

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

DISERTACION DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN

TERAPIA FÍSICA

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

ELABORADO POR:

MARY ALEXANDRA PÉREZ OROZCO

QUITO, JUNIO 2020

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la trayectoria de la barra o palanqueta durante el movimiento de arranque en atletas de halterofilia y CrossFit varones de 18 a 28 años de diferentes centros de entrenamiento del Valle de los Chillos mediante un análisis biomecánico. Fue un estudio de tipo transversal, observacional y comparativo, con una muestra de 16 atletas divididos en 2 grupos, 8 realizaban halterofilia y 8 realizaban CrossFit, con más de 2 años de experiencia en la práctica de estos deportes. Mediante una grabación del levantamiento se obtuvieron las variables cinemáticas (tipo de trayectoria, velocidades, aceleraciones, desplazamientos horizontales, desplazamientos verticales y posiciones angulares de tronco y rodilla) que fueron analizadas en el software Kinovea® (0.9.1-x64). Se encontró que solo los atletas de halterofilia ejecutan el movimiento empleando la trayectoria más recomendada en la literatura especializada, sin embargo, de acuerdo a dichas recomendaciones en ambos casos deportes se vieron modificadas las posiciones angulares durante el levantamiento.

Palabras clave: Arranque, Análisis biomecánico, Tipos de trayectoria, Halterofilia, CrossFit

ABSTRACT

The present study aimed to compare the trajectory of the bar or barbell during the snatch movement using a biomechanical analysis in male athletes, between the ages of 18 and 28, who practice weightlifting and CrossFit from different training centers in Valle de Los Chillos. It was a cross-sectional, observational, and comparative study, with a sample of 16 athletes divided into 2 groups, 8 performed weightlifting and 8 performed CrossFit, for at least 2 years. Using video analysis with the Kinovea ® software (0.9 1-x64), the kinematic variables (the type of trajectory, velocities, accelerations, horizontal movements, vertical movements, and angular positions of the trunk and knee) were evaluated. It was found that weightlifting athletes followed a more recommended path than CrossFit athletes, however, the angular positions were altered during the lift in both cases, which increases the probability of injury.

Key words: Snatch, Biomechanical analysis, Path types, Weightlifting, CrossFit.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico con mucho cariño a mis padres Roberto y Loly, abuelitos, tíos, primos y a mis amigos más cercanos, quienes a lo largo de mi carrera universitaria y sobre todo durante la ejecución de esta investigación han sido un soporte fundamental brindándome todo su apoyo para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios por guiarme y haberme permitido desarrollar esta investigación con profesionales del más alto nivel y conocimiento.

A mi director Mgtr. Fernando Iza, mi lector Mgtr. Klever Bonilla, mi tutor Ph.D. Arian Aladro y a los expertos en entrenamiento deportivo Lic. Héctor Liquinchana y Lic. Franklin Liquinchana por dar el seguimiento a mi investigación elevando su calidad.

Además agradezco a todos mis amigos y compañeros de entrenamiento que conformaron mi muestra en la investigación; sin su disposición y paciencia nada de esto sería posible. Por último, pero no menos importante, a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron durante todo el proceso de titulación, con mensajes llenos de fuerza y cariño.

Índice de contenidos

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Metodología	8
1.4.1. Tipo de Estudio	8
1.4.2. Población y Muestra.....	8
Criterios de Inclusión y Exclusión.....	8
Inclusión.....	8
Exclusión.....	8
1.4.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	9
1.4.3.1. Fuente.....	9
1.4.3.2. Técnicas	9
1.4.3.3. Instrumentos.....	9
1.4.4. Plan de Recolección de Datos	10
Procedimiento	10
Procedimiento de medición.....	11
Condiciones de grabación	14
Determinación del tipo de trayectoria mediante Kinovea ®.....	14
Medición de los desplazamientos horizontales mediante Kinovea ®	15
Medición de los desplazamientos verticales mediante Kinovea ®.....	17
Medición de la velocidad y aceleraciones mediante Kinovea ®	18
Medición de posiciones angulares de tronco y rodillas mediante Kinovea ®	19
Análisis	21

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Halterofilia	21
2.1.1. Definición	21
2.2.2. Historia.....	22
2.2.3. Competencia	24
2.2.3.1. Grupos de edad	24
2.2.3.2. Categorías	25
2.2.3.3. Movimientos de competencia	26
2.2.3.4. Reglas generales.....	26
2.2.3.5. Movimientos no válidos.....	27
2.2.3.6. Movimientos incompletos.....	28
2.2.3.7 Área de competencia.....	29
2.2.3.8 Regulaciones de equipo deportivo	31
2.2.4. Fundamentos técnicos de los movimientos de halterofilia.	34
2.2.4.1. Técnica de arranque	35
2.2.4.2. Técnica de envión	37
2.2. CrossFit	40
2.2.1. Definición	40
2.2.2. Historia.....	41
2.2.3. Método CrossFit.....	41
2.2.4. Lugar de entrenamiento	42
2.2.5. WOD.....	42
2.2.6. Ejercicios y materiales básicos	44
2.2.7. Movimiento de snatch (Halterofilia: Arranque)	45
2.2.7.1. Power snatch	47
2.2.7.2. Hang snatch.....	47
2.2.7.3. Dumbbell snatch	48
2.2.7.4. Kettlebell snatch.....	48
2.2.8. Movimiento de Clean & Jerk (Halterofilia: Envión)	48
2.2.8.1. Power Clean & Jerk	49
2.2.8.2. Hang Clean & Jerk.....	49

2.2.8.3. Dumbbell Clean & Jerk	50
2.2.8.4. Kettlebell Clean & Jerk.....	50
2.3. Análisis biomecánico	51
2.3.1. Biomecánica deportiva.....	51
2.3.2. Análisis biomecánico del arranque o snatch.....	52
2.3.2.1. Patrones de trayectoria de la palanqueta	52
2.3.2.2. Fases del arranque.....	53
2.3.2.3. Desplazamientos horizontales.....	55
2.3.2.4. Desplazamientos verticales	56
2.3.2.5. Velocidad	56
2.3.2.6. Aceleración	57
2.3.2.7. Patrón de Movimiento Biomecánico	57
2.4. Operacionalización de Variables	58
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
3.1. Resultados	60
3.2. Discusión.....	71
Limitaciones en el estudio	74
Impacto clínico.....	74
Conclusiones	74
Recomendaciones	76
Referencias bibliográficas.....	76

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los sujetos según los tipos de trayectorias.....	61
Tabla 2. Estadísticas de grupo: Desplazamientos Horizontales.....	61
Tabla 3. Pruebas de muestras independientes: Desplazamientos Horizontales	62
Tabla 4. Estadísticas de grupo: Desplazamientos Verticales.....	63
Tabla 5. Pruebas de muestras independientes: Desplazamientos Verticales	63
Tabla 6. Estadísticas de grupo: Velocidad máxima alcanzada en la trayectoria	64

Tabla 7. Pruebas de muestras independientes: Velocidad máxima alcanzada en la trayectoria...	65
Tabla 8. Estadísticas de grupo: Aceleraciones.....	65
Tabla 9. Pruebas de muestras independientes: Aceleraciones	65
Tabla 10. Estadísticas de grupo: Posición angular de tronco.....	66
Tabla 11. Pruebas de muestras independientes: Posición angular de tronco.....	67
Tabla 12. Estadísticas de grupo: Posición angular de rodilla	69
Tabla 13. Pruebas de muestras independientes: Posición angular de rodilla.....	69

Lista de Figuras

Figura 1. Fases de la ejecución del arranque o snatch.	13
Figura 2. Determinación del tipo de trayectoria de arranque.....	14
Figura 3. Medición de las desviaciones horizontales.....	16
Figura 4. Medición de los desplazamientos verticales.....	17
Figura 5. Medición de la velocidad y aceleraciones	18
Figura 6. Medición de la posición angular de tronco y rodillas.....	20
Figura 7. Arranque con deliz en cuchillas (a) y en tijeras (b).....	37
Figura 8. Envión con deliz en cuchilla (a) y en tijera (b)	40
Figura 9. Secuencia de squat snatch	47
Figura 10. Secuencia del Clean & Jerk.....	49
Figura 11. Diferentes trayectorias de la barra en el arranque	53
Figura 12. Posiciones correspondientes a los instantes de referencia temporal	55

Figura 13. Localización de los instantes de referencia temporal en la trayectoria de la barra y descripción de los desplazamientos horizontales y verticales 56

Figura 14. Cinemática del arranque del atleta 58

Lista de Anexos

Anexo 1:

Formulario de preguntas 80

Introducción

La presente investigación se refiere a la biomecánica como medio de análisis de un gesto deportivo, esta es un área de estudio abarcada por la kinesiología, que se encarga de conocer a la mecánica y sus métodos aplicándolos a la estructura y función del sistema locomotor humano (Suárez, 2009). Tiene una amplia aplicación en disciplinas como salud, fisiología y biología; en el caso de terapia física en el campo deportivo los profesionales se encargan de constatar la efectividad del gesto motor del deportista analizando sus características físicas y los principios de la ejecución mecánica (Suárez, 2009). En disciplinas como Halterofilia que es un deporte olímpico que pretende medir la capacidad de los atletas al levantar pesas de diferentes magnitudes (International Weightlifting Federation, 2020) y CrossFit que es un entrenamiento funcional constantemente variado de alta intensidad (Hak, Hodzovic, & Hickey, 2013), se ejecutan ejercicios que implican el levantamiento de pesos máximos. Estos gestos deportivos son considerado de los más complejos desde el punto de vista biomecánico porque el cuerpo humano no está diseñado para realizar estas actividades y su ejecución solo es posible mediante la distribución armónica de esfuerzos (Cuervo, Fernández & Valdez, 2005).

Por lo que la característica principal del levantamiento de pesas es la correcta ejecución del movimiento, que se evidencia en la trayectoria de la barra o palanqueta. A pesar de que tanto la Halterofilia como el CrossFit utilizan el levantamiento de pesas como un movimiento base, ambas tienen contextos diferentes, en Halterofilia se intenta que el atleta logre levantar la mayor cantidad de peso posible en 3 intentos con ejecución correcta (IWF, 2020). Mientras que CrossFit enfoca al atleta a realizar varias repeticiones con pesos preestablecidos sin ser meticulosos en la ejecución técnica si no en la acumulación de repeticiones (Hak et al, 2013).

Esto genera una problemática que tiene como causa principal la falta de control de la trayectoria de la palanqueta durante la ejecución del levantamiento. Es necesario mencionar que en Ecuador en los últimos años se ha incrementado la cantidad de personas que realizan actividades de recreación, entre ellas actividades deportivas (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017); además desde 2009 en el país se empezó a practicar CrossFit con una gran acogida inicialmente en Guayas-Guayaquil y Pichincha-Quito (Flores, 2016); actualmente en el valle de Los Chillos-Pichincha existen alrededor de una docena de gimnasios de CrossFit llamados “Box”, en los cuales diariamente se preparan cientos de atletas de distintas categorías que realizan este entrenamiento para mantenerse activos, saludables, así como otros que optan por el entrenamiento con fines de competición (*H. Liquinchana, comunicación personal, 28 de febrero de 2020*).

La investigación de esta problemática se realizó por el interés académico de comparar la biomecánica de los atletas de Halterofilia y CrossFit al realizar levantamiento en modalidad arranque o snatch y conocer las diferencias que se generan en la ejecución de la trayectoria.

En el ámbito profesional de terapia física, el interés se basa en las diferencias encontradas en las ejecuciones como puntos clave que permiten corregir las fallas, logrando prevenir lesiones futuras y aumentar el rendimiento.

Se realizó un estudio de tipo transversal, observacional y comparativo; documentado en una serie de videos de la ejecución del arranque o snatch, en 8 atletas de halterofilia y 8 atletas de CrossFit. Posterior a la observación y grabación del gesto deportivo de arranque, se analizaron los videos mediante el software Kinovea ®-0.9 1-x64 tomando en cuenta: tipo de trayectoria, velocidad, aceleraciones, desplazamientos horizontales y verticales y posiciones angulares por fases. Los datos obtenidos se tabularon y analizaron mediante el programa de análisis

estadístico SSPS 22, que proporcionó información estadísticamente significativa permitiendo la diferenciación de las trayectorias de levantamiento ejecutadas por cada grupo.

El estudio se centra en contrastar las trayectorias del arranque o snatch ejecutadas dentro de las disciplinas de halterofilia y CrossFit, y a su vez compararlas con datos bibliográficos preexistentes, detectando errores técnicos que podrían generar lesiones.

Para ello el trabajo se divide en:

Capítulo I: Generalidades, se compone del planteamiento del problema, con la pregunta ¿Cómo es la cinemática del arranque en atletas de halterofilia y CrossFit?; justificación y objetivos, evaluar las características cinemáticas de la ejecución del arranque en atletas de CrossFit y Halterofilia y compararlos

Capítulo II: Marco teórico, se describen las disciplinas de Halterofilia y CrossFit, y la bases del análisis biomecánico del arranque.

Capítulo III: Resultados, que lo comprenden las tablas de datos con tipo de trayectoria, velocidades, aceleraciones, desplazamientos horizontales y verticales y posiciones angulares de tronco y rodilla.

CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La halterofilia o levantamiento olímpico, es una disciplina deportiva que requiere fuerza y técnica por parte del atleta para levantar un determinado peso. Uno de los movimientos desde el piso y llevarlo hasta por encima de la cabeza con los brazos extendidos. En las competencias de este deporte se valora el rendimiento de cada atletas en el levantamiento del peso en dos estilos uno es el arranque y otro es el envi6n. Arranque: consiste en levantar la barra o palanqueta desde el piso en una sola acci6n, compuesta de varias etapas hasta llegar a posicionar la barra o

palanqueta sobre la cabeza del con los codos extendidos y con un agarre de amplitud mayor a la de los hombros (Campos y Rabadé, 2009).

Envi6n, este movimiento est1 compuesto por dos momentos, el primero consiste en levantar la barra o palanqueta desde el piso en una sola acci3n hasta llegar a apoyarla en los hombros con los codos en flexi3n y el segundo momento se da desde que se empuja la barra o palanqueta desde el punto final del movimiento anterior (desde los hombros) hasta que la misma se encuentra sobre la cabeza del atleta, se mantiene con los codos extendidos y con un agarre a la altura de los hombros (Núñez, Gonzales, Bernal & Placencia, 2015).

Este deporte fue practicado inicialmente por hombres y posteriormente las mujeres incursionaron en la pr1ctica de esta disciplina deportiva, durante la ejecuci3n del levantamiento intervienen como elementos constitutivo aspectos fisiol3gicos, psicol3gicos y biomec1nicos propios de los atletas y de la actividad deportiva; estos aspectos muchas veces sufren modificaciones especialmente en la ejecuci3n de la t1cnica la que es influenciada por la morfolog1a de cada atleta que tiene que adaptar su estructura en la ejecuci3n del movimiento que lo transforman en movimientos f1ciles de realizar, que sean m1s seguros y 1tiles para el proceso del entrenamiento que siguen atletas (Cuervo et al, 2005). Los movimientos realizados en cada articulaci3n constituyen las bases biomec1nicas de la ejecuci3n t1cnica del levantamiento en cada uno de los estilos, por lo tanto se pueden crear especificaciones t1nicas de la ejecuci3n de la t1cnica que ayuden a perfeccionar el rendimiento y que gu1en el desempe1o de los atletas, al comparar las caracter1sticas t1nicas de lo realizado con lo calificado como 3ptimo (Salgado & Morales, 2016).

Existe otra disciplina en la que tambi1n se realizan ejercicios de levantamiento de pesas como CrossFit, es una actividad f1sica que se basa en movimientos funcionales constantemente

variados ejecutados a alta intensidad (CrossFit.Inc., 2019), los movimientos funcionales requieren de la intervención de varias cadenas cinéticas de movimiento a la vez por lo que entran en juego múltiples articulaciones. Los gestos deportivos son muy similares a la halterofilia pero con otra denominación y en inglés, el arranque se lo denomina snatch y el envión se lo denomina clean and jerk (CrossFit.Inc., 2019).

