



**Correlación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en el movimiento  
clean and jerk para atletas de Crossfit en el departamento de Antioquia.**

Kely Andrea Gómez Vargas y Luis David Ramírez

Trabajo de grado II

Asesor

Mg. Jennifer Vanessa Halaby Zapata

Actividad Física y Deporte

Facultad de Ciencias Sociales, Salud y Bienestar

Universidad Católica Luis Amigó

Medellín, 2024.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me han acompañado y apoyado a lo largo de esta etapa tan importante de mi vida académica. En primer lugar, a mis padres, José Luis Ramírez y Luz Dary Cardona. Gracias por brindarme la oportunidad de estudiar, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. A mi compañera de trabajo Kely Andrea Gómez por ser un gran apoyo y ser una excelente profesional, la cual fue indispensable para realizar todo este proyecto, por todos los días difíciles y las alegrías que trajo consigo culminar este proyecto, a mi asesora, Jennifer, le estoy inmensamente agradecido por su paciencia, su guía y su apoyo constante durante la realización de este trabajo. Sus consejos y orientaciones fueron fundamentales para culminar con éxito este proyecto, a la Universidad Católica Luis Amigo, por proporcionarme el espacio y los recursos necesarios para mi formación académica y por ser un pilar en mi desarrollo profesional y personal. A todos, muchas gracias.

Atentamente, Luis David Ramírez Cardona

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que han aportado de alguna manera a la realización de este trabajo de grado y culminar mi carrera profesional.

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesora de trabajo de grado quien fue Jennifer, por su guía experta, y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus asesorías fueron importantes para dar forma a este trabajo y alcanzar los objetivos propuestos.

También quiero agradecer a mi compañero Luis David Ramírez quien me acompañó en este proceso por sus valiosas contribuciones, aportes y por brindarme su tiempo y conocimientos para entregar un excelente trabajo.

Agradezco sinceramente a mis padres y amigos por su fundamental apoyo emocional y por creer en mí en todo momento. Su aliento y motivación fueron mi mayor impulso para superar los desafíos y perseverar todo este proceso.

Asimismo, agradezco a la Universidad Católica Luis Amigo por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Este trabajo de grado no habría sido posible sin el esfuerzo y la contribución de cada uno de ustedes. Gracias por formar parte de este importante logro en mi vida académica y profesional.

Atentamente, Kely Andrea Gómez Vargas.

## Tabla de Contenido

Planteamiento del problema.....	8
Justificación .....	10
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos .....	12
Marco de referencia.....	13
Antecedentes.....	13
Marco Teórico-conceptual .....	22
CrossFit .....	22
Fuerza.....	25
Movilidad articular .....	29
Flexión de cadera.....	34
Goniometría.....	34
Metodología .....	36
Diseño de investigación .....	36
Población/muestra.....	36
Reclutamiento de los aspirantes .....	37
Criterios de inclusión .....	38
Criterios de exclusión .....	38

VARIABLES/CATEGORÍAS.....	38
Variables cuantitativas .....	39
Aspectos éticos .....	40
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	40
Fuerza máxima .....	41
Test de flexión de cadera .....	44
Registro de resultados.....	46
Resultados.....	48
Discusión .....	53
Conclusiones .....	57
Referencias.....	59
Anexos .....	64
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

### **Lista de gráficas**

Gráfica 1. Test de flexión de cadera a deportistas de crossfit del departamento de Antioquia.....	48
Gráfica 2. Test de fuerza máxima en clean and jerk para los deportistas de crossfit del departamento de Antioquia. ....	50
Gráfica 3. Diagrama de dispersión de Pearson .....	52

### **Lista de tablas**

Tabla 1 Características de la población .....	37
Tabla 2. Definición de la variable y recolección de la información .....	39
Tabla 3. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para el test de flexión de cadera. ....	49
Tabla 4. Prueba de normalidad de shapiro- wilk para el Test de RM. ....	50
Tabla 5. correlación de pearson elaborada en Jamovi .....	51

### **Lista de ilustraciones**

Ilustración 1 ejecución completa de clean and jerk.....	44
Ilustración 2 Test straight leg raise .....	46

## Introducción

El crecimiento en la actualidad del crossfit como disciplina deportiva ha despertado un interés significativo en comprender los factores que influyen en el rendimiento de los atletas de alto rendimiento. Entre estos factores, la flexión de cadera y la fuerza máxima (1 RM) son dos variables cruciales que impactan directamente en la ejecución eficiente de movimientos técnicos como el "clean and jerk". Este movimiento que combina levantamiento de peso y técnica, demanda tanto la habilidad para mover grandes cargas, como una óptima movilidad articular para una ejecución efectiva.

El Departamento de Antioquia, reconocido como una potencia deportiva, ha cultivado una cultura fitness muy avanzada que ha sido testigo de un crecimiento considerable en la popularidad del crossfit. En este contexto entender la relación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima (1 RM) en el movimiento clean and jerk se vuelve esencial para optimizar el desempeño atlético y prevenir lesiones en los atletas de esta disciplina.

Así pues, este trabajo tiene como propósito investigar la correlación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima (1 RM) en el movimiento clean and jerk en atletas de Crossfit en categoría Avanzado-RX del Departamento de Antioquia, especialmente en los boxes del norte del Valle de Aburrá. Al explorar esta relación, no solo se podrá mejorar la comprensión de los factores que influyen en el rendimiento atlético, sino que también se podrán desarrollar estrategias tanto para los atletas como para sus entrenadores que les permitirán hacer más efectivas las sesiones de entrenamiento y prevenir lesiones a futuro, contribuyendo así al desarrollo y la excelencia deportiva en el Departamento de Antioquia.

## **Planteamiento del problema**

En el ámbito del fitness, se encuentran diversas modalidades de entrenamiento, y una de ellas es el CrossFit que según Glassman (1974), el creador del CrossFit, lo ha definido como "un programa de acondicionamiento físico que combina el levantamiento de pesas, el entrenamiento cardiovascular y ejercicios funcionales en un conjunto de movimientos constantemente variados y ejecutados a alta intensidad". En el Departamento de Antioquia, este enfoque de entrenamiento ha experimentado un notorio crecimiento en los últimos años evidentemente en Medellín, convirtiéndose en una comunidad activa y apasionada.

En el ámbito del CrossFit, uno de los movimientos más comunes es el "clean and jerk", un ejercicio de levantamiento de pesas ampliamente utilizado en programas de entrenamiento de fuerza y acondicionamiento físico. Para ejecutar este movimiento de manera eficiente, es esencial contar con una combinación precisa de fuerza, técnica y movilidad articular. La movilidad articular se define como "la capacidad de una articulación para moverse a través de su rango de movimiento completo y sin restricciones" (Clarkson, 2005).

En este contexto, la fuerza máxima también desempeña un papel crítico que según el autor la define como "la capacidad máxima de un músculo o grupo muscular para generar fuerza en una contracción voluntaria máxima" (Stone, 2008). Teniendo en cuenta esto y que el ejercicio de clean and jerk no utiliza sola la fuerza máxima de un grupo muscular, debemos de darle la debida importancia a cómo es la transición de fuerza entre un grupo muscular y otro, esta transición es generada mediante las articulaciones, una de las articulaciones más importantes que nos permiten potenciar y tener una debida técnica



en clean and jerk es la cadera, es por esto que una buena flexión de cadera es esencial para aprovechar y potencializar la fuerza máxima al ejecutar el clean and jerk de manera eficiente, segura y efectiva.

Los resultados de esta investigación podrían tener implicaciones importantes para los entrenadores y atletas, ya que podrían ayudar a identificar áreas de mejora en la flexión de la cadera y optimizar la preparación y ejecución de este ejercicio. Para así según Stone (2008) los atletas aumentar sus rangos de movilidad, permitiéndoles potenciar las capacidades propias del deporte en todas las disciplinas que este se desempeña como lo son la gimnasia, la halterofilia y el entrenamiento cardiovascular de media y alta intensidad

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre la movilidad articular de la cadera y la fuerza máxima en el ejercicio clean and jerk?

## **Justificación**

La investigación se centra en el análisis de la flexión de cadera y la capacidad de levantamiento de peso máximo en el ejercicio "clean and jerk" realizado por deportistas de CrossFit en el Departamento de Antioquia en el año 2024. Esta investigación es esencial para que los deportistas conozcan sus capacidades y limitaciones al realizar esta técnica.

Es fundamental comprender cómo una adecuada flexión de cadera puede potenciar los levantamientos, permitiendo que los deportistas puedan manejar pesos aún más elevados. Estos conocimientos no solo beneficiarán a los deportistas en su búsqueda de un rendimiento óptimo, sino que también brindarán a los entrenadores herramientas para diseñar sesiones de entrenamiento más efectivas al enfocarse en las debilidades previamente no identificadas. En última instancia, el análisis de estos factores tiene como objetivo proporcionar las herramientas necesarias para que cada atleta alcance su máximo potencial.

Además, según McGill (2004), la prevención de lesiones es una preocupación central en cualquier disciplina deportiva. La falta de una buena flexión de cadera y una técnica deficiente en el "clean and jerk" pueden aumentar significativamente el riesgo de lesiones a corto y largo plazo. Por lo tanto, es esencial comprender todos los factores de movilidad que afectan o benefician la ejecución de esta técnica, especialmente cuando se trata de levantar pesos máximos.

Esta investigación también aporta al conocimiento científico en el campo del CrossFit y el acondicionamiento físico. Aunque se han realizado numerosos estudios sobre halterofilia, es relevante entender cómo optimizar la técnica para prevenir lesiones y

mejorar el rendimiento en esta disciplina única. Al examinar la relación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en el "clean and jerk," se espera obtener datos valiosos que beneficien tanto a atletas como a entrenadores, contribuyendo así a la comprensión de los factores clave que influyen en el rendimiento deportivo en el contexto del CrossFit.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el nivel de correlación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima de los deportistas de CrossFit en el Departamento de Antioquia en el año 2024.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar la flexión de cadera en atletas de CrossFit de Antioquia
2. Identificar la fuerza máxima en atletas de CrossFit de Antioquia
3. Establecer la relación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima de CrossFit en el Departamento de Antioquia

## **Marco de referencia**

### **Antecedentes**

Al explorar investigaciones previas relacionadas con la flexión de cadera y la fuerza máxima en el ámbito del CrossFit, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica utilizando recursos como EBSCO, Bocklick, Google Académico, etc. A través de este proceso, se ha identificado una selección de estudios relevantes que aportan una valiosa perspectiva sobre este tema.

El primer estudio local se titula ¿Existen diferencias en la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal en los competidores de CrossFit® según su categoría? (Manrique, et al., 2023) este estudio fue publicado en el año 2022 por estudiantes de la Universidad de Antioquia, la cual tiene como objetivo determinar las diferencias de rendimiento en la fuerza máxima en sentadilla y banca plana, flexibilidad y composición corporal en los competidores de Crossfit® según su categoría, en 30 participante en un promedio de edad de 26 años, los participantes debían ser competidores en las categorías de intermedio, avanzado y élite, la fuerza máxima fue evaluada con la prueba de RM en press de banca plana y sentadilla libre con barra, la evaluación de la flexibilidad se realizó mediante el uso del flexitest, mientras que la composición corporal se determinó a través de la bioimpedancia. Revisando los resultados se pudo observar diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la fuerza máxima al comparar las diferentes categorías competitivas, no obstante, no se identificaron diferencias significativas en lo que respecta a la flexibilidad, la masa corporal, el porcentaje de grasa o el porcentaje de masa muscular.

El siguiente estudio se titula “Necesidades de los crossfitters avanzados con base en

evaluación según funcional movement screen en faster crossfit” (Acosta, et al., 2018). Este estudio fue publicado en el año 2018 por estudiantes de la Universidad María Cano de Medellín, la cual tiene como objetivo general del estudio determinar las necesidades de los Crossfitters Avanzados con base en evaluación según Funtional Movement Screen FMS2 de Faster Crossfit. Los resultados obtenidos de la investigación, arrojaron el promedio total de los resultados de las siete pruebas del FMS, que evalúan patrones de movimiento, la identificación de las medidas cuantitativas se encuentra asociada al riesgo de lesiones. Se evaluaron 20 crossfitters categoría avanzados adscritos al box Faster Crossfit de los cuales el 60% (12) equivalieron a hombres y el 40% (8) fueron mujeres; la calificación promedio general de la evaluación fue 13.8, Discriminando el género se encontró que la valoración promedio para los hombres fue de 13.8 y para las mujeres de 13.7.

