario.



3



Estocada en línea 3

Estocada en línea 3

Vista Frontal

Vista Lateral



2



Estocada en línea 2

Estocada en línea 2

Vista Frontal

Vista Lateral



1



Estocada en línea 1

Estocada en línea 1

Vista Frontal

Vista Lateral

Puntuación III	Puntuación II	Puntuación I
El palo permanece en contacto con la columna. No se observa movimiento en torso. Palo permanece vertical en el plano sagital. La rodilla toca detrás del talón del otro pie.	El palo no se queda en contacto con la columna. Se observa movimiento en torso. El palo y los pies no se quedan en el plano sagital. Rodilla no hace contacto con el otro pie.	Se observa pérdida de equilibrio.

## Movilidad de Hombros

**Propósito:** El test de movilidad del hombro evalúa la amplitud de movimiento bilateral del hombro, que se combina con la rotación interna, aducción y extensión y rotación externa con abducción y flexión. También requiere una movilidad normal escapular y la extensión de la columna torácica.

**Descripción:** El evaluador determina la longitud de la mano, midiendo la distancia desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del tercer dedo. El individuo comienza de pie con los pies juntos, y permanece en esta posición a lo largo de la prueba. El individuo se encargará de hacer un puño en cada mano, colocando el pulgar dentro del puño. Luego se le pide que asuma una máxima aducción, rotación interna y ampliar la posición con un hombro, y una máxima flexión y rotación externa en la posición del otro. Durante la prueba las manos deben permanecer en puño y se deben colocar sobre la espalda con un movimiento uniforme. El evaluador entonces mide la distancia entre las dos prominencias óseas. Realizar la prueba de movilidad del hombro hasta 3 veces de forma bilateral.

**Instrucciones verbales:** En una cómoda posición de pie, instruir al sujeto a:

“Haga un puño con los pulgares metidos en el puño”.

“En un solo movimiento, ponga su puño derecho sobre la nuca y el puño izquierdo detrás de la espalda.”

“No se mueva más después de su colocación inicial”. (Medida de la distancia entre los puños. La proximidad más cercana para cada uno).

Repita la instrucción 2, con la otra mano (Puntuación el tema).



Movilidad de Hombros 3

3



Movilidad de Hombros 2

2



Movilidad de Hombros 1

1

<b>Puntuación III</b>	<b>Puntuación II</b>	<b>Puntuación I</b>
Puños están dentro de la longitud de una mano.	Puños están dentro de la longitud de una mano y media.	Puños se ubican a una distancia mayor de una mano y media

## Pierna Recta Arriba

**Propósito:** La pierna recta arriba prueba la habilidad de disociar la extremidad inferior, manteniendo la estabilidad del torso. Evalúa el tendón de la corva y la flexibilidad activa gemelo-soleo, mientras se mantiene la pelvis estable y la extensión activa de la pierna contraria.

**Descripción:** El evaluado asume la posición de partida en decúbito supino con los brazos en una posición anatómica y la cabeza contra el piso. La tabla se coloca debajo de las rodillas. El evaluador identifica el punto medio entre la espina iliaca anterosuperior (EIAS) y la rótula, el palo se coloca en esta posición perpendicular al suelo. A continuación, al individuo se le pide que levante la pierna con el tobillo en flexión dorsal y la rodilla extendida. Durante la prueba, la rodilla opuesta debe permanecer en contacto con la tabla, los dedos del pie deben permanecer apuntando hacia arriba, y la cabeza permanece sobre el piso. Una vez que la amplitud máxima es alcanzada, y maléolo se encuentra más allá del palo, entonces la puntuación se registra según los criterios. Si el maléolo no pasa el palo luego, este se coloca a la altura de la rodilla sobre la tabla, si el maléolo no pasa el palo es uno. Se realiza hasta 3 veces de forma bilateral.

### Instrucciones verbales:

“Acostado de espalda con la parte posterior de sus rodillas contra la tabla, los brazos a los costados y las palmas hacia arriba, y los dedos de los pies apuntando hacia arriba”.

“Levante los dedos de su pie derecho hacia la rodilla. Con las piernas rectas y los dedos restantes apuntando hacia el techo, levante la pierna derecha lo más alto posible, sin ningún tipo de movimiento en la pierna izquierda.” (Tomar la medida de la relación con la otra pierna).