El presente estudio tomará como movimiento base el estilo de arranque para realizar el análisis, que de acuerdo a las descripciones de tres tipos de patrones de trayectoria de la barra o palanqueta que ponen énfasis en analizar la dinámica de la tracción de la barra o palanqueta y entrada debajo de la misma (Campos et al, 2009). Se toman en cuenta factores que influyen en el desplazamiento como, la velocidad, distancias verticales como altura máxima y altura de entrada, y distancias horizontales como desplazamiento en el primer o segundo halón, que permiten la identificación del patrón de ejecución del movimiento, se debe registrar el trayecto de la barra o palanqueta por medio de un sistema informático llamado Kinovea ®, el mismo que se encuentra cargado en línea de manera gratuita; este programa analiza los desplazamientos de la barra o palanqueta de acuerdo al movimiento que realiza el atleta (Reyes, Álvarez, López et al, 2016)

La biomecánica y el análisis del movimiento sirven como herramientas para determinar la calidad de los gestos deportivos (Salgado, 2016), la anatomía y la fisiología articular ayudan a mejorar la mecánica del movimiento y en consecuencia el rendimiento deportivo (Barcelán & Cuervo, 2015). El gesto deportivo de levantamiento de pesas es uno de los más complejos ya que se desempeña en condiciones complejas porque desde el punto de vista biomecánico el cuerpo humano no está diseñado para realizar actividades de este tipo, por ende el levantamiento de la palanqueta con peso máximo es posible solamente mediante una distribución armónica de esfuerzos (Cuervo et al 2005).

Determinar las diferencias existentes entre las dos disciplinas deportivas mediante un análisis biomecánico y comparativo de las técnicas ejecutorias del movimiento, marcando un patrón específico en el arranque de cada deporte, y comparar los resultados entre sí, contribuyendo con la ejecución adecuada y efectiva del gesto deportivo para de esta manera evitar lesiones incrementando su rendimiento.

1.2. Justificación

Es importante que tomando en cuenta la información presentada por del Plan Nacional de Desarrollo “Toda una Vida” 2017-2021, se analicen datos acerca de la relación Estado-Sociedad, tomando en cuenta que: “los ciudadanos y las ciudadanas cuentan con plena libertad de participación y asociación. Al respecto, entre junio de 2012 y junio de 2016, la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) menciona que la participación de la ciudadanía en actividades sociales, culturales, deportivas y comunitarias 24 se incrementó a nivel nacional en 1,9 puntos porcentuales (de 12,7% a 14,6%) (INEC, 2016).”

Lo que indica que la población ha incrementado la práctica de este tipo de actividades recreativas, encontrando un parámetro importante que se centra en cómo va a ser el desempeño de las personas que están actualmente realizando un tipo de actividad física y sobre todo la técnica de ejecución que se va a presentar en el gesto deportivo si estas deben manejar cargas de peso. Desde mi experiencia practicando ambas disciplinas, he notado que existe un déficit en los levantamientos de los atletas de CrossFit, por lo que al incrementar el nivel y subir marcas de pesos, sufren de lesiones constantes, por otro lado en halterofilia se evidencia un mayor control del peso a levantarlo cumpliendo parámetros recomendados que ayudan a mejorar y mantener las marcas de pesos, además por el trabajo de fortalecimiento sufren de lesiones leves generalmente por sobrecarga más no de tipo mecánica. Por lo que la

justificación principal estaría centrada en el estudio de la prevención de lesiones de acuerdo a cómo el atleta ejecuta el gesto deportivo y los riesgos que el atleta corre al no realizar una técnica adecuada, tomando en cuenta las diferencias que existen entre un atleta de halterofilia formado en su deporte por mínimo 2 años y un atleta de CrossFit que ha practicado CrossFit durante mínimo 2 años, y señalando las alteraciones que pueden producir cualquier tipo de lesión.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Comparar la trayectoria de la barra o palanqueta durante el movimiento de arranque en atletas de halterofilia y CrossFit varones de 18 a 28 años de diferentes centros de entrenamiento del Valle de los Chillos mediante un análisis biomecánico.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el patrón de trayectoria de la barra o palanqueta durante el arranque en el levantamiento olímpico o snatch en CrossFit, mediante un análisis biomecánico con el sistema Kinovea ®.
- Comparar la trayectoria de la barra o palanqueta ejecutada en las disciplinas de Halterofilia y el CrossFit mediante desplazamientos horizontales y verticales
- Identificar el patrón de movimiento biomecánico existente en ambas disciplinas deportivas

1.4. Metodología

1.4.1. Tipo de Estudio

Este estudio fue de tipo transversal, observacional y comparativo, en el cual se observaron y midieron los diferentes ángulos y trayectorias del gesto motor de arranque o snatch en los deportistas de las disciplinas de halterofilia y CrossFit.

1.4.2. Población y Muestra

El universo de la investigación constó de 60 atletas de sexo masculino, que estuvieron divididos en dos grupos, 30 realizaban halterofilia y 30 realizaban CrossFit, en el valle de Los Chillos, tomando en cuenta el universo, se seleccionó de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión una muestra de 16 atletas de sexo masculino, 8 realizaban halterofilia y 8 realizaban CrossFit, en el valle de Los Chillos.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Atletas varones de entre 18-28 años
- Realizar Halterofilia o CrossFit por mínimo 2 años
- Realizar la disciplina en el sector del valle de Los Chillos
- Haber realizado por lo menos un RM de arranque

Exclusión

- Atletas que hayan sufrido fracturas de los huesos que conforman las extremidades superiores e inferiores.
- Atletas amateur
- No haber realizado un RM de arranque jamás

- Estar fuera del Valle de los Chillos (Cantón Quito o Rumiñahui)

1.4.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos

1.4.3.1. Fuente

La información de esta investigación provino de fuentes primarias: como fichas de identificación personal y hoja de cotejo; y fuentes secundarias como: Libros, papers y tesis doctorales que proporcionaron información sobre el tema de estudio.

1.4.3.2. Técnicas

Observación y análisis de la técnica de arranque en atletas que practican halterofilia y CrossFit.

1.4.3.3. Instrumentos

1.4.3.3.1. Instrumentación para la grabación

Cámara digital SONY Cyber-shot DSC-W530 con las siguientes características:

- Dispositivo de imagen: 1/76 CCD de color de mm (tipo 1/2, 3), Filtro de color primario
- Número total de píxeles de la cámara: Aprox 14,5 megapíxeles
- Zoom: Objetivo zoom 4X Carl Zeiss Vario-Tessar f = 4,7 mm- película de 35mm
- Control de exposición: Exposición automática
- Balance de blanco: Automático, luz diurna, nublado, fluorescente 1/2/3, incandescente, flash.
- Intervalo de grabación: Aprox 1,0 s, 60cps y 1080HD.
- Soporte de grabación: Memoria interna (Aprox 24 MB) “Memory Stick Duo”
- Formato de archivo películas: AVI (Motion JPEG)

1.4.3.3.2. Kinovea ®

Para el análisis de los datos de la grabación se utilizó el software de análisis del movimiento Kinovea ®-0.9 1-x64. Este es un software de video que permite al equipo de trabajo de un deportista o deportistas independientes, realizar un análisis de buena calidad del gesto deportivo

ejecutado, mediante el uso de herramientas como: Calibración del video por longitudes de referencia, aumento o disminución de la velocidad, secuencia del movimiento cuadro por cuadro, seguimiento de trayectoria, uso de líneas y flechas en todo el video o en periodos de tiempo durante la ejecución, al igual que ángulos. Y variables cinemáticas en el trayecto de la barra o palanqueta como velocidad y aceleraciones. Es gratuito y está disponible en 15 idiomas en la página <https://www.kinovea.org>.

Al cargar el video grabado con la cámara SONY Cyber-shot DSC-W530 en la plataforma Kinovea ® es posible visualizar cuadro por cuadro el levantamiento, lo que permite crear un trazo de seguimiento del borde lateral de la barra en el plano sagital mientras el atleta ejecuta el movimiento, este se puede quedar de manera fija en el video mientras se realiza el análisis, además mediante la opción de línea se coloca la referencia central que separa el plano anterior del posterior y se ubica desde el centro de la barra cuando esta está en el piso hacia cefálico, siguiendo una trayectoria vertical, esta línea también se puede quedar fija en el video.

1.4.4. Plan de Recolección de Datos

Procedimiento

Cada uno de los 16 atletas tanto de halterofilia (8 sujetos) como de CrossFit (8 sujetos) realizaron 3 levantamientos aumentando progresivamente el peso en cada uno, siendo el último el más pesado (70% RM) basando el protocolo de intervención en el análisis realizado en competencia se analizó el último levantamiento (Reyes et al, 2016). En total se analizaron 18 levantamientos en modalidad de arranque donde los desplazamientos durante la trayectoria se midieron en centímetros, la velocidad en m/s, las aceleraciones en m/s² y la posición angular en grados.

Procedimiento de medición

Antes de comenzar la ejecución de los levantamientos se le explicó al atleta que debía ejecutar el movimiento de arranque olímpico en terminología de halterofilia o de squat snatch en terminología de CrossFit. Para evitar cualquier tipo de inconveniente se pidió al atleta que se familiarizara con la superficie en la que iba a realizar el levantamiento que constaba de 4 pisos de alto impacto (placas de caucho) con un diámetro de 1 metro cuadrado, además una barra de 20 kg y un par de discos de caucho de 20kg, 15kg, 10kg, 5kg y 2,5kg; además se realizó una demostración por parte de la investigadora y se proporcionaron 2 minutos para resolver dudas.

Se pidió al atleta que realizara calentamiento general: 3 a 5 minutos de bicicleta, remo o correr; luego estiramientos dinámicos y movilidad articular: inclinación lateral de cuello, seguido de flexo-extensión del mismo, flexo-extensión de hombros, rotación interna y externa de hombros acompañada de pronosupinación, flexo-extensión de codo, flexo-extensión torácica, movilidad de cadera, flexo-extensión de cadera, plantiflexión y dorsiflexión de tobillo, sentadilla con peso corporal y dominadas estrictas. Finalizado esto se procedió con el calentamiento específico en el que se realizaron series de aproximación al levantamiento que en deportistas avanzados es de entre 4 y 7 series en las que se reducen las repeticiones mientras se aumenta el peso (PowerExplosive, 2015). El calentamiento total duró alrededor de 20 minutos.

Existen algunos tipos de variaciones del arranque o snatch, en este estudio se analizó el arranque olímpico o squat snatch. Donde: I) El sujeto se colocó frente a la palanqueta con los pies separados a la distancia entre las articulaciones de la cadera II) Realizó una flexión de tronco y cadera tomada como posición inicial (Figura 1.A). III) Desde esta posición empezó a despegar la palanqueta del piso realizando el primer halón incrementando la extensión relativa de rodillas (Figura 1.B). IV) Continuando con el desplazamiento hacia cefálico se ejecutó el

ajuste determinado por el inicio de la extensión relativa de tronco (Figura 1.C). V) seguido del segundo halón evidenciado en la flexión de codos (Figura 1.D). V) luego llega la palanqueta a la altura máxima del desplazamiento vertical en la fase de desliz (Figura 1.E) VI) y el atleta entra al encaje bajo la palanqueta con los codos en total extensión, rodilla en flexión y tronco en extensión relativa (Figura 1.F). Si no se lograba el levantamiento desde la posición inicial hasta la fase de encaje, se debe repetir. Además después de esta ejecución se descargó la barra y se pidió que realice el mismo levantamiento solamente con 20kg para favorecer la visibilidad de las referencias articulares al no estar cubiertos por los discos.

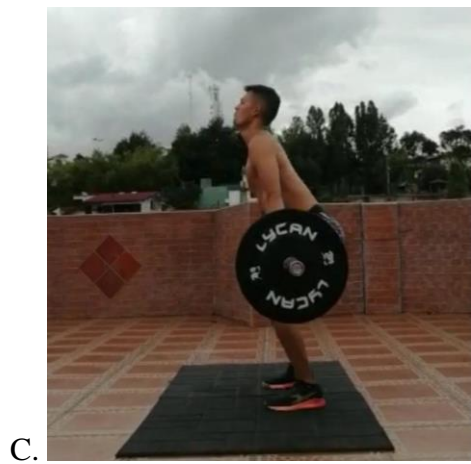
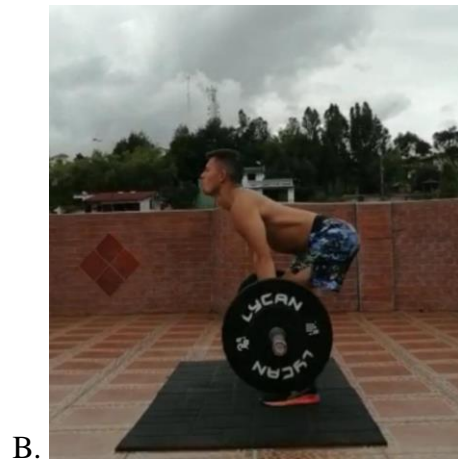


Figura 1. Fases de la ejecución del arranque o snatch.

Condiciones de grabación

Se realizó el estudio bajo condiciones no profesionales con iluminación ambiente de luz natural. Para capturar la trayectoria del arranque se posicionó la cámara de manera que se enfoque el plano sagital en un trípode que mantenía la cámara a 130cm de altura y 250cm de distancia desde el borde de la barra.

Determinación del tipo de trayectoria mediante Kinovea ®

Para determinar la trayectoria que ejecutó el atleta se seleccionó el primer cuadro en el que el atleta adoptó la posición inicial y se situó el punto de seguimiento en el centro de la circunferencia de la barra, además se trazó una línea vertical desde el piso de caucho, que pasó por el centro de la circunferencia de la barra hacia cefálico. El video fue analizado cuadro por cuadro donde se verificó que el seguimiento no haya variado hasta llegar a la fase de encaje y se observó que la trayectoria marcada por el punto de seguimiento estuviese clara. Todo esto se realizó por la investigadora quien no es una observadora especializada en análisis de video.

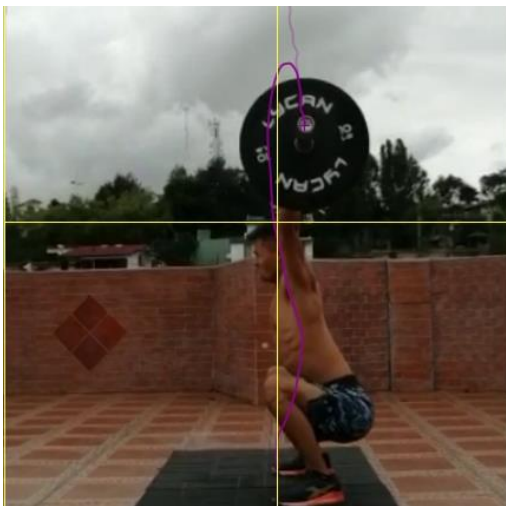


Figura 2. Determinación del tipo de trayectoria de arranque

Medición de los desplazamientos horizontales mediante Kinovea ®

Mientras se visualizaba el video de la ejecución del arranque cuadro por cuadro, se detuvo el mismo en algunos puntos específicos como: final del primer halón (Figura 3.A), final del segundo halón (Figura 3.B), altura máxima de la palanqueta (Figura 3.C), encaje (Figura 3.D) y distancia al punto de la trayectoria más alejado de la proyección vertical en el primer halón y en el segundo halón (Figura 3.E y F); en cada uno se determinó la distancia que existía desde el punto dentro de la trayectoria y la línea vertical que se trazó en el inicio sobre el centro de la barra y desde el piso, lo que permitió registrar los diferentes desplazamientos anteriores y posteriores en sentido horizontal.