El próximo antecedente se titula "*Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga*" (Flórez y Díaz, 2020). Este estudio tiene como objetivo llevar a cabo una caracterización de los atletas practicantes de CrossFit en la ciudad de Bucaramanga. Para lograrlo, se realizó una investigación de tipo transversal en la que participaron 43 atletas de CrossFit que entrenan en gimnasios especializados en esta disciplina y que son mayores de 18 años. Durante el estudio, se recopilaron datos relacionados con variables sociodemográficas, aspectos del entrenamiento y las lesiones que han experimentado los participantes. Este estudio nos ayudará a entender cuáles son los parámetros que rigen a los atletas de crossfit en Colombia, cuál es su contexto y sus aspectos a mejorar. Los resultados de esta investigación revelan que la media de edad de los atletas es de 29 años, con un 54% de participantes de género femenino. El índice de masa corporal promedio fue de  $24,97 \pm 2,6$  Kg/m<sup>2</sup>, y un 54% de los atletas tienen un nivel de escolaridad de Tecnología. Cabe destacar que el 95% de los participantes realiza su

entrenamiento bajo la supervisión de un profesional, el 41% tiene entre 1 y 2 años de experiencia en CrossFit, y el 53,5% entrena de 4 a 5 veces por semana. En cuanto al calentamiento, la mayoría utiliza métodos convencionales que incluyen estiramientos y movilidad articular, y un 65% reporta un día de descanso a la semana en su rutina de entrenamiento. En cuanto a las lesiones, se observó que las regiones del cuerpo con mayor incidencia fueron el hombro (26%), la rodilla (16,2%) y la columna lumbar (14,5%). La tendinitis se destacó como la lesión más común, afectando al 55% de los atletas, seguida de los desgarros musculares con un 15%.

Este trabajo se titula como "Pruebas de aptitud física aplicadas al crossfit." (Arcila, 2019). El proyecto publicado en la Universidad del Valle tiene como objetivo central proponer pruebas que evalúen los diversos dominios de la aptitud física en el contexto del CrossFit, a pesar de la falta de consenso en los estándares de esta disciplina. Esta propuesta tiene la finalidad de brindar a entrenadores, atletas y a todas las entidades involucradas en la promoción del CrossFit herramientas específicas para incorporar pruebas en sus procesos metodológicos. Este enfoque permitiría tener un control más efectivo del rendimiento y desarrollo de la aptitud física en los practicantes de este deporte, y los resultados obtenidos se reconocen por sus efectos positivos demostrables en los individuos. Estos resultados se plantean como bases fundamentales para la generación y aplicación de pruebas específicas que aborden las diversas aptitudes físicas dominantes en el CrossFit.

Este trabajo se titula cómo "Prevalencia de lesiones en deportistas de halterofilia en Colombia", Giraldo, et al., (2021)" En este trabajo define que la halterofilia es un deporte que implica levantamientos pesados y un entrenamiento de potencia que abarca diversos segmentos anatómicos y en Colombia, la participación olímpica en este deporte data desde 1956 en la categoría masculina y desde 1989 en la femenina, destacándose a nivel nacional

e internacional con numerosas medallas en diversas competiciones y su resultado da que los deportistas de halterofilia se entrenan desde edades tempranas, sometidos a entrenamientos constantes durante todo el año, lo que aumenta el riesgo de lesiones y puede afectar su rendimiento deportivo. A pesar de la existencia de factores predisponentes y estudios sobre lesiones en otros países, la información específica sobre lesiones en levantadores de pesas en Colombia es limitada. Surge la necesidad de una caracterización de lesiones para desarrollar intervenciones oportunas y contribuir al rendimiento deportivo.

El siguiente artículo se titula como “*Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga*” Flórez y Díaz. (2020). (*Doctoral dissertation, Unidades Tecnológicas de Santander*). Esta investigación fue publicada en Tiene como objetivo caracterizar a los atletas de CrossFit en la ciudad de Bucaramanga, en el cual participaron 43 atletas Crossfit de gimnasios dedicados exclusivamente al entrenamiento de esta disciplina mayores de 18 años. Se recolectaron variables sociodemográficas, características del entrenamiento y de las lesiones presentadas. Como resultado se registró una media de edad de 29 años, 54% de género femenino, índice de masa corporal (IMC) de  $24,97 \pm 2,6$  Kg/m<sup>2</sup> y 54% con un nivel de escolaridad de Tecnología. El 95% realiza su entrenamiento bajo la supervisión de un profesional, 41% tienen de 1 a 2 años de experiencia y el 53,5% entrena en un promedio de 4 a 5 veces por semana. El total de los atletas utilizan métodos convencionales de calentamiento (estiramiento, movilidad articular, entre otros), con un 65% reportando un día de descanso en la semana de entrenamiento. Las regiones del cuerpo con mayor reporte de número de lesiones fueron hombro (26%), rodilla (16,2%) y columna lumbar (14,5%). La lesión más frecuente fue la tendinitis (55%) y desgarro muscular (15%), reportando la incorrecta ejecución de la técnica (42%) y la fatiga muscular (39,5%) como las posibles causas de lesión más prevalentes. Lo que concluye que el CrossFit es una



disciplina que teniendo en cuenta los principios del entrenamiento y su ejecución genera lesiones en las articulaciones con mayor grado de libertad y amplitud de movimiento.

Este trabajo se llama “*Fenómeno de interferencia en atletas de CrossFit*” Buitrago y Agudelo (*Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás*). Fue entregado en el 2021 en la universidad Santo Tomás en Bucaramanga y tiene como objetivo revisar literatura científica con el fin de determinar las causas que generan interferencia en el desarrollo de la fuerza máxima al entrenar bajo un modelo de entrenamiento concurrente como lo es el CrossFit y definir los parámetros que se deben tener en cuenta en la planificación para disminuir dicha interferencia y de resultados plantea establecer las pautas que permitan planificar de manera más eficiente el entrenamiento de fuerza máxima dentro del modelo de entrenamiento concurrente en CrossFit para así poder formar atletas más competentes en la disciplina.

Este trabajo se titula “*Cuantificación de la carga de entrenamiento y predicción del estado de forma en crossfit®*” (Calderón). Este trabajo fue publicado en el 2019 y tiene como método de estudio la utilización de la monitorización y cuantificación para el control de la carga interna y externa ha ganado importancia debido a su utilidad para la mejora del rendimiento deportivo, disminución de lesiones. Los modelos de predicción del estado de fatiga miden las variables de mejora y pérdida de rendimiento, mediante la relación del fitness-fatiga producidos por el entrenamiento. y su objetivo es comprobar cuáles son los mejores medios de control de la carga en el Crossfit® y analizar si pueden predecir el rendimiento de los atletas. y como estudio tienen a un único participante varón de 21 años, 170 cm de altura y 69 kg de peso. Con experiencia de dos meses en el entrenamiento de Crossfit®. Una planificación de 14 semanas de entrenamiento dividida en 3 fases de acumulación, transformación y realización. Resultados: Los modelos de control de carga

utilizados durante el procedimiento no son válidos para la predicción del entrenamiento.

Conclusión: La selección de la prueba de rendimiento podría ser el factor clave por el cual los resultados son negativos, podría repetirse el procedimiento utilizando otras pruebas de rendimiento.

.En Uruguay se realizó una investigación titulada “*Efectos del entrenamiento de sobrecarga tradicional vs CrossFit sobre distintas expresiones de la fuerza*” (Costa, et al., 2023) esta investigación fue publicada en el 2021 por dos estudiantes, esta tiene como objetivo determinar los efectos del CrossFit en comparación con entrenamiento tradicional sobre distintas manifestaciones de la fuerza ya que genera unas adaptaciones beneficiosas tanto para el rendimiento deportivo como para la salud, este se aplicó a 14 personas saludables de ambos sexos (6 mujeres y 8 hombres) con una experiencia previa de 2 años mínimo en entrenamiento de fuerza. La evaluación de fuerza se realizó en varios test, la primera fue Fuerza máxima (Back squat, Deadlift, Bench press) a 1 RM, la segunda fue Fuerza resistencia a través del miembro inferior que fue hacer la máxima cantidad de sentadillas en 30 segundos y en tren superior hacer máxima cantidad de push ups y el tercer test de fuerza explosiva que consiste en el test de Squat Jump y el Test de Abalakov el cual es realizar unos saltos en una alfombra especializada en este test. Esta evaluación de estos test de fuerza fue efectiva para el desarrollo de la fuerza máxima dinámica y la fuerza resistencia en el crossfit como en el entrenamiento de sobrecarga tradicional ya que no hubo diferencias.

Este estudio “*Riesgo de lesión y flexibilidad en personas que realizan crossfit en Volcano Crosstraining de la ciudad de Ibarra*” (Torres, et al., 2022) Esta investigación fue no experimental, de corte transversal, con enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo. Se realizó un muestreo no probabilístico intencional, mediante criterios de selección

presentando como resultado una muestra de 30 deportistas. Los instrumentos utilizados para la evaluación fueron: ficha de datos personales, test de balance en Y para el riesgo de lesión y test sit and reach para la flexibilidad. Los resultados de la investigación mostraron que hay un predominio del rango etario de adultos jóvenes de 25-40 años, con un mayor número de participantes de género masculino siendo en su mayoría estudiantes. Finalmente se identificó que los deportistas presentaron menor riesgo de lesión, con predominio de flexibilidad excelente.

Continuamos con el siguiente artículo llamado *“Impacto de la movilidad lumbar en el desarrollo de lesiones deportivas en jugadores de voleibol en la Universidad Nacional de La Matanza”* (Gómez, et al., 2023) El estudio se propone investigar la posible correlación entre los cambios en el rango lumbar, la ocurrencia de lesiones musculoesqueléticas y las alteraciones en el control postural relacionadas con el equilibrio en jugadores de voleibol mayores de 18 años que compiten en la Universidad. Este estudio nos brinda una visión de la relación entre una limitación articular con la realización de una modalidad deportiva, para realizarlo se llevó a cabo un estudio observacional de cohorte durante un período de un año, con la participación de 16 jugadoras de voleibol pertenecientes a los equipos de Primera y División de Honor de la categoría mayores, de un total de 28 evaluados. Los datos se recopilaron mediante una "planilla de registro de datos" y se analizaron estadísticamente utilizando Microsoft Office Excel 2016 para Windows 7 y el programa estadístico "R" (R Core Team). Se emplearon análisis descriptivos y pruebas de hipótesis para abordar los objetivos del estudio. Se utilizaron medidas estadísticas como la media y la desviación estándar para variables con distribución normal, y la mediana, cuartiles y valores mínimos y máximos para variables con distribución anormal. Los datos

ausentes se trataron mediante el método de imputación múltiple MICE cuando una unidad muestral tenía el 80% o más de los datos presentes, de lo contrario, se excluyen. Las pruebas de hipótesis incluyeron el test t de Student o la prueba U de Mann-Whitney, dependiendo de la naturaleza de los datos y si eran datos apareados. El nivel de significancia se estableció en un valor  $p < 0,05$ .

El siguiente artículo se titula "*Relación de fuerza muscular con la prueba de estabilidad en cadena cinética cerrada*" (Lascano, 2023) El objetivo principal de este estudio fue analizar la fuerza muscular y la estabilidad en la cadena cinética cerrada en el miembro superior de los deportistas, este estudio es de importancia para nuestra investigación ya que el movimiento técnico que mediremos tiene características de cadena cinética cerrada en relación a una articulación, en este estudio el enfoque de la investigación fue descriptivo, y se utilizaron pruebas previamente validadas para establecer la relación entre la fuerza muscular y la estabilidad del miembro superior. El enfoque metodológico fue cuantitativo, y el diseño del estudio fue longitudinal. El estudio se centró en deportistas que utilizan el miembro superior en movimientos por encima de la cabeza durante su entrenamiento. Se llevaron a cabo varias evaluaciones, incluyendo la prueba del CKCUEST, el lanzamiento de balón medicinal, pruebas de fuerza para el miembro superior y pruebas de fuerza para la estabilidad central. La muestra de estudio incluyó a 59 deportistas, con edades comprendidas entre los 15 y los 42 años, y una edad promedio de 25,76 años. Los resultados revelaron que la fuerza muscular del core (musculatura central) mostró una relación significativa con la estabilidad del hombro en ejercicios como la plancha frontal y la plancha lateral derecha e izquierda, con un valor de significancia de  $P=0,003$ . Sin embargo, no se encontró una relación estadísticamente significativa entre la fuerza muscular del miembro superior y la estabilidad del miembro superior, con un valor

de significancia de  $P=0,343$ .