Repita la instrucción 2 con el lado izquierdo (puntuación).



3

Pierna Recta Arriba 3



2

Pierna Recta Arriba 2



1

Pierna Recta Arriba 1

Puntuación III	Puntuación II	Puntuación I
Tobillo/Palo se ubican a la mitad del muslo.	Tobillo/Palo está en la mitad de la rótula línea de la articulación.	Tobillo no pasa de la posición II.

## Estabilidad de Tronco

**Propósito:** La estabilidad del tronco en la prueba de Push up muestra capacidad para estabilizar la columna en un plano anterior y posterior durante una cadena cerrada de movimiento de la parte superior del cuerpo. Se evalúa la estabilidad del tronco en el plano sagital, mientras se realiza un movimiento simétrico de las extremidades superiores.

**Descripción:** El individuo asume una posición en decúbito prono con los pies juntos. Las manos se colocan ancho de los hombros además en la posición adecuada según los criterios. Las rodillas están juntas y se extenderán al máximo y los tobillos en flexión dorsal. El individuo se le pide que realice una flexión de brazos en esta posición. El cuerpo debe levantarse como una unidad. No debe haber ningún retraso en la columna lumbar al realizar el Push up. Si el individuo no puede realizar una flexión de brazos en esta posición, las manos se bajan en la posición adecuada según los criterios.

### Instrucciones verbales:

“Póngase boca abajo con las manos colocadas ancho de hombros (Colocación de las manos adecuadas)”.

- Hombres: Pulgares en línea con la frente.
- Mujeres: Pulgares en línea con el mentón.

“Levanten los dedos del pie hacia la rodilla y colocarlos en el suelo. Levantar rodillas del suelo en extensión”.

“Mantener el torso rígido, elevarse como una unidad sin retraso en la espalda baja en posición de flexión de brazos”.

Repetir 3 veces si es necesario.

Repetir las instrucciones del 1 al 3 con colocación de las manos que sean necesarias.





**Estabilidad de Tronco 3**

**Inicio**



**Estabilidad de Tronco 3**

**Final**



**Estabilidad de Tronco 2**

**Inicio**



**Estabilidad de Tronco 2**

**Final**



**Estabilidad del Tronco 1**

**Final**

<b>Puntuación III</b>	<b>Puntuación II</b>	<b>Puntuación I</b>
<p>Los hombres logran realizar una repetición con los pulgares alineados en la frente.</p> <p>Las mujeres logran realizar una repetición con los pulgares alineados en el mentón.</p>	<p>Los hombres logran realizar una repetición con los pulgares alienados en el mentón.</p> <p>Las mujeres logran realizar una repetición con los pulgares alineados en la clavícula.</p>	<p>Los hombres son incapaces de lograr una repetición con los pulgares alineados en el mentón.</p> <p>Las mujeres son incapaces de lograr una repetición con los pulgares alineados en la clavícula.</p>

## Estabilidad en Rotación

**Propósito:** Esta prueba es un movimiento complejo que requiere una buena coordinación neuromuscular y la transferencia de energía a partir de un segmento del cuerpo a otro a través del torso. La prueba de estabilidad del tronco rotatorio evalúa el multi plano de estabilidad durante un movimiento combinado de las extremidades superior e inferior.

**Descripción:** El individuo asume la posición de partida en cuadrupedia con los hombros y las caderas a 90° en relación con el torso. Las rodillas se sitúan en 90° y los tobillos deben permanecer en flexión dorsal. La tabla se coloca entre las rodillas y las manos para que estén en contacto con ella. A continuación el individuo flexiona el hombro y extiende la cadera y la rodilla del mismo lado. La pierna y la mano solo se levantan lo suficiente. El codo, la mano y la rodilla que se levantan deben permanecer en línea con la tabla. El torso también debe permanecer en el mismo plano que la tabla. El mismo hombro y rodilla luego de ser extendidos se flexionan lo suficiente para que el codo y la rodilla se toquen. Esto se lleva a cabo bilateralmente hasta 3 repeticiones. Si la puntuación de III no se logra, entonces el individuo realiza una diagonal con el hombro del lado opuesto de la cadera y de la misma manera como se describió anteriormente.