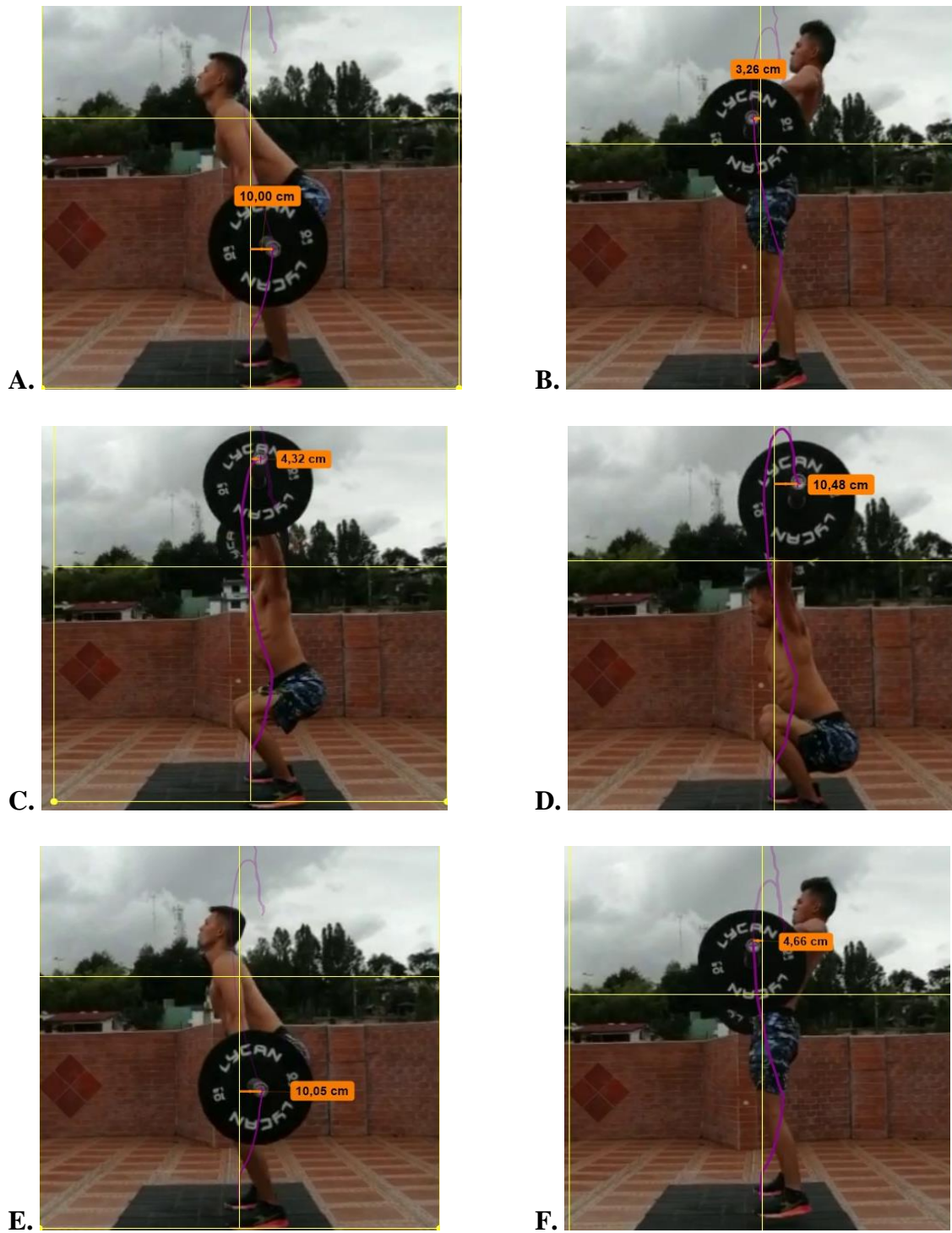


Figura 3. Medición de las desviaciones horizontales

Medición de los desplazamientos verticales mediante Kinovea ®

Mientras se visualizaba el video de la ejecución del arranque cuadro por cuadro, se detuvo el mismo en algunos puntos específicos como: primer halón (Figura 4.A), segundo halón (Figura 4.B) y recorrido total de la palanqueta (Figura 4.C), en cada uno se determinó la distancia que existía desde el piso hasta el punto de la barra en las fases ya mencionadas.

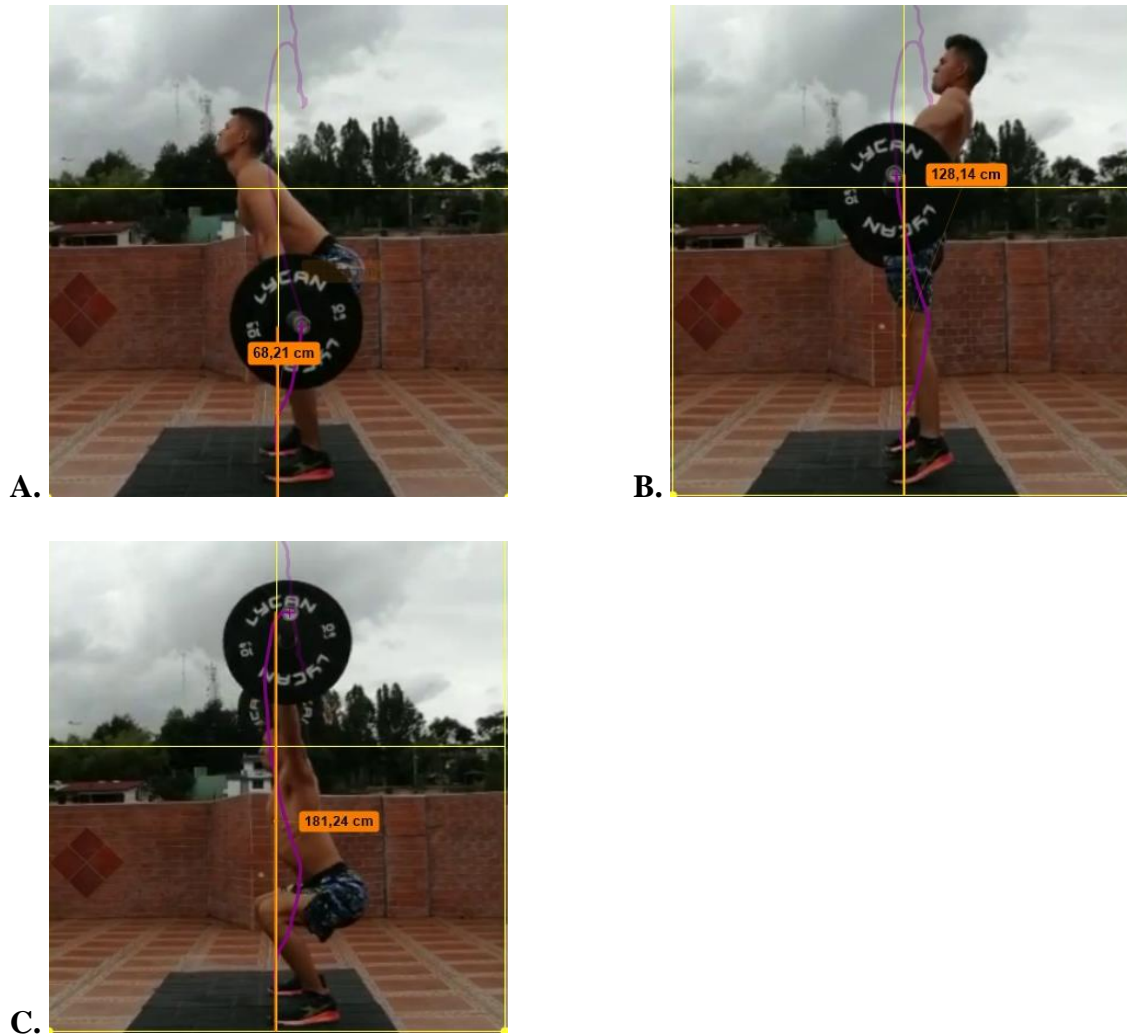


Figura 4. Medición de los desplazamientos verticales

Medición de la velocidad y aceleraciones mediante Kinovea ®

Para determinar las variables cinemáticas de velocidad y aceleraciones fue necesaria la calibración del video que ya poseía la línea de trayectoria. Se tomó de referencia la altura del atleta así cuando él estuvo de pie totalmente erguido se calibró el video con su estatura, lo que permitió al software determinar la velocidad máxima (Figura 5.A), aceleración máxima (Figura 5.B) y mínima (Figura 5.C) (aceleración y desaceleración) de la palanqueta cuadro por cuadro durante la trayectoria anteriormente determinada.

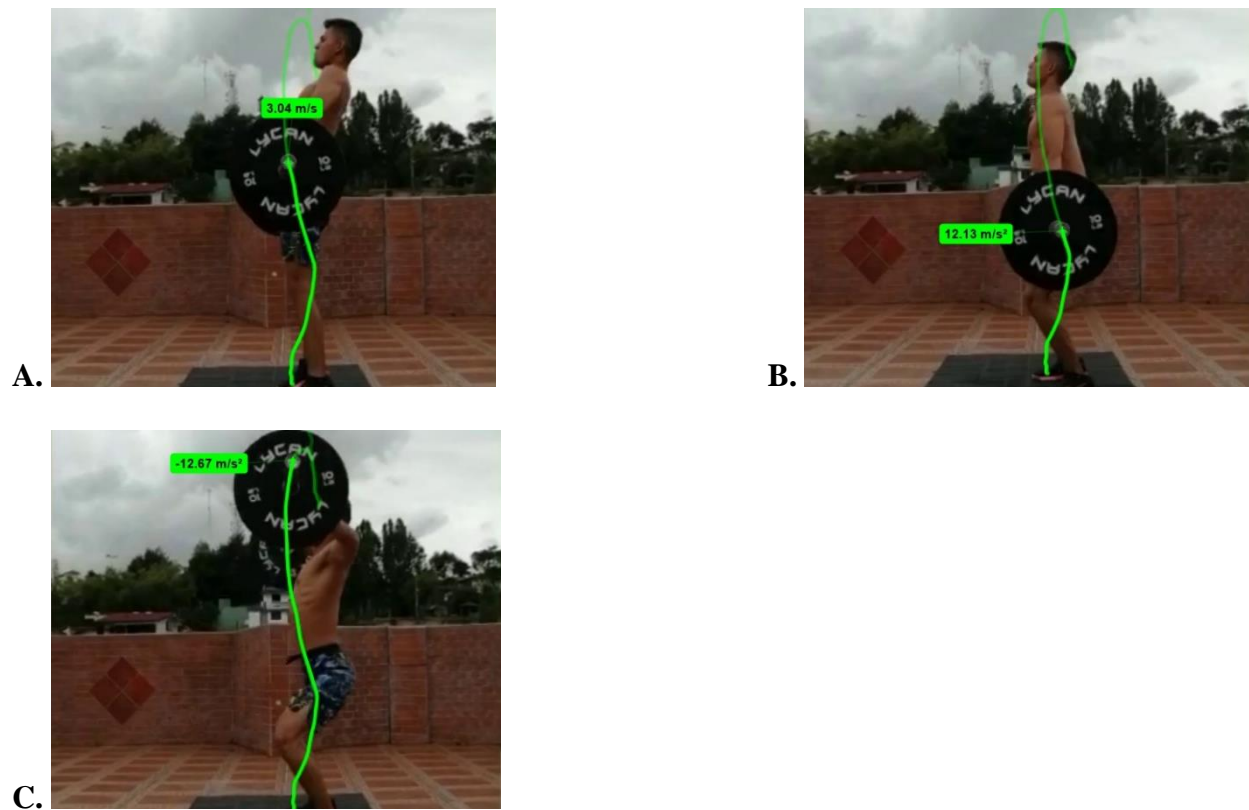


Figura 5. Medición de la velocidad y aceleraciones

Medición de posiciones angulares de tronco y rodillas mediante Kinovea ®

Dentro de la medición de los ángulos como parte el patrón de movimiento biomecánico se tomaron en cuenta las fases en las que se midieron los desplazamientos horizontales, mientras se visualizaba el video de la ejecución del arranque cuadro por cuadro, se detuvo el mismo en las fases de: posición inicial (Figura 6.A), primer halón (Figura 6.B), ajuste (Figura 6.C), segundo halón (Figura 6.D), desliz (Figura 6.E) y recuperación (Figura 6.F). Se tomaron medidas del ángulo de extensión relativa y flexión de tronco (ya que al ser una cadena cerrada no se toma como referencia el desplazamiento de cadera si no el de tronco) y se utilizó como vértice del ángulo el trocánter mayor, un lado se alineó sobre la línea media de la pelvis y el otro sobre la línea media longitudinal del muslo, tomando de referencia el cóndilo femoral externo; como referencia de la medición biomecánica se tomó a la superposición del tronco sobre el fémur como 0° de flexión, lo que es anatómicamente inadecuado pero se referenció de esta manera para facilitar la medición.

En los ángulos de rodilla también se tomaron medidas de extensión relativa y flexión (de igual manera en cadena cerrada) en estos el vértice del ángulo se ubicó en el cóndilo femoral externo, un lado se alineó sobre la línea media longitudinal del muslo, tomando como referencia el trocánter mayor y el otro sobre la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia el maléolo lateral; como referencia de la medición biomecánica se tomó a la superposición del fémur sobre la tibia y el peroné, como 0° de flexión, lo que es anatómicamente inadecuado pero se referenció de esta manera para facilitar la medición.

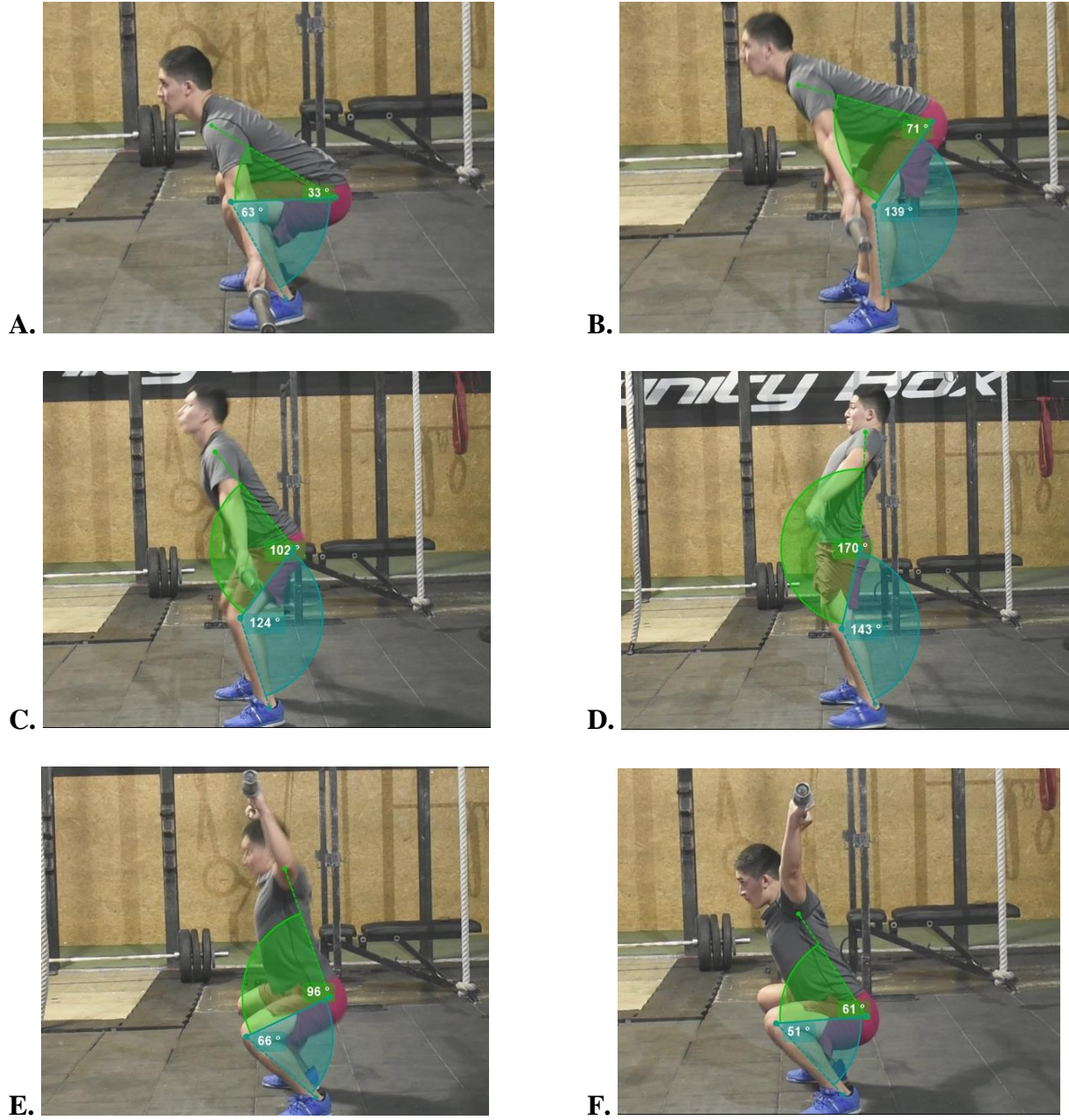


Figura 6. Medición de la posición angular de tronco y rodillas

Análisis

Todos los levantamientos se combinaron para dar un total de 400 puntos de datos. Los datos obtenidos se agruparon de acuerdo al tipo de disciplina que practicaba el atleta terminando con 200 datos en atletas de halterofilia y 200 en atletas de CrossFit. Se utilizó el software de análisis estadístico SSPS 22 el que proporcionó las medias estadísticas de los diferentes datos, además se realizó una prueba t de Student para determinar el grado de diferencia que se encontraba entre ambos grupo de investigación en todos los parámetros expuestos anteriormente, en esta prueba se consideró que la diferencia de valores era relevante si el valor significativo (bilateral) era menor a 0,03 tomando a los datos de esa variable como un valor estadísticamente significativo de diferencia entre los dos grupos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Halterofilia

2.1.1. Definición

La halterofilia es una especialidad deportiva en la que se ejecutan levantamientos de pesas, esta disciplina está clasificada como un deporte individual; cada competidor obtiene un puntaje, acíclico; refiriéndose a que la fase final de un levantamiento no marca el inicio de una nueva ejecución del movimiento, de poca movilidad; ya que los movimientos se realizan principalmente en el plano sagital, e intensidad máxima; produce una actividad anaerobia de corta duración con pesos máximos, provocando un alto gasto energético por unidad de tiempo (IWF, 2020).