El próximo antecedente se titula “*análisis de la ejecución de la arrancada en halterofilia: una revisión sistemática*” (Giner y Bazuelo 2022). El propósito de este estudio es llevar a cabo una revisión sistemática para identificar los aspectos clave en la realización de movimientos de halterofilia, incluyendo la trayectoria óptima de la barra, así como parámetros cinematográficos como la velocidad y aceleración a lo largo del movimiento. Este estudio nos ayuda a identificar cuáles son las trayectorias óptimas en la fase de arrancada para el movimiento de la investigación el cual es el clean and jerk, para este estudio se seleccionaron 25 artículos científicos originales de diversas bases de datos, como Google Scholar, PubMed, Dialnet y Scopus. Se encontraron tres diferentes trayectorias de la barra, principalmente diferenciadas por la verticalidad de la barra durante la fase ascendente y el desplazamiento de los pies. Además, se observó que la velocidad final de la barra al finalizar el primer tirón variaba entre 1,17 y 1,26 metros por segundo, mientras que, en el segundo empuje, la velocidad alcanzada oscilaba entre 1,7 y 1,8 metros por segundo. En cuanto a la aceleración, en el primer impulso variaba entre 3,2 y 3,5 metros por segundo cuadrado, y en el segundo impulso entre 5,3 y 5,9 metros por segundo cuadrado. Estos resultados subrayan la importancia de analizar de manera detallada la técnica en la halterofilia con el objetivo de mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones.

El próximo artículo se titula “*Entrenamiento de fuerza máxima en Squat Clean para atletas de sexo masculino de 20 a 25 años.*” (Rey, 2023). Este trabajo investigativo tiene como objetivo la aplicación de un modelo de periodización de fuerza máxima, teniendo una ganancia significativa un 12% de fuerza como resultado al finalizar las 6 semanas de entrenamiento. Aplicando una encuesta a los entrenadores se pudo evidenciar que existe el

desconocimiento de conceptos básicos que son indispensables para poder dosificar cargas, al finalizar las 6 semanas de entrenamiento los resultados fueron que el 30% tuvo una ganancia de entre en 10% a 12% y el 70% obtuvo una ganancia de entre el 5% y 8%, la aplicación exitosa de este trabajo investigativo hace que esta sea una herramienta idónea para entrenadores y atletas, que desean tener resultados en un plazo de 6 semanas,, no obstante este mismo tipo de entrenamiento se ha encargado de generar la mayoría de lesiones a nivel articular y lumbar.

Este artículo se llama “*Levantamiento de Pesas en Preparación Física: por qué y cómo aplicarlo. Mundo Entrenamiento.*” (Rezzonico, 2023). Este artículo nos habla principalmente de que el Levantamiento de Pesas es un deporte en donde se busca elevar una barra desde el piso para ubicarla por encima de la cabeza en uno (Arrancada – *Snatch*) o dos movimientos (Enviación – *Clean and Jerk*) y este presenta un gran número de beneficios que pueden influir positivamente sobre la performance de los atletas en sus gestos específicos deportivos, como estos ejercicios que se pueden utilizarse también con niños y jóvenes debido a que son seguros y pueden mejorar sus habilidades en competencia.

## **Marco Teórico-conceptual**

### ***CrossFit***

El CrossFit es un programa de entrenamiento físico que se caracteriza por ser constante y variado, de alta intensidad. El cofundador ha enfatizado que la filosofía del CrossFit se basa en realizar una amplia variedad de movimientos funcionales a alta intensidad, lo que significa que combina ejercicios que imitan actividades de la vida cotidiana y deportes, como levantamiento de pesas, carreras, diferentes situaciones (Glassman, 2021). En conjunto con Lauren Jenai, otra figura clave en la fundación de

CrossFit, Inc., los autores trabajaron para establecer y expandir la marca CrossFit. (Jenai, 2010).

Dominski (2018) describe el CrossFit como un enfoque de entrenamiento físico que tiene como objetivo mejorar la condición física mediante el desarrollo de diversos componentes como la capacidad aeróbica, fuerza muscular, resistencia, velocidad, coordinación, agilidad y equilibrio. Este método utiliza ejercicios funcionales que involucran movimientos relacionados con el levantamiento olímpico, ejercicios gimnásticos y acondicionamiento aeróbico, y se caracteriza por realizarse a alta intensidad.

Las clases típicas de CrossFit involucran tres fases fundamentales, tal como se describe en el manual "CrossFit para todos":

El primer paso es el calentamiento, que comprende una serie de ejercicios generales y específicos que se realizan antes de la actividad física principal. Su objetivo principal es activar las funciones musculares, orgánicas, psicológicas y nerviosas del individuo. Durante esta etapa, se prepara el cuerpo para la actividad física y se presta especial atención a los ejercicios que se llevarán a cabo en la clase principal, corrigiendo los errores comunes en su ejecución. (crossfit para todos, 2021)

El "workout of the day" (WOD) o ejercicio del día representa la parte central de la sesión. Aquí, se llevan a cabo los ejercicios principales, los cuales se controlan en función del tiempo, el número de repeticiones o la cantidad de ejercicios a realizar, con una alta intensidad. Esta fase es crucial para el desarrollo físico y el desafío del individuo. (crossfit para todos, 2021).

Finalmente, la fase de vuelta a la calma tiene como objetivo que el cuerpo regrese a su estado de reposo normal. Esto se logra mediante estiramientos enfocados en las áreas musculares que más se utilizaron durante el WOD, así como a través de ejercicios de baja intensidad. Esta etapa es esencial para la recuperación y prevención de lesiones posteriores. (Bernabéu, 2019, como se citó en Calle Brito et al., 2022, pp 21).

Una de las técnicas utilizadas en el CrossFit, la cual fue adaptada de la halterofilia, es el clean and jerk la cual consta de diferentes fases las cuales según la marca crossfit (2020) son:

El Clean & Jerk (Squat Clean & Jerk) es un movimiento que comprende dos partes y que implica llevar una carga desde el suelo hasta una posición por encima de la cabeza. En la descripción del movimiento proporcionada por CrossFit, se desglosa en cuatro fases: la Posición inicial, la ejecución del clean, la ejecución del jerk y la fase final. La primera fase, llamada posición inicial, se caracteriza por tener los pies y las manos separados al ancho de las caderas, un agarre de tipo gancho, hombros ligeramente inclinados hacia adelante en relación a la barra o la palanqueta, y la mirada dirigida hacia el frente. La segunda fase, la ejecución, implica que la cadera y los hombros se elevan simultáneamente, el tronco y la cadera se extienden, manteniendo los talones en contacto con el suelo hasta que las caderas y las rodillas se extienden completamente. Los hombros se elevan y se prosigue con un movimiento similar al de las dominadas, con los codos apuntando hacia arriba, recibiendo la barra o la palanqueta en la posición de front squat y de pie. La tercera fase es el jerk, que se realiza después del clean y, estando de pie, implica un empuje desde los hombros hacia arriba sobre la cabeza, con los codos completamente extendidos. Durante esta fase, las piernas realizan un desplazamiento en forma de tijera. La fase final consiste en



que el atleta regresa el pie que se encuentra delante del cuerpo alineándose con el pie ubicado detrás y la línea media del cuerpo. Este movimiento se puede llevar a cabo utilizando kettlebells, mancuernas, barras o palanquetas (CrossFit, Inc., 2020).

Es común que autores y expertos en el levantamiento de pesas, la halterofilia y el entrenamiento deportivo en general como lo menciona Mark Rippetoe en su libro “Fuerza inicial: entrenamiento básico con barra” (2005) destaca la relevancia de mantener una movilidad articular adecuada como parte integral de la preparación y el rendimiento en ejercicios como el clean and Jerk. Esto se debe a que la técnica precisa en estos movimientos implica una amplia gama de movimiento en varias articulaciones, y cualquier restricción en la movilidad puede afectar negativamente la ejecución del ejercicio y aumentar el riesgo de lesiones.

### ***Fuerza***

Según González (2002), la fuerza, en el contexto del entrenamiento físico y el rendimiento deportivo, es una facultad esencial que abarca la habilidad intrínseca del cuerpo humano para generar tensiones musculares con el fin de superar las fuerzas opuestas que actúan sobre él. Esta capacidad se distingue como una destreza condicional, dado que puede ser perfeccionada y optimizada a través de un programa de entrenamiento constante y específico.

También en su trabajo, aborda de manera específica el tema del desarrollo de la fuerza, y en su análisis, se refiere con precisión a esta como "...la habilidad intrínseca del ser humano para vencer y resistir una resistencia extrema, gracias a los procesos que

involucran la inervación y el metabolismo que se manifiestan en el tejido muscular...”  
(González, 2007).

En esencia, González subraya la capacidad inherente del cuerpo humano para superar desafíos extremos al nivelar la respuesta neuromuscular y los cambios metabólicos que ocurren dentro del músculo durante el proceso. Esta perspectiva arroja luz sobre la importancia de entender los fundamentos fisiológicos que subyacen a la fuerza, lo que resulta crucial en la formulación de estrategias de entrenamiento efectivas y en la mejora del rendimiento físico.

Además, la importancia de la fuerza no se limita únicamente a su capacidad de superar obstáculos físicos, sino que también se extiende hacia su influencia palpable en otras capacidades físicas clave, como la velocidad, la resistencia y la potencia. La fuerza puede manifestarse de muchas maneras, las cuales según un artículo “Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración” (Universidad de Murcia 2007) son:

**Fuerza estática.** Se produce a través de una contracción isométrica en la cual se genera un aumento de la tensión en los componentes contráctiles sin que se observe un cambio en la longitud de la estructura muscular. En otras palabras, la fuerza estática, según González y colaboradores (1995), se define como "aquella que se manifiesta cuando existe una 'contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable'" (González y col., 1995). Este tipo de fuerza, como señalan también García (1999), representa un elemento crucial en la evaluación y desarrollo de la capacidad física, ya que implica la capacidad de generar tensión muscular de manera sostenida en situaciones donde la resistencia no puede ser vencida. En consecuencia, comprender y medir la fuerza estática o isométrica máxima

es esencial para el diseño de programas de entrenamiento y la mejora del rendimiento deportivo.

**Fuerza dinámica.** Se origina a través de una contracción isotónica o isométrica, en la cual se genera un aumento de la tensión en los componentes contráctiles y un cambio en la longitud de la estructura muscular. Este cambio de longitud puede ser de acortamiento, lo que resulta en la fuerza dinámica concéntrica, donde la fuerza muscular interna supera la resistencia a superar, o puede ser de alargamiento de las fibras musculares, lo que corresponde a la fuerza dinámica excéntrica, donde la fuerza externa a superar es mayor que la tensión interna generada. (Rodríguez, 2007).

**Fuerza máxima.** La fuerza máxima, un concepto de entrenamiento esencial en la fisiología y el deporte, ha sido abordado por diversos autores con distintas perspectivas. Estas definiciones proporcionan una comprensión más completa de su alcance, Según Delavier en su libro "Strength Training Anatomy" (2010), la fuerza máxima se define como "la máxima cantidad de fuerza que un músculo o grupo de músculos puede generar en una contracción voluntaria máxima". En otras palabras, es la capacidad máxima de un músculo para generar tensión cuando se esfuerza al máximo.