### Instrucciones verbales:

En una posición de manos y rodillas, instruya al sujeto a:

“Posición de los hombros y las caderas a 90° son los pulgares y las rodillas tocando las paredes de la tabla”.

“Levante su brazo derecho y pierna fuera de la tierra, señalando el brazo y la pierna hacia delante y hacia atrás. A continuación, toque el codo derecho y la rodilla sobre la tabla. Una vez más, vuelva a la posición extendida. Realice este movimiento manteniendo la espalda tan plana como sea posible”.

“Vuelva a la posición de partida”. Repita las instrucciones 2 y 3 son el lado izquierdo. Si es necesario, utilizar el modelo diagonal del brazo derecho y pierna izquierda. Repita el patrón diagonal con el brazo izquierdo y pierna derecha. (Puntuación).



**Estabilidad en Rotación 3**

**Extensión**



**Estabilidad en Rotación 3**

**Flexión**



**Estabilidad en Rotación 2**

**Extensión**



**Estabilidad en Rotación 2**

**Flexión**



**Estabilidad en Rotación 1**

**Extensión**



**Estabilidad en Rotación 1**

**Flexión**

<b>Puntuación III</b>	<b>Puntuación II</b>	<b>Puntuación I</b>
<p>Lleva a cabo una correcta repetición unilateral, manteniendo la columna vertebral paralela sobre la tabla. La rodilla y el codo se tocan en línea sobre la tabla.</p>	<p>Lleva a cabo una correcta repetición en diagonal, manteniendo la columna vertebral paralela sobre la tabla. La rodilla y el codo se tocan en línea sobre la tabla.</p>	<p>Incapacidad para lograr las repeticiones en diagonal.</p>

**Anexo 8. Cuadros correspondientes a los datos de la caracterización de la población.**

**Cuadro 43.** Distribución de los participantes evaluados según sexo.

<b>Población por género</b>	<b>Frecuencia Absoluta (n=60)</b>	<b>Frecuencia Relativa (%)</b>
<b>Masculino</b>	33	55
<b>Femenino</b>	27	45
<b>Total</b>	60	100

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

**Cuadro 44.** Distribución por rango de edad de los participantes evaluados.

<b>Rango</b>	<b>Cantidad de Participantes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>18-20</b>	9	15,0
<b>21-23</b>	7	11,7
<b>24-26</b>	12	20,0
<b>27-29</b>	2	3,3
<b>30-32</b>	10	16,7
<b>33-35</b>	5	8,3
<b>36-38</b>	4	6,7
<b>39-41</b>	3	5,0
<b>42-45</b>	0	0
<b>46-49</b>	8	13,3
<b>Total</b>	60	100

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados

**Cuadro 45.** Edad mínima y edad máxima de los participantes evaluados, edad media y desviación estándar

	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación</b>
<b>Edad</b>	18	49	30,22	8,99

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 46.** Tipo de trabajo de los participantes evaluados, según la cantidad de actividad realizada.

	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Sedentario</b>	71,7	43
<b>Activo</b>	28,3	17

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 47.** Distribución según tiempo de práctica del Crossfit de los participantes evaluados

	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>6 meses</b>	13,3	8
<b>1 año</b>	11,7	7
<b>Más de 1 año</b>	75	45

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

**Cuadro 48.** Distribución según días a la semana en los cuales los participantes evaluados practican Crossfit

	Frecuencia	Porcentaje (%)
1 día	0	0
2 días	1	1,7
3 días	6	10
4 días	16	26,7
5 días	37	61,7

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

**Cuadro 49.** Distribución según días a la semana en los cuales los participantes descansan de la práctica de Crossfit

	Frecuencia	Porcentaje (%)
1 día	21	35
2 días	33	55
3 días	6	10

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

**Cuadro 50.** Distribución según realización de otro tipo de ejercicio físico de los participantes evaluados

Ejercicio físico extra	Frecuencia (n=60)	Porcentaje (%)
Sí	31	51,7
No	29	48,3

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados

**Cuadro 51.** Distribución según realización de Crossfit a nivel competitivo

<b>Ejercicio físico extra</b>	<b>Frecuencia (n=60)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Sí</b>	20	33,3
<b>No</b>	40	66,7