2.2.2. Historia

El levantamiento de pesas se origina en la antigüedad por la necesidad de levantar y trasladar troncos, animales obtenidos en la caza, piedras, etc. estas necesidades eran esenciales por lo que la fuerza era una cualidad indispensable para la supervivencia. En las antiguas civilizaciones como en Egipto los guerreros se entrenaban levantando sacos de diferentes pesos y tamaños, evidenciado en los jeroglíficos, así también se utilizaba una gimnasia de fuerza en China y Persia (Actual Irán); pero fue en la antigua Grecia donde esto se tornó hacia un ambiente más deportivo y donde por primera vez en la historia se hizo referencia a un entrenamiento sistemático de fuerza mediante implementos de piedra y metal (Cuervo & Gonzáles, 1990).

En Roma, el médico Claudio Galeno recomendaba ejercicios con peso para preservar la salud y tonificar los músculos, con estos conocimientos previos durante el feudalismo se priorizaba las actividades de fuerza en especial en pueblos guerreros como los vikingos (Cuervo et al, 1990).

Entre el final del siglo XVIII e inicio del siglo XIX esta disciplina empieza a popularizarse en Europa ya que existían ferias que recorrían ciudades en los que se presentaban a “hombres fuertes” que levantaban cosas o incluso animales, lo que despertaba intriga y admiración por parte de los espectadores, popularizando las actividades de fuerza de la cual surge el levantamiento de pesas. A finales de siglo XIX ya existían clubes de levantamiento de pesas en países europeos como Francia, Austria, Alemania y Rusia, y se expandió a Canadá y Estados Unidos por inmigrantes europeos. Se considera al año 1880 como el inicio del levantamiento de pesas a nivel mundial, y se incluyó en los juegos olímpicos modernos en 1896 en los que el arranque con una mano, la limpieza y el tirón con dos manos formaron el programa para seis atletas de cinco países, por lo que esta disciplina empezó a expandirse a más países (IWF, 2020).

En 1905 se fundó la primera organización relacionada a levantamiento olímpico llamada Unión Mundial de Atletas Amateur y se establecen tres categorías de peso corporal, 70 kg de peso ligero, 80 kg de peso medio y más de 80 kg de peso pesado, con cuatro ejercicios se conforma en el programa en competencias: arranque con la mano derecha e izquierda, empuje con dos manos y envión con dos manos. En 1910 en Frankfurt la empresa Kaspar Berg lanzó al mercado barras giratorias y discos de denominaciones entre 20 y 1,5 kg, lo que permite a los atletas entrenar con mayor comodidad, posterior a esto en 1913 se fundó la Federación Internacional de Levantamiento de Pesas, Lucha y Boxeo, aprobando cinco categorías de peso corporal: 60 kg - Peso pluma, 67.5 kg - Peso ligero, 75 kg - Peso mediano, 82.5 kg - Peso ligero, más de 82.5 kg - Peso pesado. Y en 1920 se reorganiza como la Federación Internacional de Halterofilia que agrupaba a más de 130 países (IWF, 2020).

En 1928 en las olimpiadas de Ámsterdam se realizó una consigna de que el programa de levantamiento contaría de empuje, arranque y envión con las dos manos, además se implementó el uso de barras de acero flexible con rolletes giratorios en los extremos, discos desmontables de hierro y collarines con cierres que ajustan los discos a la barra, en 1947 se crea una nueva categoría de 56 kg (peso gallo), en 1950 se determinó que en los Juegos Olímpicos y el Campeonato Mundial solo pueden participar 7 levantadores por país y máximo 2 levantadores por categoría, además solo se permite un límite de 3 minutos por competidor, el nuevo nombre de la organización es Federación Internacional de Halterofilia y Culturismo, además el 28 de febrero en Buenos Aires se funda la Federación Panamericana de Halterofilia (IWF, 2020).

En 1957 se establecen parámetros como el diámetro de la barra es de 28 mm; la distancia de la barra entre los discos es de 1,31 m; altura desde el suelo 21 cm; longitud de la barra 2.20m en 1957. En 1961 en Londres se eliminan los ejercicios con una sola mano y en 1972 se modifica el

nombre de la organización a Federación Internacional de Halterofilia (IWF por sus siglas en inglés). En 1981 la IWF en Budapest realizaron la primera “Cumbre Barbell” con compañías que fabrican pesas y usó su derecho a emitir licencias y especificar el tipo de equipo en importantes competiciones internacionales. En 1983 en Moscú se aprobaron los controles sobre levantamiento de pesas en mujeres con categorías 44-48-52-56-60-67.5-75-82.5- sobre 82.5 kg (IWF, 2020).

En 1984 se acordó por unanimidad que cualquier levantador capturado en Los Ángeles en los Juegos Olímpicos por el uso de dopaje debería ser suspendido de por vida. En 1987 se realizó el primer campeonato mundial femenino con 100 atletas de 22 países y en 1988 el tiempo de ejecución se redujo a 90 segundos. En 1997 se establecen parámetros para mujeres como la longitud de la barra es de 2010 mm, el diámetro de agarre es de 25 mm y el peso de la barra es de 15 kg, en el año 2000 se incluye por primera vez el levantamiento de pesas en mujeres en las olimpiadas. En la actualidad la organización superior es la Federación Internacional de Halterofilia, sin fines de lucro que abarca a 192 federaciones nacionales (IWF, 2020).

2.2.3. Competencia

Basándose en los reglamentos y regulaciones de la Federación Internacional de Halterofilia dentro de las competencias de esta disciplina se deben cumplir parámetros importantes relacionados a las categorías, implementos, validez de la ejecución, etc., con el fin de regular las competencias a nivel mundial (IWF, 2020).

2.2.3.1. Grupos de edad

En halterofilia los grupos de competencia se categorizan por sexo y edad, en los siguientes grupos:

Youth: Conformado por atletas de 13 a 17 años de edad, se divide en hombres y mujeres

Junior: Conformado por atletas de 15 a 20 años de edad, se divide en hombres y mujeres

Senior: Conformado por atletas de 15+ años de edad, se divide en hombres y mujeres

Masters: Conformado por atletas de 35+ años de edad, se divide en hombres y mujeres

Es importante recalcar que para ubicar a los atletas en cada categoría se toma su fecha de nacimiento real, en el caso de que el registro del nacimiento se haya realizado tiempo después (IWF, 2020).

2.2.3.2. Categorías

De acuerdo a la división de grupos de edad se clasifican a los atletas en categorías por peso corporal.

Dentro de la división Junior y Senior masculina se establecen 10 categorías en las competencias realizadas bajo las reglas de la IWF y son:

55 kg/ 61 kg/ 67 kg/ 73 kg/ 81 kg/ 89 kg/ 96 kg/ 102 kg/ 109 kg/ +109 kg

Dentro de la división Junior y Senior femenina se establecen 10 categorías en las competencias realizadas bajo las reglas de la IWF y son:

45 kg/ 49 kg/ 55 kg/ 59 kg/ 64 kg/ 71 kg/ 76 kg/ 81 kg/ 87 kg/ +87 kg

Dentro de la división Youth masculina se establecen 10 categorías en las competencias realizadas bajo las reglas de la IWF, exceptuando en los Youth Olympic Games y son:

49 kg/ 55 kg/ 61 kg/ 67 kg/ 73 kg/ 81 kg/ 89 kg/ 96 kg/ 102 kg/ +102 kg

Dentro de la división Youth femenina se establecen 10 categorías en las competencias realizadas bajo las reglas de la IWF, exceptuando en los Youth Olympic Games y son:

40 kg/45 kg/ 49 kg/ 55 kg/ 59 kg/ 64 kg/ 71 kg/ 76 kg/ 81 kg/ +81 kg

En los Juegos Olímpicos las categorías masculinas son:

61 kg/ 67 kg/ 73 kg/ 81 kg/ 96 kg/ 109 kg/ +109 kg

En los Juegos Olímpicos las categorías femeninas son:

49 kg/ 55 kg/ 59 kg/ 64 kg/ 76 kg/ 87 kg/ +87 kg

En los Juegos Olímpico Juveniles (Youth Olympic Games) en la división masculina son:

55 kg/ 61 kg/ 67 kg/ 73 kg/ 81 kg/ +81 kg

En los Juegos Olímpico Juveniles (Youth Olympic Games) en la división femenina son:

45 kg/ 49 kg/ 55 kg/ 59 kg/ 64 kg/ +64 kg

En los eventos de la IWF se pueden ingresar 10 atletas por Federación, con un máximo de 2 atletas en una misma categorías, exceptuando los Juegos Olímpicos, Juegos Olímpicos Juveniles y Juegos multideportivos distintos a los juegos olímpicos (IWF, 2020).

2.2.3.3. Movimientos de competencia

En una competencia de halterofilia se consideran 2 movimientos esenciales que son el arranque y el envión, ambos levantamientos se deben realizar con 2 manos, en un máximo de 3 intentos por cada movimiento (IWF, 2020).

2.2.3.4. Reglas generales

Las siguientes reglas mencionadas por la IWF (2020), deben ser cumplidas en las competencias de halterofilia.

- La técnica conocida como "hooking" está permitida. Consiste en cubrir el pulgar con los otros dedos de la misma mano al momento de agarrar la barra.

- En ambos levantamientos, los árbitros deben contar como "Sin levantamiento" cualquier intento inacabado en el que la palanqueta ha alcanzado la altura de las rodillas.

- Después de la señal de los árbitros para bajar la palanqueta, el atleta debe bajarla delante del cuerpo y el agarre en la palanqueta solo debe liberarse cuando haya pasado el nivel de los hombros

- Un atleta que, por cualquier motivo, no puede extender completamente los codos, debe informar o mostrar este hecho a todos los árbitros en servicio, así como al Jurado antes del comienzo de la competencia y puede recordarles este hecho antes del inicio de cada levantamiento cuando en la plataforma, siendo esta una responsabilidad exclusiva del atleta y por parte del jurado pueden llamar al doctor de competencia para examinarlo.

- Al realiza el arranque o envión en estilo de cuclillas, el atleta puede ayudar a su recuperación balanceando su cuerpo mientras está en esta posición.

- Se permite el uso de tiza (carbonato de magnesio).

- El uso de grasa, aceite, agua, talco, crema o cualquier otro lubricante en los muslos del atleta están prohibidos. Se ordena que el atleta que usa lubricante(s) prohibido(s) que se los retire de inmediato y el tiempo del reloj sigue corriendo para ese atleta.

- Es responsabilidad exclusiva del atleta completar cada levantamiento de acuerdo con IWF TCRR y para satisfacción de los funcionarios técnicos.

2.2.3.5. Movimientos no válidos

De acuerdo a la IWF (2020) existen repeticiones que se cuentan cómo no válidas cuando se incumplen parámetros como:

- Tirar desde el hang, está definido como: detener el movimiento de la palanqueta hacia arriba durante el tirón, invalidando la repetición.

- Tocar la plataforma con cualquier parte del cuerpo que no sean los pies.

- Pausa durante la extensión de los brazos.

- Finalizar con una extracción, definida como: continuar la extensión de los brazos después de que el atleta ha alcanzado el punto más bajo de su posición en la sentadilla o se ha dividido tanto en el snatch como el Jerk.

- Doblar y extender los codos durante la recuperación
- Salir de la plataforma de competencia o tocar el área fuera de la plataforma con cualquier parte del cuerpo antes de la ejecución completa del elevador.

- Dejar caer la palanqueta por encima de los hombros.
- No reemplazar la palanqueta completa en la plataforma de competencia.
- No mirar al árbitro central al comienzo del levantamiento.
- Liberar la palanqueta de una posición incompleta.
- Toque la palanqueta con su calzado.

2.2.3.5.1 Movimientos no válidos en el Arranque.

Pausar el levantamiento de la palanqueta durante su ejecución (IWF, 2020)

2.2.3.5.2 Movimientos no válidos en el Envión.

En el clean o cargada de acuerdo a la IWF (2020)

- Acomodar la palanqueta en el pecho después de la posición final de la cargada, produciendo un “doble clean”.

- Tocar los muslos o rodillas con los codos o brazos.

En el jerk o empuje desde el pecho:

- Cualquier esfuerzo aparente por sacudirse que no se haya completado; incluyendo, bajar el cuerpo o doblar las rodillas.
- Cualquier oscilación deliberada de la palanqueta para ganar ventaja. El atleta debe quedar inmóvil antes de comenzar el Jerk.

2.2.3.6. Movimientos incompletos

Además la IWF (2020) considera que algunos movimientos son incompletos como:

- Extensión desigual o incompleta de los brazos al finalizar el levantamiento.

- No terminar con los pies y la palanqueta en línea y paralelos al plano del tronco.
- No extender completamente las rodillas al finalizar el levantamiento.

2.2.3.7 Área de competencia

Dentro de la organización del lugar físico en el que se realiza una competencia de halterofilia se toman en cuenta 3 áreas la plataforma de competencia, tablas de oficiales técnicos y de gestión de la competencia, y área de calentamiento (IWF, 2020).

2.2.3.7.1 Plataforma de competencia y escenario.

Para la correcta visualización por parte de los árbitros y la mejor ejecución del movimiento del arranque se requiere:

- Todos los levantamientos deben ejecutarse en una plataforma de competición.
- El escenario es un área despejada de cien centímetros alrededor de la plataforma de competencia de manera obligatoria. Esta área debe ser plana y libre de obstáculos, incluidos los discos.
- Se debe proporcionar tiza y colofonia cerca de la plataforma de competencia.
- Los útiles de limpieza, desinfectante/antiséptico, cepillos, paños, escoba, guantes y otros se deben proporcionar y guardar de forma ordenada junto a la plataforma/escenario de competencia para los cargadores.
- Se debe proporcionar una camilla cerca de la plataforma de la competencia.
- Las competiciones pueden realizarse en múltiples plataformas simultáneamente (IWF, 2020).

2.2.3.7.2 Tablas de oficiales técnicos y de gestión de la competencia.

Según la IWF (2020) deben existir tablas de oficiales técnicos y de gestión de la competencia

- Mesa del jurado: El jurado se encuentra en un lugar con visibilidad de la plataforma de competencia; el escenario es claro y sin obstáculos. La mesa del jurado debe colocarse a máximo mil cm desde el centro de la plataforma y las Mesas de árbitros Laterales y ubicadas al costado del punto de entrada de los atletas.

-Tablas de árbitros:

a) El árbitro central debe estar a 400 cm, desde el frente de la plataforma de competencia al borde posterior del Árbitro central Mesa, y en línea con el centro de la plataforma de competición.

b) Los árbitros laterales deben estar sentados en la misma línea y paralelos al centro Árbitro, trescientos a cuatrocientos (300-400) cm del Árbitro central.

c) Los árbitros de reserva se sientan en un área designada en el FOP.

- Mesa del médico de competición: se debe proporcionar una mesa y una silla para la competición Médico (s) cerca del punto de entrada de los atletas a la plataforma / escenario de la competencia y en el área de calentamiento en relación con el diseño del lugar.

- Mesas de gestión de la competencia: las mesas y sillas en una cantidad adecuada deben ser proporcionado para la gestión de la competencia y colocado al lado de los atletas punto de entrada a la plataforma / etapa de competencia.

- Posición de los cargadores: los cargadores deben tener un área designada con sillas en el lado opuesto lado del punto de entrada de los atletas a la plataforma / escenario de la competencia.

- Mesa de oficiales de la IWF: en el Campeonato Mundial y los Juegos Olímpicos, es una mesa para tres a cinco personas que se ubica de manera simétrica a la mesa del jurado.

(IWF, 2020).

2.2.3.7.2 Área de calentamiento.

Según la IWF (2020) es indispensable antes de una competencia el calentamiento de los atletas, por lo que se proporciona a los mismos, un área de calentamiento cercana a la plataforma de competencia.

Esta área debe equiparse con:

Barras, tiza, colofonia, etc. en cantidad suficiente para todos los atletas, altavoces, marcador en tiempo real, tablero con intentos, visibilidad del reloj oficial, transmisión en video de la actividad en la plataforma, mesa para el doctor de la competencia, hidratación, hielo para lesiones y de preferencia baño.

2.2.3.8 Regulaciones de equipo deportivo

Dentro de los implementos necesarios para realizar una competencia de halterofilia se encuentran regulaciones de los mismos para poder estandarizar todas las competencias oficiales de esta disciplina (IWF, 2020).

2.2.3.8.1. Plataforma.

La IWF (2020) autoriza el uso de 2 plataformas: Una de competencia y una de entrenamiento/calentamiento, deben cumplir con:

Plataforma de competencia: Ser de forma cuadrada, longitud de 400 cm en cada lado, 10 cm de altura.

Plataforma de entrenamiento / calentamiento: Ancho 300 cm, longitud 250-300 cm.

2.2.3.8.2. Palanqueta.

La palanqueta consiste de una barra giratoria, dos discos y dos seguros.