A la vez que Haff y Triplett (2016), la fuerza máxima se describe como "la mayor cantidad de fuerza que un músculo o grupo de músculos puede generar en un esfuerzo máximo y controlado, sin importar la velocidad del movimiento o el tiempo requerido para producir la fuerza". Esta definición resalta que la fuerza máxima se alcanza en un esfuerzo controlado y sin limitaciones de tiempo. a su vez Zatsiorsky y Kraemer (2006), la conceptualizan como "la capacidad máxima del sistema neuromuscular para generar

tensión o fuerza contra una resistencia externa". Aquí, se enfatiza la importancia del sistema neuromuscular en la generación de fuerza máxima la cual para poder incrementar progresivamente según Rippetoe (2011) se necesita:

La incorporación de pequeñas cantidades en cada sesión de entrenamiento para asegurar un crecimiento constante de la fuerza. Destaca la importancia del uso de barras en los movimientos, argumentando que facilitan el manejo de cargas más pesadas y aumentan la activación muscular. Rippetoe también defiende una frecuencia de entrenamiento moderada a alta, especialmente para principiantes, recomendando la realización de levantamientos básicos varias veces por semana. Su programa "Starting Strength" está especialmente diseñado para quienes dan sus primeros pasos en el levantamiento de pesas, ya que sostiene que los principiantes pueden lograr rápidos avances en fuerza máxima. Aunque las opiniones sobre su enfoque pueden variar, su énfasis en principios fundamentales ha atraído a aquellos que buscan desarrollar fuerza de manera efectiva. (Rippetoe, 2011).

**Fuerza máxima en los deportes.** La fuerza máxima en el contexto de los deportes se erige como un concepto de suma relevancia que ha sido analizado por distintos autores desde diversas perspectivas, que arrojan luz sobre su alcance y significado según Jeffreys y Moody, en su libro "Strength and Conditioning for Sports Performance" (2016), definen la fuerza máxima como "la capacidad máxima de un atleta para generar tensión muscular en una contracción voluntaria, independientemente de la velocidad o el tiempo requerido". para producir dicha tensión".

En otras palabras, esta definición pone de manifiesto que la fuerza máxima está relacionada con la capacidad intrínseca del atleta para generar una cantidad máxima de tensión muscular. Knudson (2019), la describe como "la máxima cantidad de fuerza que un músculo o grupo de músculos puede generar en un esfuerzo controlado y específico dentro de un deporte en particular". Esta definición resalta la importancia de la especificidad en la fuerza máxima y su relación con las demandas específicas de cada disciplina deportiva.

Por otro lado, Stone, la conceptualiza como "la fuerza absoluta que un atleta puede aplicar en un movimiento o acción específica relacionada con su deporte". En esta definición, se destaca la relación directa entre la fuerza máxima y las acciones específicas requeridas en el contexto deportivo del individuo.

### ***Movilidad articular***

La movilidad articular es un concepto crucial tanto en el ámbito de la salud como en el rendimiento físico, y ha sido abordado por diversos autores con perspectivas diferentes pero complementarias. Para comprender mejor este concepto podemos decir que según Magee (2020) la define como "la capacidad fisiológica de unión de dos superficies articulares, que permite el movimiento en un plano o eje específico con un grado limitado de restricción". Esta definición pone de manifiesto la importancia de la función fisiológica de las articulaciones y cómo esto permite el movimiento controlado.

Así mismo Neumann (2016) nos dice que: "la medida en que una articulación o grupo de articulaciones pueden moverse bajo un control muscular voluntario". Aquí, se destaca la relación entre la movilidad articular y el control muscular, subrayando que el

movimiento está influenciado por la capacidad de los músculos para controlar las articulaciones.

Por otro lado, Norkin y White (2016) la definen como "la capacidad de una articulación para moverse a través de su rango completo de movimiento sin restricciones". Esta definición hace hincapié en la importancia de la amplitud de movimiento y la ausencia de restricciones en las articulaciones.

Es común que autores y expertos en el levantamiento de pesas, la halterofilia y el entrenamiento deportivo en general como lo menciona Rippetoe (2005), destaca la relevancia de mantener una movilidad articular adecuada como parte integral de la preparación y el rendimiento en ejercicios como el clean and Jerk. Esto se debe a que la técnica precisa en estos movimientos implica una amplia gama de movimiento en varias articulaciones, y cualquier restricción en la movilidad puede afectar negativamente la ejecución del ejercicio y aumentar el riesgo de lesiones.

**Beneficios de la movilidad articular.** Mejorar la movilidad articular ofrece una serie de beneficios clave para la salud física y el rendimiento humano. Según Cook (2010), la movilidad adecuada es esencial para prevenir lesiones al establecer una base sólida para el movimiento funcional, lo que también se aplica al ámbito deportivo según Michael Boyle (2003). Reduce el dolor muscular y articular como un principal beneficio significativo destacado por la fisioterapeuta Starrett (2013) quien menciona que mejorar la distribución de carga y reducir la tensión innecesaria a través de una buena movilidad puede aliviar molestias y contribuir al bienestar físico.

En cuanto a la postura, Rolf, creadora del método Rolfing, subraya que la movilidad articular es clave para mantener una postura adecuada y prevenir problemas de espalda y cuello. La relación entre movilidad y flexibilidad es resaltada por Myers, autor de "Anatomy Trains". Ambos son aspectos esenciales para la salud muscular y articular, permitiendo un rango de movimiento completo en las actividades diarias.

El creador del Sistema de Movilidad Articular FRC, Spina, destaca que la movilidad es esencial a lo largo de la vida para un envejecimiento activo y saludable. Cressey, autor de "Maximum Strength"(2019), respalda este enfoque holístico, señalando que la movilidad articular contribuye a mejorar el equilibrio y la coordinación mediante movimientos más fluidos y controlados. En resumen, la movilidad articular, respaldada por estos expertos, no solo previene lesiones y mejora el rendimiento, sino que también desempeña un papel crucial en la reducción del dolor, la mejora de la postura y la promoción de un envejecimiento activo y saludable basándose en las contribuciones y teorías de destacados expertos en el campo.

**Tipos de movilidad articular.** Los autores Kisner y Colby (2005) ofrecen una perspectiva integral sobre la movilidad articular y su evaluación y tratamiento en el campo de la terapia física y la rehabilitación. Aunque no se emplean categorías específicas para clasificar los tipos de movilidad articular, el libro aborda varios aspectos relacionados con la movilidad:

La obra proporciona una guía exhaustiva sobre la evaluación de la amplitud de movimiento en diversas articulaciones del cuerpo, para cubrir tanto la movilidad activa como pasiva. Además, se detallan diversas técnicas de estiramiento que pueden aplicarse

para mejorar la flexibilidad y la movilidad articular en áreas específicas. En cuanto a los ejercicios terapéuticos, el libro presenta una amplia gama de ejercicios diseñados para mejorar la movilidad articular, fortalecer los músculos y mejorar la función general.

También se exploran modalidades terapéuticas, como el uso de calor, frío y terapia manual, que pueden ser útiles para mejorar la movilidad y reducir la rigidez articular. Si bien no categorizan la movilidad articular de manera específica, su obra se destaca por ofrecer un enfoque práctico y clínico para la evaluación y el tratamiento de las articulaciones en el contexto de la terapia física y la rehabilitación. Su libro es ampliamente reconocido y utilizado como recurso de referencia en el campo de la terapia física y la rehabilitación (Kisner & Colby, 2005).

**Movilidad articular en el deporte.** La aplicación de la movilidad articular en los deportes es fundamental para el rendimiento atlético y la prevención de lesiones. Varios autores y expertos en el campo del deporte han destacado la importancia de la movilidad articular en este contexto.

La movilidad articular desempeña un papel esencial en el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones. Según Kisner y Colby (2005), la movilidad articular adecuada permite a los atletas realizar movimientos específicos de manera más efectiva y con un menor riesgo de lesiones. En deportes como la gimnasia, la danza o el levantamiento de pesas, donde se requieren amplitudes de movimiento extremas, la movilidad articular se convierte en un factor crítico para alcanzar el éxito.

Por otro lado, autores como Willardson (2013), señalan que la movilidad articular influye en la técnica de levantamiento y la eficacia del entrenamiento de fuerza en deportes



como el levantamiento olímpico y el powerlifting. Mantener una movilidad adecuada en las articulaciones involucradas en estos deportes es esencial para realizar levantamientos seguros y efectivos.

Además, autores como Boyle (2003), resaltan la importancia de la movilidad articular como parte integral del calentamiento y la preparación previa al entrenamiento o la competición. La movilidad articular dinámica, que implica movimientos controlados de las articulaciones a través de su rango de movimiento, se ha convertido en una técnica combinada utilizada para preparar el cuerpo para el esfuerzo físico y reducir el riesgo de lesiones.

**Contraindicaciones de la movilidad articular.** La movilidad articular es un enfoque ampliamente reconocido por sus beneficios para la salud y el bienestar físico. No obstante, es importante destacar que, al igual que con cualquier forma de ejercicio o intervención en la salud, existen situaciones en las que la movilización articular puede no ser apropiada debido a posibles contraindicaciones.

En primer lugar, es crucial considerar las lesiones agudas. Reiman y Cameron (2015) advierten que "la movilización articular puede ser contraproducente en lesiones agudas, ya que podría exacerbar el daño existente". En tales casos, es esencial evaluar cuidadosamente si la movilidad articular es segura y beneficiosa.

En segundo lugar, las lesiones de tejidos blandos graves, como desgarros musculares significativos, requieren atención especial. Según Cook (2008), "en lesiones de tejidos blandos graves, la movilización articular puede no ser apropiada en las etapas

iniciales de la recuperación". Se debe considerar la etapa de recuperación antes de aplicar cualquier técnica de movilización.

Un tercer factor a tener en cuenta es el historial de luxaciones articulares recurrentes. Hoppenfeld (2022) enfatiza que "en individuos con un historial de luxaciones articulares recurrentes, se debe proceder con precaución al aplicar movimientos de movilización". La estabilidad previa de las articulaciones es un factor importante a considerar.

Por último, en casos de inestabilidad articular grave, Norkin y White (2020) señalan que "la movilización articular puede ser contraproducente, ya que puede aumentar el riesgo de lesiones adicionales". La evaluación de la estabilidad articular es esencial antes de realizar cualquier tipo de movilización.

### ***Flexión de cadera***

Neumann (2016) define la flexión de cadera como el proceso en el cual se reduce el ángulo entre el fémur y la pelvis, resultando en el acercamiento de la pierna al torso. Este movimiento requiere la activación de músculos como las iliopsoas, el recto femoral y el sartorio, y es esencial en numerosas actividades cotidianas y deportivas que involucran el levantamiento de piernas o la inclinación hacia adelante.

### ***Goniometría***

La goniometría, en el ámbito de la medicina, consiste en la medición de los ángulos formados por los ejes longitudinales de los huesos en las articulaciones. En el campo de la medicina deportiva, se utiliza para evaluar el progreso del entrenamiento de los atletas. Para

medir la amplitud del movimiento en una articulación en grados, se emplea un instrumento llamado goniómetro, el cual se coloca en el eje de rotación de la articulación y se alinea con los ejes largos de los huesos de los segmentos adyacentes o con una referencia externa (Taboadela, 2007).

## **Metodología**

### **Diseño de investigación**

En el presente estudio, se ha seleccionado una metodología con un enfoque cuantitativo descriptivo correlacional con un corte transversal. Este enfoque se elige debido a la necesidad de examinar la relación entre dos variables específicas en función de la optimización de una técnica.

La elección de un enfoque cuantitativo según el libro "Investigación de Estudios de Caso y Aplicaciones: Diseño y Métodos" (2017) nos menciona que este enfoque implica que se recopilen datos numéricos para así llevar a cabo el análisis de estos resultados. Esto permitirá medir con precisión las variables del estudio y proporcionar una base sólida para evaluar la relación entre ellas.

El enfoque descriptivo tiene como objetivo principal especificar las propiedades, características y perfiles de las variables en estudio. Según Creswell (2017) Esto es fundamental para comprender mejor cómo se relacionan y cómo podrían influir en la optimización de la técnica clean and jerk. El análisis correlacional permitirá analizar la fuerza y la movilidad articular de la cadera y determinar si existe alguna asociación significativa entre ellas en el contexto de la optimización de la técnica.

### **Población/muestra**

Se selecciona para este análisis atletas competidores de Crossfit Categoría avanzado-RX del departamento de Antioquia que cumplan con los criterios de selección y aceptaron de manera libre participar de este estudio, que en estos momentos se encuentran en una etapa de preparación constante para competencias de esta misma modalidad y se

dará la autorización por su entrenador para una suma en total de 14 atletas en diferentes box seleccionados en el departamento de Antioquia.