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados

**Cuadro 52.** Distribución de participantes evaluados que presentan o han presentado una lesión musculo-esquelética

	<b>Frecuencia (n=60)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Sin lesión</b>	14	23,3
<b>Con lesión</b>	46	76,6

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recolectados

**Cuadro 53.** Distribución de frecuencia y de porcentaje de lesiones de Crossfit de los participantes evaluados según el sitio anatómico

	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cervicales</b>	1	1,8
<b>Hombro</b>	20	37
<b>Brazo</b>	3	5,6
<b>Codo</b>	3	5,6
<b>Muñeca</b>	5	9,3
<b>Lumbar</b>	13	24,1
<b>Cadera</b>	1	1,8
<b>Muslo</b>	2	3,7
<b>Rodilla</b>	6	11,1
<b>Total</b>	54	100

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

**Cuadro 54.**Resultados de la observación de ejecución de la técnica del ejercicio de Overhead squat realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	53	88,3	7	11,7
<b>MMSS</b>	44	73,3	16	26,7
<b>Tronco</b>	43	71,7	17	28,3
<b>MMII</b>	22	36,7	38	63,3

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 55.**Resultados de la observación de la postura final de la técnica del ejercicio de Overhead squat realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	57	95,0	3	5,0
<b>MMSS</b>	57	95,0	3	5,0
<b>Tronco</b>	59	98,3	1	1,7
<b>MMII</b>	56	93,3	4	6,7

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.



**Cuadro 56.**Resultados de la observación de posición inicial de la técnica del ejercicio de Deadlift realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	16	26,7	44	73,3
<b>MMSS</b>	44	73,3	16	26,7
<b>Tronco</b>	50	83,3	10	16,7
<b>MMII</b>	27	45,0	33	55,0

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 57.**Resultados de la observación de ejecución de la técnica del ejercicio de Deadlift realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	36	60	24	40
<b>MMSS</b>	60	100	0	0
<b>Tronco</b>	50	83,3	10	16,7
<b>MMII</b>	38	63,3	22	36,7

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 58.**Resultados de la observación de posición inicial de la técnica del ejercicio de Clean and Jerk realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	42	70,0	18	30,0
<b>MMSS</b>	51	85,0	9	15,0
<b>Tronco</b>	55	91,7	5	8,3
<b>MMII</b>	40	66,7	20	33,3

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 59.** Resultados de la observación de la ejecución de la técnica del ejercicio de Clean and Jerk realizado por los participantes evaluados.

	<b>Correcto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cabeza</b>	48	80,0	12	20,0
<b>MMSS</b>	52	86,7	8	13,3
<b>Tronco</b>	54	90,0	6	10,0
<b>MMII</b>	39	65,0	21	35,0

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 60.** Resultados obtenidos en la puntuación final del test FMS™ en los participantes evaluados

<b>Puntuación FMS™</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>1</b>	0	0
<b>2</b>	0	0
<b>3</b>	0	0
<b>4</b>	0	0
<b>5</b>	0	0
<b>6</b>	0	0
<b>7</b>	0	0
<b>8</b>	0	0
<b>9</b>	0	0
<b>10</b>	2	3,3
<b>11</b>	2	3,3
<b>12</b>	3	5,0

<b>13</b>	10	16,7
<b>14</b>	4	6,7
<b>15</b>	8	13,3
<b>16</b>	10	16,7
<b>17</b>	7	11,7
<b>18</b>	7	11,7
<b>19</b>	5	8,3
<b>20</b>	2	3,3
<b>21</b>	0	0
<b>Total</b>	60	100

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

**Cuadro 61.** Distribución de frecuencia de los componentes de los entrenamientos de CF

<b>Componente</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Calentamiento</b>	22	0
<b>Estiramiento Inicial</b>	22	0
<b>Entrenamiento</b>	22	0
<b>Descansos</b>	22	0
<b>Hidratación</b>	22	0
<b>Enfriamiento</b>	17	5
<b>Estiramiento Final</b>	17	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.