Barra: Existen 2 tipos de barra, para hombres que pesa 20 kg y para mujeres que pesa 15 kg y debe cumplir con especificaciones especiales. Además deben tener marcas de identificación de

colores para facilitar su reconocimiento. La barra de hombres debe tener marcas azules y la barra de mujeres marcas amarillas (IWF, 2020).

Discos: Los discos de competencia tienen denominaciones de peso en kilogramos y se los identifica con colores, que corresponden con un peso específico de la siguiente manera:

25 kg rojo, 20 kg azul, 15 kg amarillo, 10 kg verde, 5 kg blanco, 2.5 kg rojo, 2 kg azul, 1.5 kg amarillo, 1 kg verde y 0.5 kg blanco. El diámetro de los discos más grandes es de 450 mm con una tolerancia de ± 1 mm, estos deben cubrirse con goma o plástico y recubrirse por ambos lados con colores permanentes o pintarse al menos en la superficie; por otro lado los discos de menos de diez (10) kg pueden estar hechos de metal u otro material aprobado. De manera general todos los discos deben tener una indicación clara de su peso.

Collarines o seguros: Estos implementos aseguran los discos a la barra por lo que estará equipada con 2 seguros de 2,5 kg cada uno tanto para hombres como para mujeres (IWF, 2020).

2.2.3.8.3. Orden de la carga de pesos.

Los discos se cargan y aseguran mediante seguros en la manga de la barra, se carga con los discos más pesados primero y luego los discos más ligeros cargados en orden descendente de peso hacia el borde exterior de la barra. Los discos deben cargarse para que tanto los árbitros y el jurado en servicio puedan identificar el peso de cada disco (IWF, 2020).

2.2.3.8.4. Sistema de aprobación de los árbitros.

Es el medio por el cual se validan los levantamientos, consiste de un sistema de luz en el que el árbitro central tiene una caja de control para los tres árbitros y un panel de control para el jurado (IWF, 2020).

Cada uno de los árbitros debe dar la señal de "abajo" mediante el botón blanco que indica un buen levantamiento o el botón rojo que indica falla del levantamiento, de acuerdo con las reglas

relevantes. Cuando dos de los árbitros hayan brindado decisiones idénticas, un aspecto visual y audible se le da una señal de "abajo" al atleta para regresar la palanqueta a la plataforma; si un árbitro presiona el botón blanco, otro presiona el botón rojo y el tercer árbitro tampoco presiona, este último escucha una señal audible desde la caja de control que le indica que se requiere una decisión, cabe mencionar que la señal es solo un recordatorio para el árbitro ya el mismo debe estar seguros en su decisión de "Buen levantamiento" o "Sin levantamiento" (IWF, 2020).

Tres segundos después de que los tres árbitros hayan dado su decisión; la decisión se expone, indicando la decisión individual de los árbitros por correspondencia colores, ya sea rojo o blanco y las luces de decisión permanecen encendidas durante un mínimo de tres segundos. Después de la señal visible y audible de "Down" y antes de que funcionen las luces de decisión, los árbitros tienen una ventana de tres segundos para revertir su decisión. Si un árbitro pierde esta ventana debe levantar la bandera proporcionada a ellos para indicar un cambio en la decisión (IWF, 2020).

Cuando se ha emitido la señal "Abajo" o "Down" y las luces de decisión están encendidas el atleta no baja la palanqueta hasta que el árbitro central diga "Abajo" y señale al atleta para regresar la palanqueta a la plataforma de competición (IWF, 2020).

Durante la competencia, el Jurado supervisa el trabajo de los árbitros mediante el panel de control evidenciando la toman una decisiones si fue lenta, rápida o ninguna decisión puede ser identificada para una acción inmediata o posterior ya que si el jurado desea llamar a cualquiera de los árbitros a la mesa, el presidente del jurado lo hace presionando el botón en el panel de control, que emite una señal audible al árbitro en cuestión (IWF, 2020).

2.2.3.8.5. *Tabla de resultados.*

De acuerdo a la IWF (2020) los cuadros de indicadores deben estar en el área de competencia y en el área de calentamiento para registrar y mostrar el progreso y los resultados de cada categoría mientras sucede. En el área de calentamiento, los marcadores siempre deben estar en orden de número de inicio y para los espectadores el marcador puede estar en orden de clasificación. El cuadro de indicadores debe contener: El número de inicio del atleta, en orden numérico (antes de la competencia), el número de inicio del atleta, en orden numérico u orden de clasificación (una vez que la competencia ha comenzado), el nombre de cada atleta de acuerdo con el número de inicio asignado y además: Año de nacimiento, código IWF / IOC, los 3 intentos en el arranque, los 3 intentos de envi3n y el total de peso levantado, adem3s los intentos exitosos y no exitosos deben ser marcados de manera diferente por color (IWF, 2020).

2.2.4. Fundamentos t3cnicos de los movimientos de halterofilia.

La t3cnica deportiva es el conjunto de m3todos y formas de ejecuci3n de movimientos, que aseguran un aprovechamiento completo de las capacidades del atleta, tomando en cuenta las individualidades de los mismos. Existe un patr3n t3cnico con regularidades comunes para los atletas que van a verse adaptadas por proporciones anatómicas, nivel de desarrollo de fuerza, flexibilidad, etc., siendo la t3cnica adecuada pero con estilos diferentes. Por lo que al analizar la t3cnica de levantamiento de pesas se debe distinguir esencialmente las estructuras dinámicas, refiriéndose a la interacci3n de fuerzas dentro del cuerpo humano y con cuerpos externos, poniendo atenci3n en la distribuci3n de las mismas durante la ejecuci3n; cinemáticas, refiriéndose a los movimientos en tiempo y espacio, y rítmicas, tomando en cuenta las correlaciones temporales (IWF, 2020).

2.2.4.1. Técnica de arranque

El arranque es el primer movimiento a evaluar en una competencia y consiste en levantar la palanqueta en un solo movimiento continuo desde la plataforma hasta la completa flexión de hombros con extensión de codos sobre la cabeza, terminando el movimiento con el atleta totalmente de pie, esperando la señal del árbitro para validar el movimiento (IWF, 2020).

El arranque se divide en tres partes: Arrancada, Halón y Desliz con su recuperación.

La primera parte o arrancada consiste en tomar la posición inicial y preparar el levantamiento, por ende son dos fases, siendo la primera una fase estática en la que el atleta se posiciona con los pies bajo a la palanqueta haciendo que la proyección vertical pase por la articulación metatarso-falángica del Hallux, con apertura al ancho de la cadera y con ligera rotación externa, lo que favorece el aprovechamiento de la fuerza de las piernas al realizar el levantamiento. La segunda parte es la dinámica en la que se flexionan las rodillas y tronco hasta que la manos contacten con la barra, en este punto se realizan acomodaciones hasta lograr una hiperextensión de tronco con una ligera extensión de cabeza, elevando el tono de la musculatura extensora del tronco (Zissu et al, 2008).

En miembro superior la posición en esta parte será un agarre ancho, caracterizado por ser más amplio que la distancia entre los hombros, este asegura un recorrido corto de la palanqueta, lo que impide una participación anticipada de la musculatura de los brazos en esta fase la misma que se ve apoyada por la sujeción de gancho, descrita como la toma de la barra con las manos en pronación colocando el pulgar por debajo de los demás dedos (Oliva, Infante, & León , 2017)

La segunda parte es el halón, esta es la parte más importante del arranque ya que dentro de esta se debe conseguir la altura y velocidad suficiente para lograr la siguiente parte (desliz), este halón se divide en 2 fases: la primera fase empieza con extensión de rodillas generando un

desplazamiento de cadera hacia cefálico, mientras que la cintura escapular se desplaza hacia anterior y cefálico sin superar la velocidad de la cadera; la extensión de las rodillas continúa hasta llegar a unos 150°, lo que genera un desplazamiento anterior de la cintura escapular frente a la palanqueta, posterior a esto el atleta realiza una tracción hacia posterior con los codos en extensión y la palanqueta a la altura de las rodillas, estas se siguen extendiendo hasta un ángulo de 135° mientras pasan rápidamente bajo la palanqueta y se mantienen los brazos en extensión con cintura escapular frente a la palanqueta (Quintero, A., & Tomedes, J., 2018).

Empieza la segunda fase empieza con la activación de la cadena posterior generando extensión de tronco y rodillas, mientras que el atleta se eleva en la punta de los pies se desplaza la cintura escapular hacia cefálico ya que se procura la mayor elevación de la palanqueta, evitando el desplazamiento hacia atrás ya que se reduce la fuerza, en el último momento de la segunda fase del halón se incorpora la fuerza de brazos flexionando los codos los mismos deben elevarse de manera vertical y lateral al tronco, alcanzando el nivel de la cadera y llegando a la aceleración máxima (Zissu et al, 2005).

Por último la parte de desliz se divide en: desliz, recuperación y fijación. La primera (desliz) se genera después de alcanzar la altura máxima en el segundo halón, después de completar esta fase el atleta debe frenar el movimiento ascendente desplazándose hacia abajo e influenciado por la gravedad y el trabajo activo de brazos. Existen dos tipos de desliz, en cuchilla, realizando una abducción de cadera con una sentadilla y en tijera posicionando una pierna hacia flexión y la otra hacia extensión. Actualmente se usa el desliz en cuchilla ya que permite completar la extensión de los codos con una menor elevación de la palanqueta, pero con la desventaja de una inestabilidad antero-posterior (Quintero, A., & Tomedes, J., 2018).

El tiempo de desliz se considera la parte de desplazamiento sin apoyo que debe ser lo más rápido posible y en esta los brazos actúan con toda la fuerza para levantar la palanqueta. Resumiéndolo en: Desplazamiento lateral de las piernas, flexión profunda de las piernas y extensión de codos. La segunda fase es la recuperación que empieza cuando el atleta se encuentra con la palanqueta sobre su cabeza, con miembro inferior en abducción, ligera rotación, rodillas en máxima flexión y tronco en extensión; desde esta posición el atleta puede aprovechar la fuerza elástica de las extremidades inferiores o rebote para incorporarse en dirección estrictamente vertical hacia la fijación. Resumiéndolo en: Extensión de las rodillas y cadera. La tercera y última fase es la fijación, en esta el atleta y la palanqueta deben estar en la misma línea vertical los pies alineados entre si y una separación cómoda (Zissu et al, 2005).

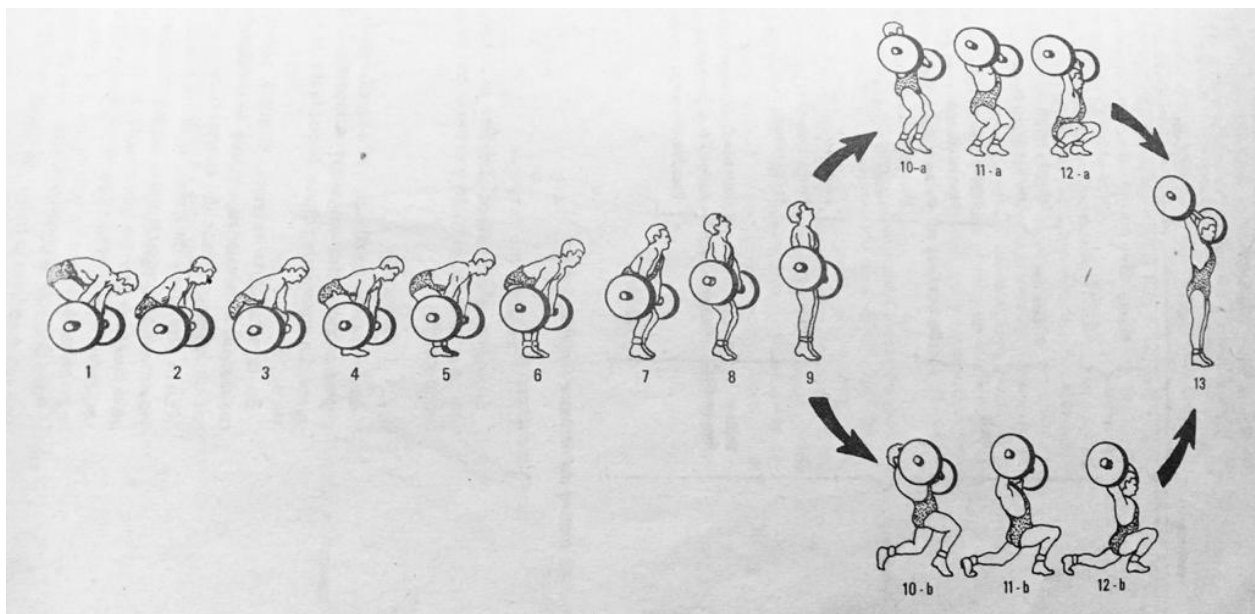


Figura 7. Arranque con desliz en cuchillas (a) y en tijeras (b)

Fuente: (Cuervo et al, 2005)

2.2.4.2. Técnica de envión

El envión es el segundo movimiento a evaluar en una competencia y consiste en levantar la palanqueta en 2 procedimientos, el primero desde la plataforma hasta el pecho llamado clean o

cargada y el segundo desde el pecho hasta la completa extensión de los codos con la palanqueta sobre la cabeza llamado jerk o envi3n desde el pecho, al concluir el movimiento el atleta debe estar de pie e inm3vil, esperando la se1al del 1rbitro para validar el movimiento (IWF, 2020).

El primer procedimiento llamado clean o cargada se divide en 3 partes: Arrancada, hal3n y desliz. La arrancada se divide en 2 fases la est1tica refiri3ndose a cuando el atleta se coloca con los pies bajo a la palanqueta haciendo que la proyecci3n vertical pase por la articulaci3n metatarso-fal1ngica del Hallux, con apertura al ancho de la cadera y con ligera rotaci3n externa, lo que favorece el aprovechamiento de la fuerza de las piernas al realizar el levantamiento; la segunda parte es la din1mica en la que se flexionan las rodillas y tronco hasta que la manos contacten con la barra, en este punto se realizan acomodaciones hasta lograr una hiperextensi3n de tronco con una ligera extensi3n de cabeza, elevando el tono de la musculatura extensora del tronco. La principal diferencia entre el arranque y el envi3n radica en la posici3n de miembro superior en el envi3n se realiza un agarre medio a la anchura de los hombros (Soto, Botero, & Celis, 2015).

La segunda parte es el hal3n que se divide en 2 fases, el primer hal3n o primera fase es la m1s importante del envi3n ya que proporciona la altura necesaria con la velocidad correspondiente, en esta se realiza una extensi3n parcial de las piernas con una inclinaci3n del tronco hacia anterior, como resultado de esto la palanqueta se mueve hacia arriba y la cintura escapular se desplaza hacia adelante para equilibrar el movimiento, y cuando la palanqueta pasa sobre las rodillas empieza el trabajo de los extensores de tronco (N3ñez et al, 2015). La segunda fase del hal3n empieza con la activaci3n de la cadena posterior generando extensi3n de tronco y rodillas, mientras que el atleta se eleva en la punta de los pies se desplaza la cintura escapular hacia cef1lico ya que se procura la mayor elevaci3n de la palanqueta, evitando el desplazamiento hacia

atrás ya que se reduce la fuerza, en el último momento de la segunda fase del halón se incorpora la fuerza de brazos flexionando los codos los mismos deben elevarse de manera vertical y lateral al tronco, alcanzando el nivel de la cadera y llegando a la aceleración máxima (Varillas, 2002).

Por último la parte de desliz se divide en: desliz, recuperación y fijación. La primera (desliz) se genera después de alcanzar la altura máxima en el segundo halón, después de completar esta fase el atleta debe frenar el movimiento ascendente desplazándose hacia abajo e influenciado por la gravedad y el trabajo activo de brazos, se realiza un desplazamiento lateral de las piernas, con flexión de rodilla y una entrada de los codos bajo la palanqueta (Núñez et al, 2015).

La segunda fase es la recuperación en la que se realiza una extensión de las rodillas y cadera. El segundo procedimiento es el envión desde el pecho o jerk, que consta de 3 momentos, el primero es la posición inicial, o el fin de la recuperación, atleta de pie con la palanqueta apoyada en los hombros, el segundo momento es la semiflexión y saque en el cual el atleta de pie realiza una semiflexión de rodillas y de inmediato se realiza el saque que es un empuje de la palanqueta generado por la extensión de rodillas y una ligera elevación sobre la punta de los pies (Núñez et al, 2015).

El tercero es desliz y recuperación, dentro del desliz se realiza la técnica de tijera, empieza al terminar el saque con la elevación de la punta de los pies y el despegue de la palanqueta del pecho del atleta, se incorpora el trabajo de los brazos al trabajo y se empieza inmediatamente el desliz, en el que la pierna más fuerte se coloca al frente apoyando toda la planta del pie y una ligera rotación interna para lograr apoyo sobre todos los dedos y además con una flexión de rodilla que no sobrepasa la punta del pie, mientras la otra pierna se extiende hacia atrás y se apoya solamente desde los metatarsos, manteniendo una ligera flexión de rodilla. En este proceso

es importante que los codos realicen una extensión veloz y sobre todo coordinada para lograr colocar la palanqueta sobre la cabeza (Núñez et al, 2015).