Para esta investigación la muestra será de tipo no probabilístico por conveniencia intencional, ya que se selecciona a los participantes que cumplan con los criterios de selección y criterios de exclusión.

*Tabla 1 Características de la población*

n=14	
Edad	18 a 32 años
Peso	58 - 89 Kg
Talla	150 - 182 Cm
Cuánto lleva en el deporte (crossfit)	Mínimo 1 año
Tipo intencional por conveniencia, no probabilístico.	

### ***Reclutamiento de los aspirantes***

Para el reclutamiento de los participantes se realizarán reuniones con los representantes, entrenadores y atletas de los boxes del Departamento de Antioquia, donde se dará a conocer los objetivos de la investigación. Además, se explicará el protocolo de medición y se escogerán los atletas, atendiendo los criterios de inclusión de forma voluntaria y sin recibir recompensa por ello, Finalmente se realizará el diligenciamiento del consentimiento con su respectiva firma.

### ***Criterios de inclusión***

Las personas a las cuales se les va a hacer el análisis de este trabajo deben cumplir los siguientes criterios:

- Ser atletas de los boxes seleccionados de CrossFit del Departamento de Antioquia.
- Deben encontrarse en una categoría avanzada o RX, ya que estas categorías tienen más claro y consciente lo que estamos buscando en el análisis.
- Su edad debe oscilar entre 21 a 31 años de edad.

### ***Criterios de exclusión***

Los atletas a los cuales no se les va a hacer la correlación de las dos variables de este trabajo son los siguientes:

- Si no llevan mínimo 1 año de entrenamiento en el deporte.
- No haber tenido algún tipo de lesión grave 6 meses atrás.
- No esté activo en el deporte por más de 1 mes consecutivo.
- Que tenga problemas médicos (enfermedades virales, o condiciones especiales de salud como arritmias no controladas, etc.).

### **Variables/categorías**

En esta investigación se analizarán distintas variables cuantitativas que nos permitirán dar el análisis de estas variables, ayudando a comprender mejor sus roles en la evaluación de un atleta en el contexto del crossfit y la técnica "clean and jerk".

### *Variables cuantitativas*

- Edad.
- Estatura.
- Peso.
- Tiempo que lleva entrenando el deporte.
- RM fuerza máxima.
- Rango de movilidad en cadera.

*Tabla 2. Definición de la variable y recolección de la información*

Variable	Clasificación	Tipo de variable	Unidades de medición
Edad	Cuantitativa de razón	Confusora	años cumplidos
Peso	cuantitativa de razón	Confusora	kilogramos
Fuerza máxima	cuantitativa de razón- continua	independiente	kilogramos
Flexión de cadera	cuantitativa de razón - continua	independiente	centímetros

## *Aspectos éticos*

La presente investigación ha sido rigurosamente guiada por los principios éticos estipulados en la Resolución 8430 emitida por el Ministerio de Salud en el año 1993 la cual señala que "toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección a sus derechos y su bienestar" (Min Salud, 2013, p.2.).

Se ha prestado una atención meticulosa a cada fase del estudio con un enfoque especial en la recolección de datos en los boxes de CrossFit y en la posterior elaboración de la información relevante para los participantes. Se ha otorgado importancia al respeto de la dignidad y la autonomía de los atletas, proporcionándoles el apoyo necesario en su calidad de deportistas de esta exigente disciplina, poniéndolos en contexto de la importancia de su participación en la investigación.

Cabe destacar que todos los participantes serán debidamente informados de su derecho a decidir voluntariamente su participación en la investigación. Se les proporcionó un conocimiento detallado del proceso que implicaba su involucramiento para realizar cada fase de los distintos test, asegurando que su participación resultará no solo fructuosa para el estudio, sino también respetuosa de sus derechos y bienestar. Asimismo, se reconoció y se respetó su derecho a acceder a los resultados del estudio y al posterior análisis que se llevará a cabo para cumplir con el objetivo general de la investigación.

## **Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

Para realizar la medición de las dos condicionantes de esta investigación, fuerza máxima y flexión de cadera será necesario conocer cuál es la flexión de cadera en cada



atleta y cuál es su RM para la técnica clean and jerk para así poder analizar su relación para saber si existe una correlación exponencial que permita la optimización de la técnica.

### ***Fuerza máxima***

Para realizar este test, se utilizará el método directo, el cual según Ebben (2008), es un proceso en el que se evalúa la Repetición Máxima (1RM) de un individuo. En esta evaluación, se le solicita a la persona que realice una sola repetición del ejercicio en cuestión utilizando el peso máximo que puede levantar de manera segura.

Sin embargo, el autor insiste en la importancia de tener un calentamiento adecuado, como lo es realizar movilidad articular encéfalo caudal, posterior a ello realizar 1 o 2 ejercicios multiarticulares con poco peso 4 series de 10 a 15 repeticiones, lo que es un componente crucial para prevenir lesiones, garantizando que el cuerpo esté en condiciones óptimas antes del intento de la 1RM.

Además, se destaca la necesidad de seguir un protocolo cuidadosamente diseñado que implica la selección progresiva de pesos, comenzando con cargas relativamente ligeras y aumentando gradualmente, y la inclusión de períodos de descanso entre los intentos para permitir la recuperación muscular, lo que es fundamental para lograr resultados precisos y seguros.

**Protocolo a seguir test de fuerza máxima RM.** Se aplicará la metodología de (Baechle y col, 2000, citado en Ballesteros. et al, 2005) que consiste en una entrada en calor con movimientos de flexibilidad y movilidad articular, luego 1 serie de 3 a 5 repeticiones con pesos ligeros, seguida de una pausa de 2 min, para luego realizar series de 2 repeticiones con pesos crecientes y pausas de 2 a 4 min para poder determinar el 1RM

entre 3 a 5 intentos, como máximo, de esta manera se realizará la última serie buscando la realización de una sola repetición para determinar con qué peso se debe iniciar el test según (Naclerio, 2005; Verkhoshansky, 2002, citado en Bañeesteros. et al, 2005) se debe realizar los siguiente :

Cada participante realiza una estimación de la repetición máxima (1RM) que creían que podrían alcanzar. Este valor se utilizaba como punto de partida para la planificación del protocolo de evaluación. La primera serie se realizaba con un peso cercano al 30% de la 1RM estimada, con el propósito de permitir una acción explosiva en la fase inicial del test. Una vez estimado el peso máximo, se determinaba el peso inicial calculando el 30% de esa estimación teórica de la 1RM.

En este estudio, se consideraba el peso total movilizado sumando tanto el peso del sujeto como el peso externo (barra y discos). Si el 30% de este peso final resultaba ser mayor que el peso corporal del sujeto, se iniciaba el test con un peso externo de 10 kilogramos.

**Protocolo clean and jeark.** Según la empresa crossfit.inc (2020) la manera de realizar es el siguiente:

**Paso 1:** Posición inicial

- Coloca tus pies a la altura de las caderas con los dedos de los pies ligeramente hacia afuera.
- Agarra la barra con las manos a una distancia ligeramente mayor que el ancho de los hombros, en un agarre tipo gancho.

- Los hombros deben estar ligeramente delante de la barra y la mirada dirigida hacia adelante.

### **Paso 2:** Ejecución del clean

- Inicia el movimiento doblando ligeramente las rodillas y las caderas.
- Extiende las piernas y las caderas simultáneamente para elevar la barra desde el suelo.
- Mantén los talones en contacto con el suelo hasta que las caderas y las rodillas estén completamente extendidas.
- A medida que la barra se eleva, tira de ella hacia arriba con los brazos.
- Los codos deben dirigirse hacia arriba, y recibirás la barra en una posición de front squat.

### **Paso 3:** Ejecución del jerk

- Una vez que tengas la barra en la posición de front squat, estando de pie, prepárate para el jerk.
- Impulsa la barra hacia arriba desde los hombros hasta una posición completamente extendida sobre la cabeza.
- Extiende los codos completamente para mantener la barra en posición.
- Realiza un movimiento similar al de una tijera con las piernas para estabilizar la barra.
- La barra debe estar completamente sobre la cabeza, con los brazos bloqueados.

### **Paso 4:** Fase final

- Después de completar el jerk, regresa el pie que está delante de tu cuerpo para alinearlos con el pie ubicado detrás y la línea media de tu cuerpo.
- Mantén la barra en posición sobre la cabeza mientras te mantienes de pie

*Ilustración 1 ejecución completa de clean and jerk*



*Fuente: crossfit inc 2020*

### ***Test de flexión de cadera***

El Functional Movement Screen (FMS) es una herramienta de evaluación ampliamente utilizada para analizar y evaluar la funcionalidad del movimiento en individuos. Aunque el FMS no se centra específicamente en la cadera, incluye componentes que evalúan la movilidad y la estabilidad de la región lumbar y la cadera. Uno de los componentes del FMS que aborda la movilidad de la cadera es la Prueba de Estiramiento de Piernas Rectas (Straight Leg Raise), que evalúa la capacidad de una persona para elevar una pierna completamente extendida sin doblar la rodilla.

La prueba de Straight Leg Raise es una medida de la movilidad y flexión de la cadera y la articulación lumbar, lo que puede tener un impacto significativo en la calidad del movimiento y el rendimiento atlético. Los resultados de esta prueba proporcionan información valiosa sobre la capacidad de una persona para extender la pierna de manera efectiva y revelar posibles restricciones en la movilidad de la cadera.

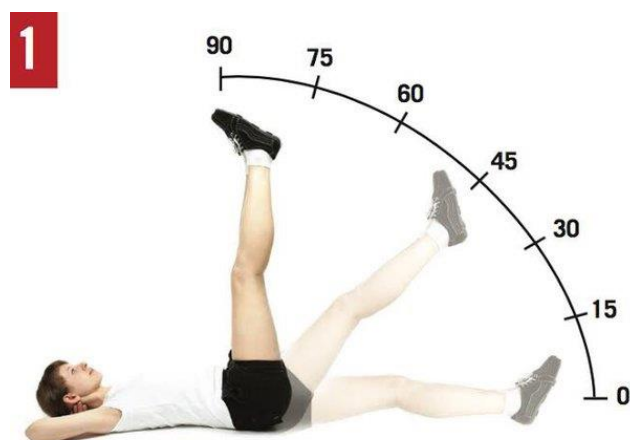
**Prueba de estiramiento de piernas rectas (Straight Leg Raise). Posición inicial:**

- El individuo se coloca en posición supina (acostado boca arriba) sobre una superficie plana.
- La pierna a evaluar (generalmente una pierna a la vez) debe estar completamente extendida.
- El brazo del lado opuesto al que se está evaluando se coloca en el suelo a nivel del hombro.

**Ejecución de la prueba:**

- Se le pide al individuo que eleve la pierna evaluada lo más alto posible sin flexionar la rodilla. El tobillo debe permanecer en dorsiflexión, con el pie en dirección hacia la cabeza.
- El terapeuta o el evaluador utilizan una regla u otra herramienta para medir la altura a la que el individuo puede elevar la pierna sin doblar la rodilla.

Ilustración 2 Test straight leg raise



Fuente: <https://qph.cf2.quoracdn.net/main-qimg-82dd79750278210e2d2b37cff12c02d9-lq>

### **Registro de resultados**

El resultado de la prueba es la medida de la altura alcanzada en centímetros (o pulgadas) antes de que se presente alguna restricción o incomodidad.

El puntaje en esta prueba se utiliza como parte del puntaje total del FMS y proporciona información sobre la flexión de cadera y la capacidad de extender la pierna de manera efectiva.

**Análisis correlacional.** Coeficiente de Correlación de Pearson: según el libro estadística aplicada de Pérez (2008) afirma que para medir la correlación lineal entre dos variables cuantitativas que siguen una distribución normal. El coeficiente de correlación de Pearson proporciona una medida de la fuerza y la dirección de la relación lineal entre las dos variables. Los valores varían entre -1 y 1, donde 1 indica una correlación positiva perfecta, -1 una correlación negativa perfecta, y 0 falta de correlación.

Anexos, para realizar esta correlación entre la fuerza máxima (RM) y movilidad articular de cadera se debe realizar:

**Recopilación de Datos:** Se Reúnen los datos sobre el RM y la flexión de cadera de los deportistas Asegurándose de tener medidas cuantitativas de ambas variables para cada observación.