Para la recuperación y fijación se realiza la recogida de la pierna anterior bajo la línea vertical de la palanqueta y posterior a esto se realiza la recogida de la pierna posterior alado de la primera, hasta que el movimiento sea contado como válido (Soto et al, 2015).

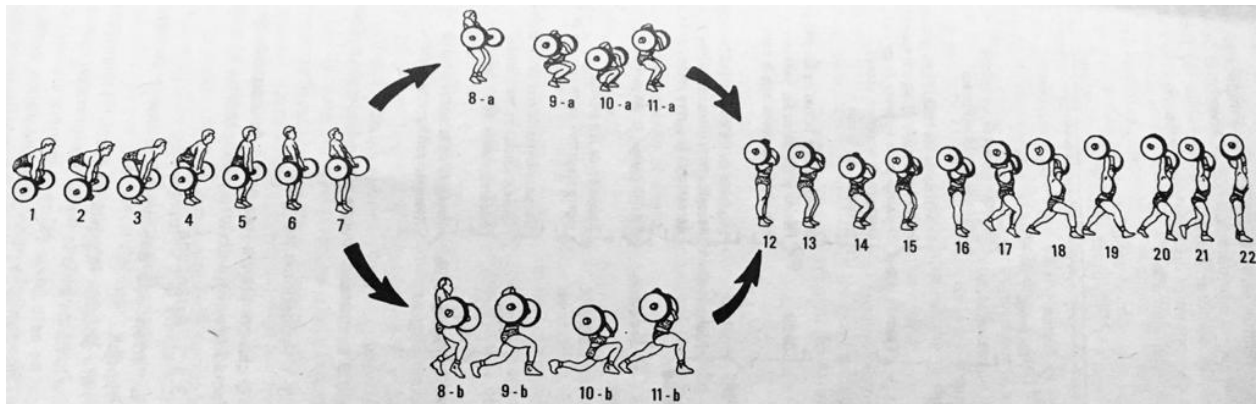


Figura 8. Envión con deliz en cuchilla (a) y en tijera (b)

Fuente: (Cuervo et al, 1990)

2.2. CrossFit

2.2.1. Definición

CrossFit es un régimen de actividad física que se basa en movimientos funcionales constantemente variados en alta intensidad, está constituido por ejercicios de disciplinas como halterofilia, pliometría, gimnasia y calistenia (Bergeron, Nindl, Deuster et al, 2011). Al utilizar movimientos funcionales se emplean movimientos locomotores naturales, efectivos y eficientes que determinan una capacidad para trasladar cargas grandes en largas distancias y en menor tiempo; haciendo que las cargas, distancias y velocidades generen alta potencia, además la intensidad es una variable independiente que se asocia con maximizar la capacidad de adaptación como respuesta favorable al movimiento (Claudino, Gabbett, Burgués, de Souza,

Miranda et al, 2018). Los entrenamientos de CrossFit generalmente son diarios y están compuestos por: calentamiento, técnica y fuerza, entrenamiento del día (WOD) y estiramientos (Smith, Sommer, Starkoff, & Devor, 2013).

2.2.2. Historia

Greg Glassman, es un gimnasta retirado que durante sus entrenamientos en su juventud notó que el trabajo de fuerza con pesos mejoraba su rendimiento deportivo, tomando esto como una base para un método de entrenamiento funcional. En 1995 creó un gimnasio en Santa Cruz California y posterior a esto empezó a entrenar a la policía de esta misma localidad y al notar resultados beneficiosos y sobre todo la iniciativa de las personas por entrenar en comunidad, en el año 2000 junto a su ex-esposa Lauren creó la marca registrada CrossFit como “un sistema de entrenamiento basado en ejercicios funcionales constantemente variados ejecutados a alta intensidad” (Ávila, 2017). Se determina que CrossFit no es un entrenamiento especializado, sino que es un intento de potenciar los diez dominios reconocidos del fitness que son: Resistencia cardiovascular y respiratoria, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, fortaleza, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión (Salvatierra, 2014).

2.2.3. Método CrossFit

De acuerdo a CrossFit, Inc., se promueve una jerarquía de concentración de esfuerzos que ubica a la Nutrición como primordial; tomándolo como base para lograr mejores tiempos, mayores marcas de peso y modificar la composición corporal, obteniendo menos componente grasa y mayor componente muscular (delgado y tonificado). Después la Gimnasia, esta determina la capacidad funcional del control corporal y rangos de movilidad; seguido de Levantamiento de pesas, desarrollando la capacidad de controlar pesos externos, aumentando la potencia; y por último la Aptitud física en competencias buscando diversos movimientos con alto

domino de habilidades. Concluyendo en que CrossFit utiliza todos los elementos necesarios para crear una rutina funcional y efectiva (Salvatierra, 2014).

Demostrado por en el estudio de Smith (2013) donde se observó en un entrenamiento de CrossFit durante 10 semanas, 5 días por semana, se produjo un aumento de la capacidad aeróbica, evidenciando utilidad en aumentar la resistencia y optimizar el desempeño motor; el VO₂max aumentó cerca del 9% en hombres y mujeres, el peso corporal bajó entre 2,6% y 3,8%, con predominio entre los hombres, el porcentaje de grasa bajó en hombres 18,9% y en mujeres 12,8% y la masa muscular aumentó entre 1,4% y 2,2% con predominio entre las mujeres.

2.2.4. Lugar de entrenamiento

Los gimnasios de CrossFit son llamados “Box”, estos a diferencia de los gimnasios convencionales generalmente son galpones sin espejos o máquinas destinadas a fortalecer zonas específicas, por el contrario son lugares espaciosos equipados con los implementos esenciales en esta disciplina como: Estructura de barras (hacer dominadas), anillas olímpicas, cajones, pelotas medicinales, kettlebells (pesas rusas), barras y discos para halterofilia, mancuernas, remadoras, entre otros (CrossFit.Inc., 2019).

2.2.5. WOD

El WOD (Wokout Of the Day) que se traduce como el entrenamiento del día y está compuesto de ejercicios gimnásticos, de halterofilia y aeróbicos. La programación se compone de cuatro partes divididas en 2 momentos. La mayoría de siglas y nombres de los instrumentos, ejercicios o modalidades de entrenamiento están dadas en inglés (Salvatierra, 2014).

Momento A (Calentamiento y trabajo técnico y de fuerza)

Calentamiento: Se realiza movilidad para evita lesiones, generalmente se usa carrera, abdominales, saltos, flexiones, etc.

Trabajo técnico y de fuerza: Se practica y modifica la técnica generalmente de los movimientos de halterofilia o potencia como front y back squat, deadlift, clean, jerk, snatch, etc., y dentro de esto se intenta incrementar el peso y las repeticiones con el mismo (Salvatierra, 2014)

Momento B (WOD y estiramiento)

WOD. Es el momento más fuerte del entrenamiento, en este se combinan ejercicios de fuerza y otros con peso corporal o de resistencia, y existen plantillas preestablecidas para estos:

AMRAP. (As Many Rounds As Possible): Este consiste en realizar la mayor cantidad de rondas posibles de los ejercicios propuestos un tiempo limitado.

EMOM. (Every Minute On a Minute): Este busca realizar un número de repeticiones de uno o más ejercicios en un minuto durante un tiempo determinado o en el mayor número de minutos hasta que el atleta no logre la cantidad de repeticiones determinadas dentro del minuto; desde la terminación del ejercicio hasta el fin del minuto se descansa.

For time. (Por tiempo): Este consiste en realizar determinado número de rondas con un tiempo límite a cumplir, teniendo como objetivo realizar el menor tiempo posible.

Tabata. Consiste en 8 rondas con 20 segundos de ejecución del movimiento y 10 segundos de descanso, en esta se cuentan las repeticiones totales.

(CrossFit.Inc., 2019).

Además existen tablas de WODs preestablecidos, la primera tabla “Meet the girls” tiene nombres de mujeres y el creador de CrossFit Inc explicó que esto se debe a la complejidad e

intensidad de los wods y una tabla “Heroes CrossFit” con nombres de soldados y oficiales fallecidos en combate, ya que este entrenamiento también es implementado por los cuerpos de seguridad y emergencia.

Estiramiento. También es llamado mobility wod y son necesarias para aumentar el rango de movimiento articular, lo que permite un mejor trabajo técnico.

Toda esta programación dura entre 45 minutos y una hora, siendo el WOD entre 10 y 30 minutos, es necesario registrar los resultados en tiempo o repeticiones dándole el detalle de competitividad y comunidad.

(CrossFit.Inc., 2019).

2.2.6. Ejercicios y materiales básicos

CrossFit utiliza muchos ejercicios de los planes de fitness comunes, modificando los rangos de movimiento, la intensidad o las cargas, pero manteniendo la técnica inicial.

Ejercicios de weightlifting halterofilia: Dentro de estos ejercicios se utilizan implementos como: barra, discos olímpicos y mancuernas, para realizar ejercicios como el clean and jerk o envión, snatch o arrancadas, clean o cargada y sus variaciones dentro de cada uno, como el hang (clean y shantch) refiriéndose a una cargada y arranque colgante (Salvatierra, 2014).

Ejercicios de powerlifting o potencia: Generalmente para estos ejercicios se usan la barra con discos olímpicos y de acuerdo a la variación también mancuernas, algunos de los más utilizados son deadlift o peso muerto, front y back squat o sentadilla frontal y posterior, press de banca y sus variaciones, como peso muerto sumo remo alto, media sentadilla, o prese con déficit (Salvatierra, 2014).

Ejercicios de gimnasia: Dentro de estos están los ejercicios que usan el manejo del peso corporal y además se emplean anillas, paralelas y barras fijas fondos, dentro de los ejercicios se

encuentran: pull ups o dominadas, handstand o parada demanos, muscle-up, roll o volteretas y todas sus variaciones como butterfly pull ups, ring muscle up, handstand walk, entre otros (Salvatierra, 2014).

Ejercicios para el desarrollo de las tres vías metabólicas: Dentro de estos ejercicios se utilizan implementos como remo ergómetro, bicicleta fija, pista de atletismo, piscina de natación, etc y ayudan a estimular la vía anaeróbica aláctica, anaeróbica láctica y aeróbica (Salvatierra, 2014).

Ejercicios funcionales: Se realizan ejercicios como lanzamientos y de precisión que mejoran la potencia y la coordinación del deportista, estos se pueden mejorar y aumentar mediante el uso de balones medicinales (Salvatierra, 2014).

Ejercicios dinámicos y balísticos: Estos ejercicios usualmente se realizan con kettlebells o pesas rusas, y pueden ser swings o balanceos, turkish get up o levantamiento turco, squats o sentadillas, snatch o arranque, clean o cargadas, jerk o empujes, etc., (CrossFit.Inc., 2019).

Ejercicios pliométricos: Para realizar este tipo de ejercicios se utilizan implementos como los cajones de técnica y salto, para desarrollar saltos al cajón en diferentes alturas, saltos de profundidad desde el cajón para aumentar la intensidad, entre otros (Salvatierra, 2014).

Ejercicios de gimnasia en suelo: Por la seguridad del atleta se pueden usar colchonetas en el piso para realizar sit ups o abdominales, push ups o flexiones de brazos, superman rocks o extensiones lumbares, etc., los mismos que ayudan a mejorar la estabilidad del tronco (Salvatierra, 2014).

2.2.7. Movimiento de snatch (Halterofilia: Arranque)

El snatch (squat snatch) en CrossFit es considerado el movimiento más rápido de ejecución, en este la barra o palanqueta se desplaza desde el suelo a una posición sobre la cabeza en un movimiento continuo, como el movimiento. En la guía de movimiento proporcionada por

CrossFit se divide a este movimiento en 3 fases: Posición inicial, ejecución y final (CrossFit. Inc., 2019).

La primera fase de posición inicial se la describe como pies al ancho de la cadera, manos alejadas de la línea media, de manera que al estar en bipedestación la barra o palanqueta descansa en el pliegue de las caderas, agarre de gancho, codos ligeramente frente a la barra o palanqueta y mirada hacia el frente. La segunda fase es la ejecución, en esta se enfatiza en mantener la curvatura lumbar, la cadera y hombros se elevan a la misma velocidad, extensión de cadera, mientras los talones se mantienen apoyados hasta que se extienda por completo las caderas y rodillas, los hombros se elevan y son seguidos de un movimiento parecido al pull-up (dominadas) con los brazos, recibiendo la barra o palanqueta en la posición más baja de overhead squat. Por último la fase final es cuando el atleta realiza una extensión de cadera, rodillas y brazos sobre la línea media del pie. Por lo que se considera que para hacer un snatch se requiere hacer un deadlift, muscle snatch, y overhead squat. Su ejecución se puede realizar con kettlebell, mancuerna o barra (CrossFit.Inc., 2019).

Además se refieren algunos errores comunes como la falta de extensión de la cadera en la ejecución, no mover los codos hacia arriba y afuera en el halón, y que los hombros o cadera se levanten de manera independiente entre ellos (CrossFit. Inc., 2019).

Tomando en cuenta que CrossFit contiene una gran cantidad de variaciones por la modalidad de entrenamiento constantemente variado el snatch o arranque en español se lo realiza con diferentes implementos y desde diferentes fases, estos se especifican en la descripción del WOD a realizar (CrossFit. Inc., 2019).



Figura 9. Secuencia de squat snatch

Fuente: (CrossFit.Inc., 2019)

2.2.7.1. Power snatch

Su ejecución al igual que el squat snatch y cuenta de tres fases, posición inicial, ejecución y final; esta variación difiere en la ejecución donde diferenciándose del squat snatch se recibe la el peso en media sentadilla, lo que en halterofilia sería un arranque $\frac{1}{2}$ o arranque parado (CrossFit.Inc., 2019).

2.2.7.2. Hang snatch

Esta variación se la puede aplicar tanto para squat snatch como para power snatch ya que igualmente consta de tres momentos y el momento en el que se realiza un cambio es en la posición inicial en la que el atleta mantiene los pies al ancho de la cadera, manos alejadas de la línea media, en bipedestación con la barra o palanqueta en el pliegue de las caderas, agarre de gancho, hombros ligeramente frente a la barra o palanqueta y mirada hacia el frente, dentro de la ejecución se puede realizar un “hang” convencional que es deslizar la barra o palanqueta por el muslo hasta antes de llegar a la rodilla y ejecutar el movimiento o también se puede realizar “high hang” en el que se realizar el empuje desde la cadera (CrossFit.Inc., 2019)

2.2.7.3. Dumbbell snatch

La ejecución de este movimiento requiere como su nombre lo indica de un dumbbell o mancuerna, se lo puede realizar en todas las modalidades mencionadas anteriormente, (squat, power y hang), dentro de la ejecución de este movimiento la cadera y rodillas son las que realizan la mayor parte de la fuerza ya que se realiza de manera unilateral, y al llegar sobre la cabeza con el codo extendido se requiere estabilidad para mantener la mancuerna alineada con el cuerpo (CrossFit/Essentials, 2020)

2.2.7.4. Kettlebell snatch

Para la ejecución de este movimiento es necesario un kettlebell o pesa rusa, se lo realiza en cualquiera de las modalidades mencionadas anteriormente, (squat, power y hang), en la ejecución de este movimiento la cadera y rodillas son las que realizan la mayor parte de la fuerza ya que se realiza de manera unilateral y al llegar sobre la cabeza con el codo extendido se requiere estabilidad para mantener la mancuerna alineada con el cuerpo (CrossFit.Inc., 2019).

2.2.8. Movimiento de Clean & Jerk (Halterofilia: Envión)

El Clean & Jerk (Squat Clean & Jerk) es un movimiento dividido en 2 partes en el que la carga se desplaza desde el suelo a una posición sobre la cabeza. En la guía de movimiento de CrossFit.Inc se divide a este movimiento en 4 fases: Posición inicial, ejecución del clean, ejecución del jerk y final. La primera fase de posición inicial se la describe como pies y manos al ancho de la cadera, agarre de gancho, hombros ligeramente frente a la barra o palanqueta y mirada hacia el frente; la segunda fase es la ejecución, la cadera y hombros se elevan a la misma velocidad, el tronco y la cadera se van hacia extensión, mientras los talones se mantienen apoyados hasta que se extienda por completo las caderas y rodillas, los hombros se elevan y son seguidos de un movimiento parecido al pull-up (dominadas), y los codos se dirigen hacia arriba

recibiendo la barra o palanqueta en posición de front squat, e incorporándose a la bipedestación; la tercera parte es el jerk, desde el fin del clean ya en bipedestación se realiza un empuje desde los hombros hasta sobre la cabeza, con los codos en total extensión y en las piernas se realiza un desplazamiento de tijera, por último (fase final) el atleta regresa el pie ubicado delante del cuerpo y el pie ubicado detrás y se alinea con la línea media, estando del pie. Su ejecución se puede realizar con kettlebell, mancuerna o barra o palanqueta (CrossFit.Inc., 2020)



Figura 10. Secuencia del Clean & Jerk

Fuente: (CrossFit.Inc., 2020)

2.2.8.1. Power Clean & Jerk

Su ejecución al igual que el squat clean & jerk y cuenta de cuatro fases, posición inicial, ejecución del clean, ejecución del jerk y final; esta variación difiere en la ejecución del clean donde diferenciándose del squat Clean se recibe la el peso en media sentadilla, lo que en halterofilia sería un cargada ½ o cargada parado, sin modificaciones adicionales en el resto de la ejecución del movimiento (jerk) (CrossFit.Inc., 2019).