**Cálculo del Coeficiente de Correlación de Spearman:** se utilizará un software estadístico o una herramienta de análisis de datos para calcular el coeficiente de correlación de Spearman entre las dos variables. Este coeficiente te proporcionará información sobre la relación de rango entre la RM y la movilidad articular de cadera

**Interpretación de los resultados:** Examinaremos el valor del coeficiente de correlación de Spearman. Un valor cercano a 1 (positivo) indicaría una correlación positiva, lo que sugeriría que a medida que la "movilidad articular" mejora, la "RM" también tiende a mejorar. Por otro lado, un valor cercano a -1 (negativo) señalaría una correlación negativa, lo que indicaría que a medida que la "movilidad articular" mejora, la "RM" tiende a empeorar. Un valor cercano a 0 sugeriría una falta de correlación.

## Resultados

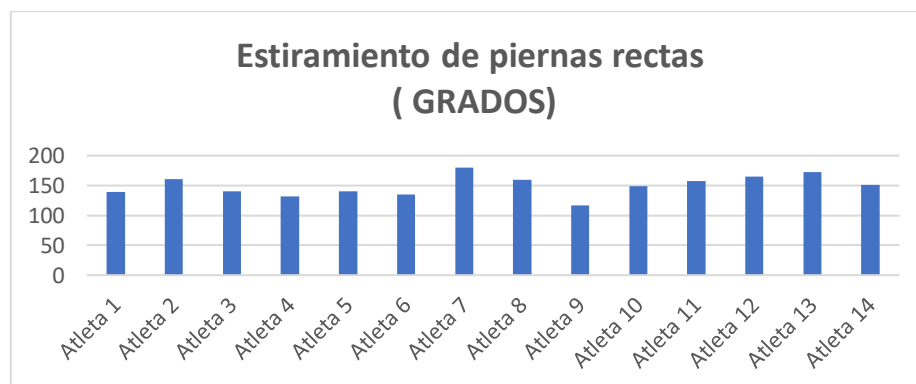
Dado el enfoque de esta investigación, se llevó a cabo una búsqueda con la cual se estableció la correlación que hay entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en la técnica clean and jerk.

Se seleccionó una muestra representativa de 14 deportistas del departamento de Antioquia de la categoría avanzados o RX y se recopiló la información sobre la flexión de cadera y la fuerza máxima en el ejercicio anteriormente mencionado mediante protocolos de evaluación estandarizados los cuales se encuentran en la metodología de esta investigación.

El primer test que se realizó fue el de flexión de cadera, este test se realizó mediante la Prueba de estiramiento de piernas rectas, con la ayuda de un goniómetro con el cual se midió la flexión de cadera de la pierna derecha y después la de la pierna izquierda, para obtener un valor total de flexión de cadera se sumaron los resultados expresados en grados.

Los resultados son los siguientes:

*Gráfica 1. Test de flexión de cadera a deportistas de crossfit del departamento de Antioquia*





La gráfica muestra la amplitud de flexión de cadera de los participantes en el estudio, representada en grados en el eje vertical, y el número de participantes en el eje horizontal. Se observa una distribución normal de los datos, con la mayoría de los participantes mostrando una media de 150° en flexión de cadera. Sin embargo, se identifican algunos valores atípicos con una flexión de cadera significativamente menor o mayor que el promedio. Para conocer la distribución de esta muestra se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk.

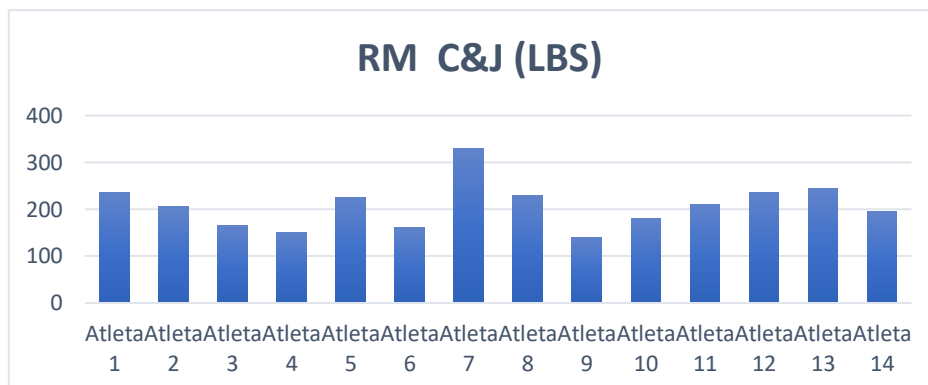
*Tabla 3. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para el test de flexión de cadera.*

Descriptivas		flexion de cadera	
Media		150	
W de Shapiro-Wilk		0.982	
Valor p de Shapiro-Wilk		0.986	

Esta prueba fue realizada mediante la plataforma Jamovi, la cual dio como resultado un Valor P de 0.986 Dado que el valor p es bastante alto y muy cercano a 1, no se puede evidenciar que la hipótesis es nula y que los datos de flexión de cadera siguen una distribución normal. Esto sugiere que los datos de flexión de cadera se distribuyan normalmente.

La segunda variable de esta investigación fue la fuerza máxima y se realizó mediante el test de RM por un método directo, para este test se tuvieron en cuenta puntos muy importantes como la técnica en la ejecución y los segundos al finalizar el jerk, los resultados obtenidos en este test son los siguientes:

Gráfica 2. Test de fuerza máxima en clean and jerk para los deportistas de crossfit del departamento de Antioquia.



La gráfica muestra los resultados del test de RM, En el eje vertical se muestra la fuerza máxima en clean and jerk representada en libras, mientras que en el eje horizontal muestra los atletas. La media de fuerza máxima es de 208 libras, existe una diferencia considerablemente entre unos atletas y otros, lo que podría estar influenciado por diversos factores como la experiencia del entrenamiento, la técnica de levantamiento y la composición corporal. Al igual que en el test de flexión de cadera, se buscó la distribución de las muestras para esta variable mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 4. Prueba de normalidad de shapiro- wilk para el Test de RM.

Descriptivas	Test de RM
Media	208
W de Shapiro-Wilk	0.924
Valor p de Shapiro-Wilk	0.252

Para la fuerza máxima tenemos un Valor P de 0.252, Esto indica que es probable que los datos de fuerza máxima sigan una distribución normal. estos valores de esta prueba nos indican la probabilidad de que los datos tengan una distribución normal.

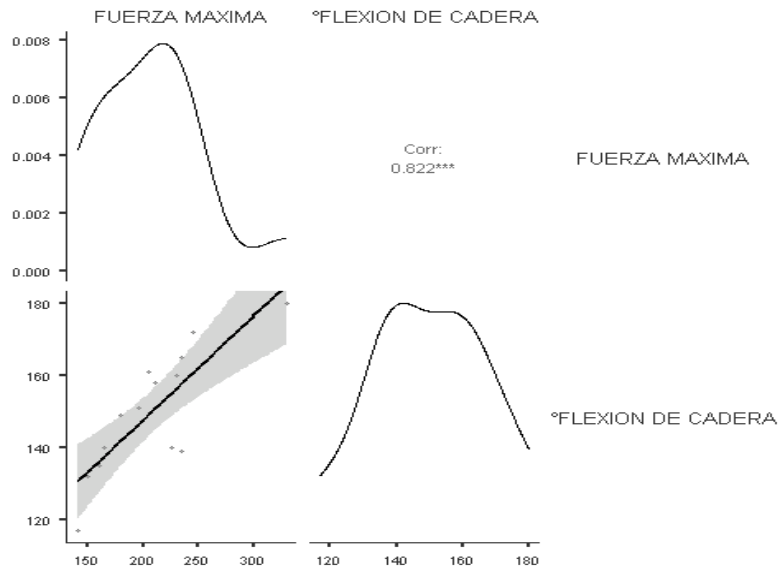
Después de tener los resultados de los dos test y conocer la naturaleza de su distribución, se optó por realizar la correlación mediante el análisis estadístico de Pearson el cual mide la correlación entre dos variables cuantitativas continuas normales, se utilizó la plataforma Jamovi para este estudio y los resultados fueron los siguientes.

Tabla 5. correlación de pearson elaborada en Jamovi

Matriz de Correlaciones			RM	F. Cadera
RM	R de Pearson		—	
	gl		—	
	valor p		—	
	IC 95% Superior		—	
	IC 95% Inferior		—	
	N		—	
F. Cadera	R de Pearson		0.822 ***	—
	gl		12	—
	valor p		< .001	—
	IC 95% Superior		0.942	—
	IC 95% Inferior		0.516	—
	N		14	—

Nota. \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

Gráfica 3. Diagrama de dispersión de Pearson



El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) obtenido es de 0.822. Esto indica una correlación positiva es fuerte entre las dos variables que se están analizando la flexión de cadera y la fuerza máxima en la técnica clean and jerk. Un valor de  $r$  cercano a 1 sugiere una relación lineal positiva fuerte entre las dos variables, lo que significa que cuando una variable aumenta, la otra también tiende a aumentar. El valor  $p$  que se obtuvo es menor que 0.001, lo que indica que la correlación es estadísticamente significativa. Con lo cual, existe una probabilidad muy baja de que la fuerte correlación observada entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en clean and jerk sea el resultado de la casualidad. Estos resultados indican que existe una correlación positiva fuerte y significativa entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en clean and jerk.

## **Discusión**

El propósito principal de este estudio fue analizar la correlación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en la técnica de clean and jerk, con el fin de aportar nuevos conocimientos sobre la relación entre estos dos factores en deportistas de alto rendimiento. Los resultados obtenidos en este estudio proporcionaron una visión crucial para comprender cómo la flexión de cadera puede influir en la capacidad de generar fuerza durante la ejecución de esta técnica específica.

Se pudo evidenciar que los atletas con una mayor flexión de cadera también tenían una mayor fuerza máxima en el clean and jerk. Este hallazgo resalta la importancia de considerar tanto la fuerza muscular como la capacidad de movimiento y flexibilidad al realizar movimientos complejos como el clean and jerk. Esto es relevante en disciplinas como el CrossFit, que fusiona elementos de levantamiento olímpico con resistencia y fuerza, exigiendo una combinación única de potencia y flexibilidad.

Otros estudios también han mostrado la importancia de estos descubrimientos. Por ejemplo, según la investigación de Smith, et al., (2020), tener músculos flexores de cadera más largos y fuertes está relacionado con un mejor desempeño en deportes intensos como el fútbol. Este estudio destaca que es necesario incluir ejercicios que ayuden a mejorar la movilidad de las articulaciones durante el entrenamiento, para así aumentar la fuerza y mejorar el desempeño en los deportes.

Estos estudios nos sugieren que es importante trabajar tanto la flexibilidad como la fuerza de los músculos de la cadera para hacer movimientos explosivos y tener más fuerza, como en el clean and jerk. Si entrenamos de esta forma, podemos reducir el riesgo de

lesionarnos y mejorar cómo levantamos pesas. Por lo tanto, hacer ejercicios específicos para mejorar la flexibilidad y la fuerza de la cadera puede ser muy útil para mejorar en deportes que requieren mucha fuerza y rapidez.

Además, los resultados de este estudio se alinean con investigaciones previas que exploran la relación entre la flexibilidad de cadera y el rendimiento deportivo en otros contextos. Por ejemplo, el estudio de Trehearn y Buresh (2009) sobre la flexibilidad y fuerza de cadera en corredores de resistencia demostró una asociación significativa entre estos factores y la economía de carrera. Esto sugiere que la mejora de la flexibilidad y la fuerza de cadera no solo puede beneficiar el rendimiento en el clean and jerk, sino también en otras actividades físicas.

Ambos estudios tienen implicaciones prácticas importantes para el diseño de programas de entrenamiento destinados a mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones. Se sugiere que el entrenamiento se enfoque en mejorar tanto la flexibilidad como la fuerza de la cadera, no solo para optimizar el rendimiento en el clean and jerk y la economía de carrera, sino también para reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el movimiento.

Según la investigación realizada por Cambell, et al., (2001), que destaca la importancia de fortalecer los músculos de la cadera para prevenir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo, se relaciona directamente con esta investigación la cual sugiere que, a mayor flexión de cadera, mayor fuerza máxima en clean and jerk. Al fortalecer los músculos de la cadera, como la flexión, extensión, abducción y aducción, se mejora la estabilidad y la fuerza en general. Esto puede tener un impacto positivo en ejercicios como

el clean and jerk, que requieren una buena flexión de cadera para realizarlos de manera efectiva y segura.