2.2.8.2. Hang Clean & Jerk

Esta variación se la puede aplicar tanto para squat clean como para power clean ya que igualmente consta de cuatro momentos y el momento en el que se realiza un cambio es en la

posición inicial en la que el atleta mantiene los pies y manos al ancho de la cadera, en bipedestación con la barra o palanqueta en el pliegue de las caderas, agarre de gancho, hombros ligeramente frente a la barra o palanqueta y mirada hacia el frente, dentro de la ejecución se puede realizar un “hang” convencional que es deslizar la barra o palanqueta por el muslo hasta antes de llegar a la rodilla y ejecutar el movimiento o también se puede realizar “high hang” en el que se realiza el empuje desde la cadera llevando la barra hasta los hombros, sin modificaciones adicionales en el resto de la ejecución del movimiento (jerk) (CrossFit.Inc., 2019).

2.2.8.3. Dumbbell Clean & Jerk

La ejecución de este movimiento requiere como su nombre lo indica de un dumbbell o mancuerna, se lo puede realizar en todas las modalidades mencionadas anteriormente, (squat, power y hang), se realiza de manera bilateral con dos mancuernas del mismo peso, al llegar sobre la cabeza los codos se mantienen en extensión y se requiere estabilidad para mantener las mancuernas alineada con el cuerpo, sin modificaciones adicionales en el resto de la ejecución del movimiento (jerk) (CrossFit. Inc., 2020)

2.2.8.4. Kettlebell Clean & Jerk

Para la ejecución de este movimiento es necesario un kettlebell o pesa rusa, se lo realiza en cualquiera de las modalidades mencionadas anteriormente, (squat, power y hang), la ejecución de este movimiento se realiza de manera bilateral y al llegar sobre la cabeza con el codo extendido se requiere estabilidad para mantener la mancuerna alineada con el cuerpo. Esta ejecución requiere mantener precaución al realizar el clean ya que el Kettlebell puede golpear la muñeca y antebrazo sin modificaciones adicionales en el resto de la ejecución del movimiento (jerk) (CrossFit.Inc., 2019).

2.3. Análisis biomecánico

La biomecánica es un área de estudio dentro de la kinesiología, que se encarga de conocer a la mecánica y sus métodos aplicándolos a la estructura y función del sistema locomotor humano, englobando a la biología, el sistema neuromuscular, y principios y leyes mecánicas. Una de las definiciones acerca de la biomecánica expuesta por Suárez (2009, pág 16) “Ciencia que examina las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que ellas producen”, amplía la aplicación de la biomecánica a algunas disciplinas como salud, fisiología y biología; en el caso de la terapia física en el deporte los profesionales se encargan de constatar la efectividad del gesto motor del deportista analizando sus características físicas y los principios de la ejecución mecánica (Suárez, 2009).

Un análisis biomecánico se encarga de evaluar cualquier manifestación de movimiento humano, incluyendo en esta las técnicas deportivas y a su vez lesiones ó patologías que puedan complicar la ejecución de los patrones motores. Comprende un análisis formal y cuantitativo entre la estructura y la función de los tejidos vivos, con resultados en sujetos sanos con movimiento normal, o también en sujetos enfermos con movimiento anormal, y se los enfoca directamente con el objeto de estudio (Aedo & Bustamante, 2012)

2.3.1. Biomecánica deportiva

La mayor importancia de esta división de la biomecánica es la utilidad que genera en el rendimiento de los atletas. Una vez establecida la técnica adecuada para ejecutar un movimiento, tanto el entrenador como el personal de salud, se enfrentan con la tarea de detectar y corregir las fallas en la ejecución de la técnica independiente del atleta, ya que estas además de limitar la mejora del rendimiento pueden generar lesiones mecánicas (Suárez, 2009).

La mayor dificultad se centra en la localización de la causa de la falla, ya que la causa a menudo está separada del efecto. Si los entrenadores se centran en corregir los efectos en vez de las causas, la técnica empeorará, en este punto la biomecánica es esencial para determinar dichas causas generadas a lo largo del movimiento (Suárez, 2009).

2.3.2. Análisis biomecánico del arranque o snatch

El arranque o snatch es un movimiento acíclico complejo que requiere de alto nivel de coordinación de una cadena cinemática que conforman un patrón ideal de movimiento. Se lo analiza en el plano sagital, mediante el seguimiento de la trayectoria de la palanqueta, tomando como referencia principal el centro de la barra; con el fin de establecer un patrón específico, los desplazamientos horizontales, verticales, velocidad, aceleraciones y posiciones angulares (Campos et al, 2009)

2.3.2.1. Patrones de trayectoria de la palanqueta

De acuerdo a las descripciones presentadas por (Zissu et al, 2008) existen tres tipos básicos de la trayectoria de la palanqueta en el movimiento de arranque (A,B y C). La trayectoria A, en la que la palanqueta se desplaza hacia posterior, acercándose al atleta en el primer halón y en el segundo halón por el contrario se aleja, posteriormente cruza la línea de la gravedad (imaginaria) trazada desde el centro de la barra en el inicio del levantamiento, y comienza del desliz, generando la segunda curvatura de dirección contraria; y termina acercándose al atleta cerca de la línea vertical (Zissu et al, 2008).

La trayectoria B, inicia con el primer halón desplazando la palanqueta hacia posterior acercándose al atleta, en el segundo halón se desplaza ligeramente hacia delante, alejándose del atleta, pero no cruza la línea de la gravedad (imaginaria) como en la trayectoria A. Al finalizar el segundo halón y empezar el desliz, se desplaza nuevamente la palanqueta hacia posterior con un

encaje con distancia horizontal mayor a la trayectoria A. Se asemeja al tipo A en su forma, pero no cruza la línea vertical provocando un hacia atrás en el final del halón e inicio del desliz (Zissu et al, 2008).

La trayectoria C, inicia con el primer halón, desplazándose hacia anterior alejándose ligeramente del atleta, luego se acerca a la línea de la gravedad interceptándola y acercándose al atleta, al final del segundo halón la palanqueta se desplaza nuevamente hacia anterior, alejándose del atleta, como en el tipo A y B. Termina con la recepción de la palanqueta frente a la línea de la gravedad (imaginaria) y el encaje hacia posterior (Zissu et al, 2008).

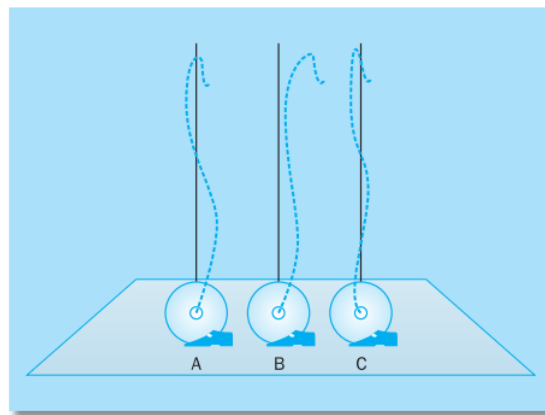


Figura 11. Diferentes trayectorias de la barra en el arranque

Fuente: (Campos et al, 2009).

2.3.2.2. Fases del arranque

El movimiento de arranque para ser estudiado se lo ha dividido por fases que se establecieron de acuerdo a los cambios de posición tanto del atleta como de la palanqueta. Estas fases se basan en la posición de la barra o palanqueta y los ángulos de flexo-extensión de rodilla. Se consideran las siguientes fases temporales en la ejecución del levantamiento: Posición inicial (Figura 12.

T1), primer halón (Figura 12. T2), ajuste o transición (Figura 12. T3), segundo halón (Figura 12.

T4), desliz o encaje (Figura 12. T5), recuperación o amortiguación (Figura 12. T6 y 7) (Oliva, Gómez, Zamora & García, 2007)

La posición inicial consta de una fase estática en la que el atleta se posiciona con los pies bajo a la palanqueta haciendo que la proyección vertical de esta pase por la articulación metatarso-falángica del Hallux, con apertura al ancho de la cadera y con ligera rotación externa, para favorecer el aprovechamiento de la fuerza de las piernas en el levantamiento. La parte dinámica consiste en flexionar las rodillas y tronco hasta que la manos contacten con la barra, realizando acomodaciones logrando la hiperextensión de tronco con ligera extensión de cabeza, elevando el tono de la musculatura extensora del tronco (Figura 12. T1) (Oliva et al, 2007).

La segunda fase es el primer halón, empieza con extensión de rodillas generando un desplazamiento de cadera hacia cefálico, al mismo tiempo la cintura escapular se desplaza hacia anterior y cefálico sin superar la velocidad de la cadera; la extensión de las rodillas continúa hasta llegar a unos 150°, generando un desplazamiento anterior de la cintura escapular frente a la palanqueta (Figura 12. T2) (Oliva et al, 2007).

La tercera fase es el ajuste donde el atleta realiza una tracción hacia posterior con los codos en extensión y la palanqueta a la altura de las rodillas, estas se siguen extendiendo hasta un ángulo de 135° mientras pasan rápidamente bajo la palanqueta y se mantienen los brazos en extensión con cintura escapular frente a la palanqueta (Figura 12. T3) (Quintero, A., & Tomedes, J., 2018).

Posteriormente empieza la fase de segundo halón caracterizado por la activación de la cadena posterior generando extensión de tronco y rodillas, mientras que el atleta se eleva en la punta de los pies se desplaza la cintura escapular hacia cefálico, procurando la elevación de la palanqueta y se incorpora la fuerza de brazos flexionando los codos los mismos deben elevarse de manera

vertical y lateral al tronco, alcanzando el nivel de la cadera y llegando a la aceleración máxima en el final de esta fase (Figura 12. T4) (Quintero et al, 2018).

La fase de desliz se genera después de alcanzar la altura máxima en el segundo halón, después de completar esta fase el atleta debe frenar el movimiento ascendente desplazándose hacia abajo e influenciado por la gravedad y el trabajo activo de brazos, se realiza un desplazamiento de miembro inferior en cuchilla, realizando una abducción de cadera con una sentadilla (Figura 12. T5) (Oliva et al, 2007).

La recuperación y fijación se da posterior al desliz cuando el atleta se encuentra con el peso ejecutando una fuerza axial sobre sus brazos, el movimiento termina al ponerse de pie cumpliendo el reglamento de la IWF (Figura 12. T6 y 7) (Oliva et al, 2007).

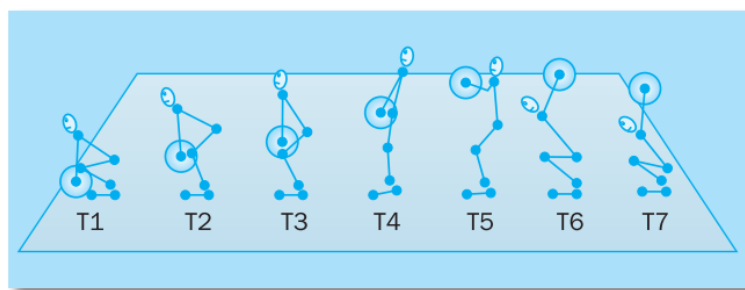


Figura 12. Posiciones correspondientes a los instantes de referencia temporal

Fuente: (Campos et al, 2009).

2.3.2.3. Desplazamientos horizontales

La descripción de la trayectoria del arranque en el plano horizontal utiliza cuatro puntos de referencia para los desplazamientos, denominándolos con: YT2 para el final del primer halón, YT4 para el final del segundo halón, YT5 para la altura máxima de la barra o palanqueta y YT6 para el encaje. Además YMAX1 como la distancia de la barra o palanqueta al punto de la trayectoria más alejado de la proyección vertical del punto de arranque durante el primer tirón y

YMAX2 como el punto de la trayectoria más alejado de la proyección vertical del punto de arranque que se produce durante el segundo tirón.

2.3.2.4. Desplazamientos verticales

En la descripción del recorrido vertical del arranque se toma de referencia la barra o palanqueta y la distancia que recorre en el eje vertical en las fases del movimiento, denominadas: $Z_{1\text{tirón}}$ que corresponde al primer halón, $Z_{2\text{tirón}}$ que corresponde al segundo halón y Z_{max} que corresponde al recorrido total.

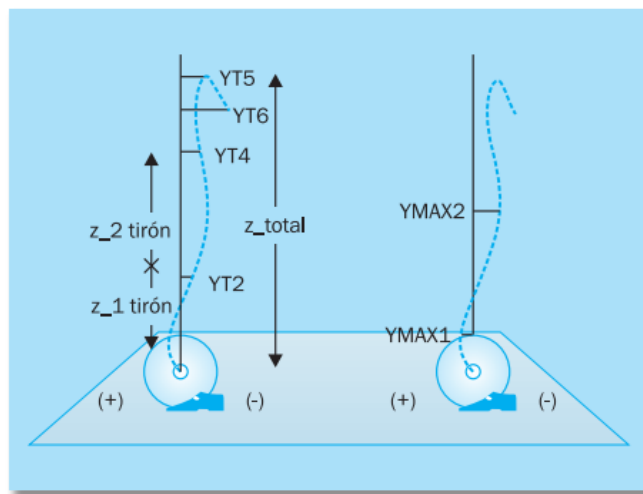


Figura 13. Localización de los instantes de referencia temporal en la trayectoria de la barra y descripción de los desplazamientos horizontales y verticales

Fuente: (Campos et al, 2009).

2.3.2.5. Velocidad

La velocidad es la relación entre el desplazamiento de una partícula en el espacio y un intervalo de tiempo. En el análisis del arranque la velocidad tomada en cuenta es la velocidad máxima ($V_{z_{\text{max}}}$). Esta generalmente se produce entre el primer halón y segundo halón que es la fase posterior al despegue de la barra en la que el atleta ejecuta una fuerza ascendente en contra de la gravedad que según el estudio de Campos et al (2009) realizado en 31 levantadores

masculinos, se encuentra un valor alrededor de 1,74 m/s generado en el primer halón con el fin de ejecutar de manera eficiente y eficaz el levantamiento.

2.3.2.6. Aceleración

La aceleración está definida como la variación de la velocidad en una unidad de tiempo. Respecto a la aceleración hay un consenso de que los levantadores destacados utilizan un patrón de coordinación intersegmentaria óptimo que posibilita el logro de amplias fases de aceleración. Cuando existe la aceleración adecuada de la palanqueta conlleva el alcance de velocidades necesarias durante las fases generadas desde la elevación de la palanqueta hasta el instante de la máxima altura. Esta aceleración a su vez tiene una fase contraria o de desaceleración que frena la velocidad con la que se mueve la palanqueta para lograr la fase de encaje (Zissu et al, 2008).

2.3.2.7. Patrón de Movimiento Biomecánico

Al analizar la cinemática del arranque se observan los desplazamientos característicos de las rodillas y tronco que van de acuerdo a las fases del movimiento de arranque, que tiene una secuencia de extensión de parcial de rodillas y tronco, luego una entrada de las rodillas bajo la barra o palanqueta con flexión de rodillas y extensión de tronco, seguida de una extensión más marcada de rodillas y tronco sin llegar a una posición neutra, para finalizar con una flexión profunda de rodillas colocándose bajo la palanqueta (Cuervo et al, 1990).

Posición inicial: Tronco: 45° Rodillas: 72°

Primer halón: Tronco: 149° Rodillas: 79°

Ajuste o transición: Tronco: 115° Rodillas: 134°

Segundo halón: Tronco: 170° Rodillas: 163°

Desliz o encaje: Tronco: 105° Rodillas: 50°

Recuperación o amortiguación: Tronco: 43° Rodillas: 30°

(Cuervo et al, 1990).