Al aumentar la flexión de cadera, se puede lograr una mayor fuerza máxima en este ejercicio, lo que puede traducirse en un mejor rendimiento y resultados más satisfactorios. Por lo tanto, tu trabajo de grado que sugiere la relación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en clean and jerk se alinea perfectamente con la importancia de fortalecer los músculos de la cadera para mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones, según la investigación previamente mencionada

Al igual que el estudio realizado por Rami y Mahdavi (2015) examinó minuciosamente cómo la flexibilidad de los músculos de la cadera impacta en el rendimiento de los Sprint, especialmente en atletas masculinos. Sus conclusiones resaltan la importancia crucial de una buena flexibilidad en esta área para potenciar tanto la velocidad como la potencia durante la realización de Sprint. Estos resultados no solo enfatizan la relevancia de la movilidad de cadera en el contexto del rendimiento deportivo, sino que también se enfatizan en la estrecha relación entre la flexibilidad y la capacidad de generar fuerza explosiva en movimientos de alta intensidad.

Al extrapolar estos hallazgos a disciplinas que requieren fuerza, como el clean and jerk, se evidencia su importancia en el contexto específico de este levantamiento, donde una extensión rápida y potente de las caderas es esencial para levantar con éxito el peso, la flexibilidad de la cadera emerge como un factor crítico. La capacidad de los músculos de la cadera para alcanzar un amplio rango de movimiento y generar fuerza explosiva se

convierte así en un elemento fundamental para ejecutar correctamente este ejercicio de levantamiento olímpico.

Por lo tanto, al hacer referencia a este estudio en nuestra investigación, no solo reforzamos nuestra tesis sobre la relación entre la flexión de cadera y la fuerza máxima en el clean and jerk, sino que también enriquecemos nuestro análisis situando nuestros hallazgos dentro del contexto de la literatura científica sobre rendimiento atlético.

La siguiente investigación busco establecer cómo la flexibilidad de cadera afecta la fuerza en atletas", hecho por García, et al., (2019), mira cómo la capacidad de mover la cadera influye en cuánta fuerza pueden hacer los deportistas en diferentes actividades. Este estudio muestra cómo tener caderas más flexibles puede ayudar a hacer movimientos explosivos con más fuerza.

En este estudio, se puede decir que estos resultados son importantes porque la fuerza explosiva es crucial en ejercicios como el clean and jerk. Si la flexibilidad de cadera ayuda a generar más fuerza, como dice el estudio de García, et al., (2019), entonces es probable que, si los atletas tienen caderas flexibles, puedan levantar más peso con éxito. Entonces, nuestros resultados apoyan a estos resultados los cuales nos dicen que tener caderas flexibles puede ayudar a hacer movimientos explosivos con más fuerza. Esto es importante para diseñar entrenamientos que ayuden a los deportistas a mejorar su rendimiento en deportes que requieren movimientos rápidos y fuertes.



## **Conclusiones**

Se evidenció una correlación significativa entre flexión de cadera y fuerza máxima: Los resultados de este estudio revelan una correlación positiva y significativa entre estas dos variables en la técnica de clean and jerk. Es decir que los deportistas que tienen una mayor flexión de cadera también tienden a tener una mayor fuerza máxima en esta técnica específica de levantamiento de pesas.

Se mostró la importancia de la flexión de cadera en el rendimiento deportivo: La observación de esta correlación subraya la importancia de la flexibilidad articular, específicamente en la cadera, para el rendimiento deportivo en disciplinas que involucran movimientos complejos y demandantes como el levantamiento de pesas. Una adecuada flexión de cadera puede facilitar una técnica más eficiente y una ejecución más exitosa de la técnica de clean and jerk.

La importancia de estos datos para el diseño de programas de entrenamiento: Estos hallazgos tienen una influencia significativamente para el diseño de programas de entrenamiento dirigidos a mejorar el rendimiento en el clean and jerk y otras disciplinas relacionadas con el levantamiento de pesas. Además de enfocarse en desarrollar fuerza, los programas de entrenamiento deben incluir ejercicios y técnicas destinados a mejorar la flexibilidad y movilidad de la cadera para optimizar el rendimiento deportivo.

Hay una necesidad de evaluación integral de la condición física: Es importante destacar la importancia de una evaluación integral de la condición física y la biomecánica en los deportistas. Identificar las áreas en las que se puede mejorar la flexibilidad y fuerza

de la cadera puede ser fundamental para optimizar el rendimiento deportivo y reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el movimiento.

## Referencias

1. Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Vol. 308). Inde.
2. Boyle, M. (2003). Nuevo Entrenamiento Funcional para el Deporte.
3. Brito, P. A. C. (2022). Efecto de la propiocepción en el gesto técnico snatch y clean and jerk en practicantes de CrossFit.
4. Brito, P. A. C. (2022). Efecto de la propiocepción en el gesto técnico snatch y clean and jerk en practicantes de CrossFit.
5. Buitrago Rueda, P. E., & Agudelo Morantes, G. F. *Fenómeno de interferencia en atletas de CrossFit* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
6. Calderón Albero, D. Cuantificación de la carga de entrenamiento y predicción del estado de forma en crossfit®.
7. Creswell, J. W. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. [fifth edition]. Sage.
8. Hutchins, M., & Gearhart Jr, R. (2010). Exactitud de las Ecuaciones de Estimación de 1 RM para los Ejercicios de Press de Banca y Curl de Bíceps.
9. CrossFit.Inc. (2020). CrossFit/Essentials. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/the-clean-and-jerk>
10. R Core Team (2023). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.3) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-01-09).
11. De La Amm, P. É. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

12. del Frade Díaz, M., González, F. F., Alonso, R. V., Pita, A. G., & González, M. S. (2003). Programa de preparación del deportista.
13. Delavier, F. (2010). *Anatomía del entrenamiento de fuerza*. Human kinetics
14. DiPrimio, P. (2020). *The world of CrossFit*. Mitchell Lane.  
Ebben, W. P., & Leigh, D. H. (2008). Efectos del Entrenamiento con Sobrecarga en Pacientes con Enfermedades Cardiovasculares. *PubliCE Standard*.
15. Flórez Vera, J. P., & Díaz Quintero, G. (2020). *Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga* (Doctoral dissertation, Unidades Tecnológicas de Santander).
16. Flórez Vera, J. P., & Díaz Quintero, G. (2020). *Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga* (Doctoral dissertation, Unidades Tecnológicas de Santander).
17. Garcia, D., Nguyen, T., & Patel, S. (2019). *The Influence of Hip Flexibility on Power Production in Athletes*
18. García, R. (2007). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista de la Facultad de Educación, Universidad de Murcia*, 2-10.
19. Giner Godoy, C., & Bazuelo Ruiz, B. (2022). ANÁLISIS DE LA EJECUCIÓN DE LA ARRANCADA EN HALTEROFILIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Acción Motriz*, 30(1), 84–95. Recuperado a partir de <https://www.accionmotriz.com/index.php/accionmotriz/article/view/225>
20. Giraldo Valencia, D. A., Martínez Guayazán, S. F., & Gutiérrez Velásquez, Y. F. (2021). Prevalencia de lesiones en deportistas de halterofilia en Colombia.

21. Gómez Argüello, S., Felici, D., Questa, N., & Gallardo, M. (2023). Impacto de la movilidad lumbar en el desarrollo de lesiones deportivas en jugadores de voleibol en la Universidad Nacional de La Matanza.
22. Haff, GG y Triplett, NT (2016). *Fundamentos del entrenamiento y acondicionamiento de fuerza*. Human kinetics.
23. HUMAN KINETICS.Lucas Torres, K. A. (2022). *Riesgo de lesión y flexibilidad en personas que realizan crossfit en Volcano Crosstraining de la ciudad de Ibarra, periodo 2021* (Bachelor's thesis).
24. The jamovi project (2024). jamovi. (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
25. Jeffreys, I. y Moody, J. (2016). *Fuerza y acondicionamiento para el rendimiento deportivo*, Sport Publishing
26. Kisner, C. y Colby, LA (2005). *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas*. Editorial paidotribo.
27. Klee, A., Wiemann, K. (2019). Movilidad y flexibilidad: Método práctico de estiramientos (Bicolor). España: Paidotribo
28. Knudson, D. (2019). *Fundamentos de Biomecánica*. spinger
29. Lascano Garcés, R. A. (2023). *Relación de fuerza muscular con la prueba de estabilidad en cadena cinética cerrada* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato/Facultad de Ciencias de Salud/Carrera de Fisioterapia).
30. McGill, S. (2004). *Ultimate Back Fitness and Performance*. Editorial Stuart McGill
31. Magee, DJ (2020). *Evaluación Física Ortopédica*. physiotutors.

32. Morán, R., & Javier, F. (2023). *Entrenamiento de fuerza máxima en Squat Clean para atletas de sexo masculino de 20 a 25 años* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023).
33. Neumann, DA (2016). *Kinesiología del Sistema Musculoesquelético*. editorial medica panamericana.
34. Norkin, CC y White, DJ (2016). *Medición del movimiento articular: una guía para la goniometría*. marban libros.
35. Pérez Orozco, M. A. (2020). *Comparación de la trayectoria de la palanqueta durante el movimiento de arranque entre atletas varones de halterofilia y crossfit de 18 a 28 años en diferentes centros de entrenamiento del valle de los chillos en el periodo febrero-marzo 2020* (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
36. Piedra, MH (2020). *Principios y práctica del entrenamiento de resistencia*. editorial medica panamericana.
37. Pinto, V. M. M., Loaiza, D. F. M., Espinal, J. A. G., & Wilchez, O. O. R. (2020). Powerlifting: entrenamiento de fuerza, 1 RM contra ecuación Brzycki, en deportista con discapacidad física (Powerlifting: strength training, 1 RM vs Brzycki equation in an athlete with physical impairment). *Retos*, 38(38), 375-378.
38. Rafael, S. S. (2016b, junio 22). *Movimientos de halterofilia y su transferencia deportiva*. <http://dspace.umh.es/handle/11000/2812#:~:text=https%3A//hdl.handle.net/11000/2812>
39. Rami, J., & Mahdavi, A. (2015). *Flexibility of the hip and pelvis muscles is necessary for sprint performance in male athletes*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 973-977.

40. Rezzonico, G. Levantamiento de Pesas en Preparación Física: por qué y cómo aplicarlo.  
Arcila Rodríguez, J. P. (2019). Pruebas de aptitud física aplicadas al crossfit.
41. Rippetoe, M., & Kilgore, L. (2017). Starting strength. *The Aasgaard Company*.
42. Rippetoe, M., & Kelly, J. (2011). Starting Strength: Basic Barbell Training (3rd ed.). The Aasgaard Company.
43. Salud Pública, S. (1993). RESOLUCIÓN 8430 DE 1993 (OCTUBRE 4)
44. Sánchez, W. G. V., Manrique, J. E. H., Chavarria, W. E. B., & Velásquez, C. A. A. (2023). ¿Existen diferencias en la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal en los competidores de CrossFit® según su categoría?. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (47), 866-877.
45. Smith, A., Jones, B., & Brown, C. (2020). Hip Flexor Muscle Length and Strength in Elite Female Soccer Players. *Journal of Sports Science*, 15(3), 45-58
46. Taboadela, C. H. (2007). Goniometría. Buenos Aires: Asociart ART
47. Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Campbell, R. J., & McHugh, M. P. (2001). *The association between hip flexor strength and injury risk in runners and athletes. International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(3), 206-217
48. Trehearn, T. L., & Buresh, R. J. (2009). *Hip flexibility and strength and running economy. Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 764-770
49. Willardson, JM (). *Entrenamiento de resistencia para la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas*. CRC press.
50. Zatsiorsky, V. y Kraemer, W. (2006). Ciencia y práctica del entrenamiento de fuerza. *Human linetics*

## Anexos

<b>Tema</b> 1.1 la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal	<b>Nombre artículo:</b> ¿Existen diferencias en la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal en los competidores de CrossFit según su categoría?
<b>Autor:</b> Wilder Geovanny Valencia Sánchez, Juan Esteban Hoyos Manrique, William Esteban Bedoya Chavarria, Carlos Alberto Agudelo Velásquez.	
<b>Ubicación:</b> <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8718512">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8718512</a>	
<b>Referencia completa (APA):</b> Sánchez, W. G. V., Manrique, J. E. H., Chavarria, W. E. B., & Velásquez, C. A. A. (2023). ¿Existen diferencias en la fuerza máxima, la flexibilidad y la composición corporal en los competidores de CrossFit® según su categoría?. <i>Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación</i> , (47), 866-877.	
<b>Palabras clave:</b> Rendimiento, fuerza máxima, sentadilla, flexibilidad, composición corporal, competidores, crossfit	
<b>Descripción:</b> Resumen parafraseado	
<b>Anotaciones:</b> “Vale agregar que la metodología CrossFit se asocia además con otros beneficios fisiológicos, incluyendo mejoras en la composición corporal, capacidad aeróbica, flexibilidad, coordinación, equilibrio y agilidad (Claudino, et al, 2018;Partridge,Knapp & Massengale,2014).” (pag. 187)	
<b>Comentarios y análisis:</b> Con este documento se entiende algunos aspectos del análisis.	
<b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28	
<b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez	



<p><b>Tema:</b> Entrenamiento deportivo, preparación física</p>	<p><b>Nombre artículo:</b> Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga</p>
<p><b>Autor:</b> Flórez Vera, J. P., &amp; Díaz Quintero, G.</p>	
<p><b>Ubicación:</b> <a href="http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3580">http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3580</a></p>	
<p><b>Referencia completa (APA):</b> "Caracterización de los atletas de CrossFit en la Ciudad de Bucaramanga" (Flórez Vera, J. P., &amp; Díaz Quintero, G. 2020</p>	
<p><b>Palabras clave:</b>  CrossFit; ejercicio competitivo; prevalencia; lesiones; levantamiento de pesas.</p>	
<p><b>Descripción:</b> unidades Tecnológicas de Santander</p>	
<p><b>Anotaciones:</b> Es una caracterización</p>	
<p><b>Comentarios y análisis:</b> Se expresa en este trabajo un estudio de caso en la ciudad de Bucaramanga relacionada con el crossfit</p>	
<p><b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28</p> <p><b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez</p>	

<p><b>Tema</b></p> <p>Necesidades de un crossfiter</p>	<p><b>Nombre artículo:</b></p> <p>Necesidades de los crossfitters avanzados con base en evaluación según funcional movement screen en faster crossfit</p>
<p><b>Autor:</b> Acosta Duque, Daniel Gil Arango, María Isabel Muñoz Sepúlveda, Julián</p>	
<p><b>Ubicación:</b></p> <p><a href="https://repositorio.fumc.edu.co/handle/fumc/118">https://repositorio.fumc.edu.co/handle/fumc/118</a></p>	
<p><b>Referencia completa (APA):</b></p> <p>Acosta Duque, D, Gil Arango, M y Muñoz Sepúlveda, J. (2018). <i>Necesidades de los crossfitters avanzados con base en evaluación según funcional movement screen en faster crossfit</i>. Fundación Universitaria María Cano.</p>	
<p><b>Palabras clave:</b></p> <p>movimiento, estabilidad, deporte, habilidad, rendimiento.</p>	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>trabajo de grado, Fundación Universitaria María Cano</p>	
<p><b>Anotaciones:</b></p> <p>El objetivo general del estudio fue determinar las necesidades de los Crossfitters Avanzados con base en evaluación según Functional Movement Screen FMS2 de Faster Crossfit.</p>	
<p><b>Comentarios y análisis:</b> Con este documento se expresa necesidades de una persona que entrena crossfit</p>	
<p><b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28</p> <p><b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez</p>	

<b>Tema</b> Efectos del entrenamiento	<b>Nombre de artículo:</b> Efectos del entrenamiento de sobrecarga tradicional vs CrossFit sobre distintas expresiones de la fuerza
<b>Autor:</b> Facundo costa, Andrés Santiago Parodi Feye, Carlos Magallanes	
<b>Ubicación:</b> <a href="https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86132">https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86132</a>	
<b>Referencia completa (APA):</b> Costa, F., Parodi Feye, A. S., & Magallanes, C. (2021). Efectos del entrenamiento de sobrecarga tradicional vs CrossFit sobre distintas expresiones de la fuerza (Effects of traditional strength training vs CrossFit on different expressions of strength). <i>Retos</i> , 42, 182–188	
<b>Palabras clave:</b> Entrenamiento de fuerza; Entrenamiento de fuerza tradicional; CrossFit.	
<b>Descripción:</b> Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación	
<b>Anotaciones:</b> .  “El propósito del presente estudio fue determinar los efectos del CrossFit en comparación con entrenamiento tradicional sobre distintas manifestaciones de la fuerza” intro	
<b>Comentarios y análisis:</b> Al constatar el crecimiento exponencial que ha experimentado el CrossFit desde su introducción en el año 2000, parece posible sugerir que este tipo de entrenamiento genera una mayor adherencia en los participantes.	
<b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28  <b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez	

<p><b>Tema</b></p> <p>Efectos del entrenamiento</p>	<p><b>Nombre de artículo:</b></p> <p>Efectos del entrenamiento de sobrecarga tradicional vs CrossFit sobre distintas expresiones de la fuerza</p>
<p><b>Autor:</b> Facundo costa, Andrés Santiago Parodi Feye, Carlos Magallanes</p>	
<p><b>Ubicación:</b></p> <p><a href="https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86132">https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86132</a></p>	
<p><b>Referencia completa (APA):</b></p> <p>Costa, F., Parodi Feye, A. S., &amp; Magallanes, C. (2021). Efectos del entrenamiento de sobrecarga tradicional vs CrossFit sobre distintas expresiones de la fuerza (Effects of traditional strength training vs CrossFit on different expressions of strength). <i>Retos</i>, 42, 182–188</p>	
<p><b>Palabras clave:</b></p> <p>Entrenamiento de fuerza; Entrenamiento de fuerza tradicional; CrossFit.</p>	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación</p>	
<p><b>Anotaciones:</b> .</p> <p>“El propósito del presente estudio fue determinar los efectos del CrossFit en comparación con entrenamiento tradicional sobre distintas manifestaciones de la fuerza” intro</p>	
<p><b>Comentarios y análisis:</b> Al constatar el crecimiento exponencial que ha experimentado el CrossFit desde su introducción en el año 2000, parece posible sugerir que este tipo de entrenamiento genera una mayor adherencia en los participantes.</p>	
<p><b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28</p> <p><b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez</p>	

<b>Tema</b> Fuerza Muscular	<b>Nombre artículo:</b> Relación de fuerza muscular con la prueba de estabilidad en cadena cinética cerrada
<b>Autor:</b> Cantuña Vallejo, Paúl Fernando Doc. Esp. Lascano Garcés, Ronald Alexander	
<b>Ubicación:</b> <a href="https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37850">https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37850</a>	
<b>Referencia completa (APA):</b> Lascano Garcés, R. A. (2023). <i>Relación de fuerza muscular con la prueba de estabilidad en cadena cinética cerrada</i> (Bachelor 's thesis, Universidad Técnica de Ambato/Facultad de Ciencias de Salud/Carrera de Fisioterapia).	
<b>Palabras clave:</b> Fuerza muscular extremidad superior traumatismo en atletas	
<b>Descripción:</b> Resumen parafraseado	
<b>Anotaciones:</b> . Universidad Técnica de Ambato/ Facultad de Ciencias de Salud /Carrera de Fisioterapia.	
<b>Comentarios y análisis:</b> Los resultados mostraron que la fuerza muscular del Core tiene relación con la estabilidad del hombro en plancha frontal y plancha lateral derecha e izquierda.	
<b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 30 <b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez	

<b>Tema</b> Análisis de un movimiento.	<b>Nombre artículo:</b> Análisis de la ejecución de la arrancada en halterofilia: una revisión sistemática.
<b>Autor:</b> Carlos Giner Godoy, Bruno Bazuelo-Ruiz	
<b>Ubicación:</b> <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8646365">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8646365</a>	
<b>Referencia completa (APA):</b> Godoy, C. G., & Bazuelo-Ruiz, B. (2022). Análisis de la ejecución de la arrancada en halterofilia.: Una revisión sistemática. Acciónmotriz, (30), 84-95.	
<b>Palabras clave:</b> técnica deportiva, crossfit, análisis de vídeo, rendimiento deportivo, lesiones	
<b>Descripción:</b> Realiza un análisis cinemático de la técnica de la arrancada.	
<b>Anotaciones:</b> .  “el estudio es identificar, mediante una revisión bibliográfica, los parámetros clave en la ejecución de estos movimientos en términos de trayectoria ideal de la barra y parámetros cinemáticos como velocidad y aceleración en todo el recorrido” (pag.86)	
<b>Comentarios y análisis:</b> se hace evidente la relevancia del análisis de la técnica en este tipo de movimientos en halterofilia con el fin de detectar posibles deficiencias que puedan perjudicar a maximizar el rendimiento deportivo.	
<b>Fecha de elaboración:</b> septiembre 30  <b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez	

<p><b>Tema</b></p> <p>Entrenamiento de fuerza</p>	<p><b>Nombre artículo:</b></p> <p>Entrenamiento de fuerza maxima en squat clean para atletas de sexo masculinas de 20 a 25 años</p>
<p><b>Autor:</b> Rey Morán., Francisco Javier.</p>	
<p><b>Ubicación:</b></p> <p><a href="https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9624">https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9624</a></p>	
<p><b>Referencia completa (APA):</b></p> <p>Morán, R., &amp; Javier, F. (2023). <i>Entrenamiento de fuerza máxima en Squat Clean para atletas de sexo masculino de 20 a 25 años</i> (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023).</p>	
<p><b>Palabras clave:</b></p> <p>crossfit, entrenamiento, fuerza.</p>	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Resumen parafraseado</p>	
<p><b>Anotaciones:</b> .</p> <p>La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023</p>	
<p><b>Comentarios y análisis:</b> gran impacto positivo que ejerce sobre la salud</p>	
<p><b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 30</p> <p><b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez</p>	

<b>Tema</b> Rendimiento	<b>Nombre artículo:</b> Pruebas de aptitud física aplicadas al crossfit.
<b>Autor:</b> Arcila Rodríguez, Juan Pablo	
<b>Ubicación:</b>  <a href="https://hdl.handle.net/10893/20907">https://hdl.handle.net/10893/20907</a>	
<b>Referencia completa (APA):</b> Arcila Rodríguez, J. P. (2019). Pruebas de aptitud física aplicadas al crossfit.	
<b>Palabras clave:</b> Aptitud física, crossfit, test, rendimiento físico.	
<b>Descripción:</b> actividad de alto rendimiento e impacto físico.	
<b>Anotaciones:</b> .  “ plantear pruebas que permitan evaluar los diferentes dominios de la aptitud física” resumen	
<b>Comentarios y análisis:</b> Las pruebas estipuladas buscan ser acogidas por los entrenadores o directivos de las entidades que implementan el CrossFit.	
<b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 30  <b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez	



<p><b>Tema</b></p> <p>Carga de entrenamiento.</p>	<p><b>Nombre artículo:</b></p> <p>Cuantificación de la carga de entrenamiento y predicción del estado de forma en crossfit®.</p>
<p><b>Autor:</b> Calderón Albero, David</p>	
<p><b>Ubicación:</b></p> <p><a href="http://dspace.umh.es/handle/11000/27122">http://dspace.umh.es/handle/11000/27122</a></p>	
<p><b>Referencia completa (APA):</b></p> <p>Calderón Albero, D. Cuantificación de la carga de entrenamiento y predicción del estado de forma en crossfit®.</p>	
<p><b>Palabras clave:</b></p> <p>crossfit, monitorización de la carga.</p>	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>resumen parafraseado.</p>	
<p><b>Anotaciones:</b> .</p> <p>Comprobar cuáles son los mejores medios de control de la carga en el Crossfit.</p>	
<p><b>Comentarios y análisis:</b> La selección de la prueba de rendimiento podría ser el factor clave por el cual los resultados son negativos</p>	
<p><b>Fecha de elaboración:</b> Septiembre 28</p> <p><b>Elaborada por:</b> Kely Andrea Gómez Vargas - Luis David Ramírez</p>	