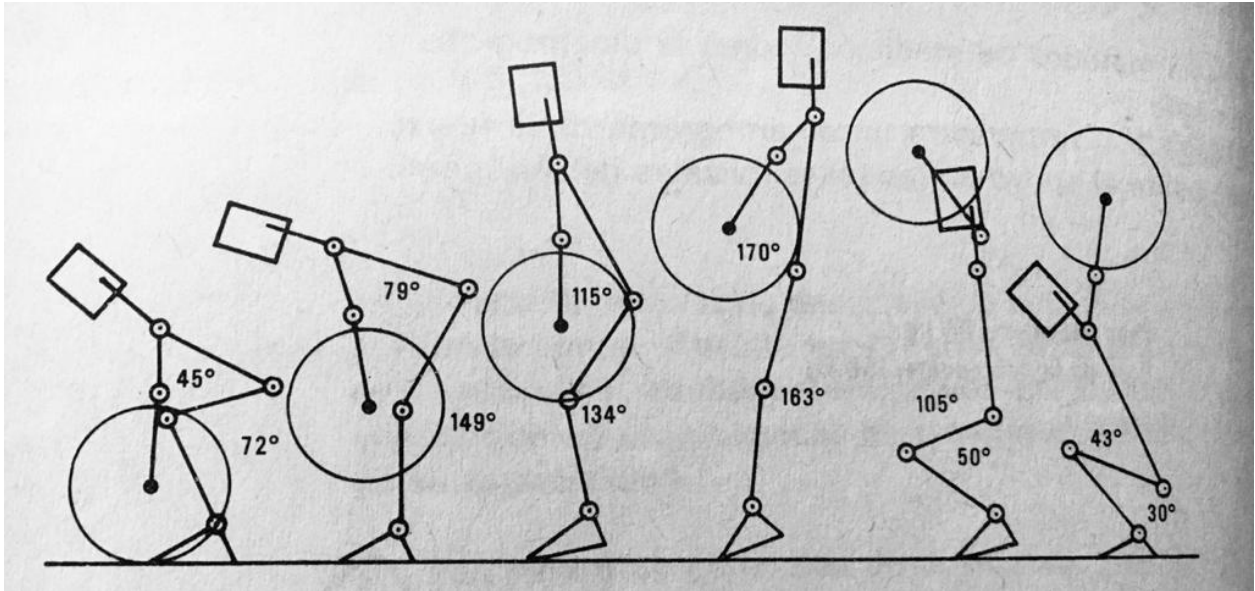


Figura 14. Cinemática del arranque del atleta

Fuente: (Cuervo et al, 1990)

2.4. Operacionalización de Variables

Variable	Definición	Dimensión	Conceptualización	Indicadores	Escala
Trayectoria de la barra o palanqueta en el arranque	Es la línea que se genera por el seguimiento de la barra o palanqueta en el plano sagital.	Desplazamientos ejecutados por la palanqueta en de inicio a fin del movimiento	Cambio de posición de la palanqueta desde la posición inicial hasta el encaje.	Trayectoria a A, B o C	Cualitativa
Velocidad	Relación entre el desplazamiento de una partícula en el espacio y un intervalo de tiempo	Cinemática del movimiento	Es la relación entre el desplazamiento y el intervalo de tiempo de la ejecución	Metros/segundos	Cuantitativa
Aceleración	Variación de la velocidad en una unidad de tiempo.	Cinemática del movimiento	Es la variación de la velocidad durante el	Metros/segundos ² (al cuadrado)	Cuantitativa

			tiempo de ejecución del movimiento		
Desplazamiento horizontal de la palanqueta	Es el movimiento que genera una variación en el vector posición de una partícula hacia anterior o posterior con relación a la línea trazada en sentido de la gravedad en el centro de la barra en el plano lateral	A) Desplazamiento a/p que existe en el primer halón (despegue de la palanqueta del piso) B) Desplazamiento o p/a que existe en el segundo halón (Activación del tronco y flexión de codos) C) Desplazamiento o a/p que existe en el encaje (ubicarse bajo la palanqueta)	A) Cambio de posición de la palanqueta hacia anterior o posterior desde la línea trazada en el centro de la palanqueta en la posición inicial hasta el primer halón B) Cambio de posición de la palanqueta hacia anterior o posterior desde la línea trazada en el centro de la palanqueta en la posición inicial hasta el segundo halón C) Cambio de posición de la palanqueta hacia anterior o posterior desde la línea trazada en el centro de la barra en la posición inicial hasta el encaje	Centímetros	Cuantitativa
Desplazamiento vertical de la palanqueta	Es el movimiento que genera una variación en el vector posición de una partícula	A) Desplazamiento lineal de ascenso en el primer halón B) Desplazamiento	A) Cambio de posición de la palanqueta desde la posición inicial de contacto con	Centímetros	Cuantitativa

	desde el punto de partida hacia cefálico, en contra de la gravedad	to lineal de ascenso en el segundo halón C) Desplazamiento lineal de ascenso máximo	el piso y el primer halón B) Cambio de posición de la palanqueta desde la posición inicial de contacto con el piso y el segundo halón C) Cambio de posición de la palanqueta desde la posición inicial de contacto con el piso y el ascenso máximo		
Posición angular de tronco y rodillas	Es la posición en la que se encuentran las articulaciones implicadas en el gesto motor	A) Ángulo de tronco B) Ángulo de rodillas	A) 0° tronco superpuesto a fémur. B) 0° Tibia y peroné superpuestos a fémur	Grados	Cuantitativa

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

El análisis de los tipos de trayectoria de la barra o palanqueta realizado a 8 atletas que realizan halterofilia y 8 que realizan CrossFit concluyó que el 87,5 % es decir siete de los atletas de halterofilia realizaron una trayectoria de la barra o palanqueta clasificada como A, el 12,5% de tipo B y el 0% tipo C. Por el contrario en los atletas que realizan CrossFit el 12,5% es decir un atleta realizó la trayectoria tipo A, 12,5% es decir un atleta realizó la trayectoria tipo B y el 75% es decir seis atletas realizaron una trayectoria tipo C. (Tabla 1)

Tabla 1***Clasificación de los sujetos según los tipos de trayectorias***

Tipo de trayectoria	Deporte	N
Trayectoria A	Halterofilia	7
	CrossFit	1
Trayectoria B	Halterofilia	1
	CrossFit	1
Trayectoria C	Halterofilia	0
	CrossFit	6

La información obtenida de los desplazamientos horizontales, no determinó diferencias estadísticas significativas en los valores de YT2, YT4, YT5, YT6, YMAX1 y YMAX2, asumiendo que estos valores son iguales entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 2 y 3).

Tabla 2***Estadísticas de grupo: Desplazamientos Horizontales***

Desplazamientos	Deporte	N	Media	Media de error estándar
YT2: Final del primer tirón	Halterofilia	8	-5,675	1,2198
	CrossFit	8	-3,484	2,0724
YT4: Final del segundo tirón	Halterofilia	8	7,710	3,9572
	CrossFit	8	4,418	3,572
YT5: Máxima altura de la barra	Halterofilia	8	2,929	4,329
	CrossFit	8	-1,939	3,852
YT6: Encaje	Halterofilia	8	-10,830	6,232
	CrossFit	8	-14,108	6,356
YMAX1: Punto más alejado primer tirón	Halterofilia	8	-5,434	1,839
	CrossFit	8	-3,990	2,276
YMAX2: Punto más alejado segundo tirón	Halterofilia	8	9,858	4,413
	CrossFit	8	7,128	2,665

Tabla 3

Pruebas de muestras independientes: Desplazamientos Horizontales

Desplazamientos		T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
YT2 Final del primer tirón	Se asumen varianzas iguales	-,911	14	,378	-2,191	-7,349	2,966
	No se asumen varianzas iguales	-,911	11,330	,381	-2,191	-7,465	3,083
YT4 Final del segundo tirón	Se asumen varianzas iguales	,618	14	,547	3,293	-8,141	14,726
	No se asumen varianzas iguales	,618	13,855	,547	3,293	-8,152	14,737
YT5 Máxima altura de la barra	Se asumen varianzas iguales	,840	14	,415	4,868	-7,560	17,295
	No se asumen varianzas iguales	,840	13,814	,415	4,868	-7,576	17,311
YT6 Encaje	Se asumen varianzas iguales	,368	14	,718	3,278	-15,815	22,370
	No se asumen varianzas iguales	,368	13,995	,718	3,278	-15,82	22,370
YMAX1 Punto más	Se asumen varianzas iguales	-,493	14	,629	-1,444	-7,720	4,832

alejado primer tirón	No se asumen varianzas iguales	-,493	13,408	,630	-1,444	-7,746	4,859
YMAX2 Punto más	Se asumen varianzas iguales	,530	14	,605	2,730	-8,327	13,787
alejado segundo tirón	No se asumen varianzas iguales	,530	11,506	,606	2,730	-8,556	14,016

El análisis de la información de los desplazamientos verticales, concluyó con diferencias estadísticas en el valor significativo de Z_2 tirón $t(14) = -2,581$, $p = 0,022$, en el que los atletas de CrossFit generan un mayor desplazamiento vertical en la ejecución del segundo tirón ($M = 140,728$ $SE = 3,119$) en comparación con los atletas de Halterofilia ($M = 124,312$ $SE = 5,544$). Mientras que en los valores significativos de Z_1 Tirón y Z_{total} , no se determinaron diferencias estadísticas significativas asumiendo que estos valores poseen una similitud de varianzas entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 4 y 5).

Tabla 4

Estadísticas de grupo: Desplazamientos Verticales

Desplazamientos	Deporte	N	Media	Media de error estándar
Z_1 tirón	Halterofilia	8	71,843	6,139
	CrossFit	8	72,253	3,678
Z_2 tirón	Halterofilia	8	124,312	5,544
	CrossFit	8	140,728	3,119
Z_total	Halterofilia	8	185,185	7,949
	CrossFit	8	185,151	13,308

Tabla 5

Pruebas de muestras independientes: Desplazamientos Verticales

Desplazamientos		T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Inferior
Z_1 tirón	Se asumen varianzas iguales	-,057	14	,955	-,410	-15,759	14,939
	No se asumen varianzas iguales	-,057	11,452	,955	-,410	-16,085	15,265
Z_2 tirón	Se asumen varianzas iguales	-2,581	14	,022	-16,416	-30,060	-2,772
	No se asumen varianzas iguales	-2,581	11,028	,026	-16,416	-30,413	-2,419
Z_total	Se asumen varianzas iguales	,002	14	,998	,033	-33,214	33,281
	No se asumen varianzas iguales	,002	11,431	,998	,033	-33,928	33,995

El análisis de la información de la velocidad, no determinó una diferencia estadística en el valor significativo de la velocidad máxima en la trayectoria asumiendo que estos valores poseen una similitud de varianzas entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 6 y 7).

Tabla 6

Estadísticas de grupo: Velocidad máxima alcanzada en la trayectoria

Velocidad	Deporte	N	Media	Media de error estándar
Velocidad max (m/s)	Halterofilia	8	3,3550	,15258
	CrossFit	8	3,3388	,19655

Tabla 7

Pruebas de muestras independientes: Velocidad máxima alcanzada en la trayectoria

Velocidad		T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Velocidad max (m/s)	Se asumen varianzas iguales	,065	14	,949	,01625	-,51742	,54992
	No se asumen varianzas iguales	,065	13,189	,949	,01625	-,52051	,55301

El análisis de los datos de las aceleraciones, no determinó diferencias estadísticas en el valor significativo en la aceleración máxima ni en la aceleración mínima de la trayectoria asumiendo que estos valores poseen una similitud de varianzas entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 8 y 9).

Tabla 8

Estadísticas de grupo: Aceleraciones

Aceleraciones	Deporte	N	Media	Media de error estándar
Aceleración max (m/s ²)	Halterofilia	8	9,963	,865
	CrossFit	8	11,101	1,477
Aceleración min (m/s ²)	Halterofilia	8	-13,096	,572
	CrossFit	8	-12,773	,624

Tabla 9***Pruebas de muestras independientes: Aceleraciones***

Aceleraciones		T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Aceleración max (m/s ²)	Se asumen varianzas iguales	-,664	14	,517	-1,137	-4,81099	2,53599
	No se asumen varianzas iguales	-,664	11,299	,520	-1,137	-4,89510	2,62010
Aceleración min (m/s ²)	Se asumen varianzas iguales	-,381	14	,709	-,322	-2,14032	1,49532
	No se asumen varianzas iguales	-,381	13,896	,709	-,322	-2,14160	1,49660

El análisis de la información de la posición angular del tronco, concluyó con una diferencia estadística en el valor significativo de la posición inicial de tronco ($t(14) = -2,338$, $p = 0,035$) en el que los atletas de CrossFit mantienen un mayor ángulo en posición inicial de tronco en la ejecución del arranque ($M = 50,2500$ $SE = 1,99777$) en comparación con los atletas de Halterofilia ($M = 42,5000$ $SE = 2,64575$) y una diferencia estadística en el valor significativo de la posición de desliz en tronco ($t(14) = -2,181$, $p = 0,047$, $r = 0,12463$), en el que los atletas de CrossFit mantienen un mayor ángulo en la posición de desliz de tronco en la ejecución del arranque ($M = 108,1250$ $SE = 2,95464$) en comparación con los atletas de Halterofilia ($M = 98,6250$ $SE = 3,20121$). Mientras que los valores significativos en la posición angular del Primer

halón, Ajuste, Segundo halón y Encaje en el tronco, no determinaron diferencias estadísticas significativas asumiendo que estos valores poseen una similitud de varianzas entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 10 y 11).

Tabla 10

Estadísticas de grupo: Posición angular de tronco

Momentos de medición angular	Deporte	N	Media	Media de error estándar
Posición inicial Tronco	Halterofilia	8	42,500	2,645
	CrossFit	8	50,250	1,997
Primer Halón Tronco	Halterofilia	8	79,000	2,035
	CrossFit	8	83,750	6,391
Ajuste Tronco	Halterofilia	8	117,125	4,987
	CrossFit	8	111,875	2,655
Segundo Halón Tronco	Halterofilia	8	167,625	2,951
	CrossFit	8	167,625	2,556
Desliz Tronco	Halterofilia	8	98,625	3,201
	CrossFit	8	108,125	2,954
Encaje Tronco	Halterofilia	8	59,500	3,585
	CrossFit	8	62,500	3,595

Tabla 11

Pruebas de muestras independientes: Posición angular de tronco

Momentos de medición angular		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Posición inicial Tronco	Se asumen varianzas iguales	-2,338	14	,035	-7,750	3,315	-14,860	-,639

	No se asumen varianzas iguales	-2,338	13,024	,036	-7,750	3,315	-14,910	-,589
Primer Halón Tronco	Se asumen varianzas iguales	-,708	14	,490	-4,750	6,707	-19,136	9,636
	No se asumen varianzas iguales	-,708	8,405	,498	-4,750	6,707	-20,088	10,588
Ajuste Tronco	Se asumen varianzas iguales	,929	14	,369	5,250	5,650	-6,868	17,368
	No se asumen varianzas iguales	,929	10,674	,373	5,250	5,650	-7,232	17,732
Segundo Halón Tronco	Se asumen varianzas iguales	,000	14	1,000	,000	3,904	-8,374	8,374
	No se asumen varianzas iguales	,000	13,720	1,000	,000	3,904	-8,390	8,390
Desliz Tronco	Se asumen varianzas iguales	-2,181	14	,047	-9,500	4,356	-18,843	-,156
	No se asumen varianzas iguales	-2,181	13,911	,047	-9,500	4,356	-18,849	-,150

Encaje Tronco	Se asumen varianzas iguales	-,591	14	,564	-3,000	5,077	-13,891	7,891
	No se asumen varianzas iguales	-,591	14,000	,564	-3,000	5,077	-13,891	7,891

El análisis de la información de la posición angular del rodilla, concluyó con una diferencia estadística en el valor significativo en el ángulo de rodilla en el primer halón ($t(14) = 2,712$, $p = 0,017$) en el que los atletas de Halterofilia mantienen un mayor ángulo en el ángulo de las rodillas en el primer halón en la ejecución del arranque ($M = 131,5000$ $SE = 2,32225$) en comparación con los atletas de CrossFit ($M = 119,7500$ $SE = 3,65841$). Mientras que los valores significativos en la posición angular de la Posición inicial, Ajuste, Segundo halón, Desliz y Encaje en las rodillas, no determinaron diferencias estadísticas significativas asumiendo que estos valores poseen una similitud de varianzas entre los atletas de Halterofilia y CrossFit (Tabla 12 y 13).

Tabla 12

Estadísticas de grupo: Posición angular de rodilla

Momentos de medición angular	Deporte	N	Media	Media de error estándar
Posición inicial Rodilla	Halterofilia	8	78,1250	4,68446
	CrossFit	8	74,8750	3,38293
Primer Halón Rodilla	Halterofilia	8	131,5000	2,32225
	CrossFit	8	119,7500	3,65841
Ajuste Rodilla	Halterofilia	8	123,8750	4,56476
	CrossFit	8	123,0000	4,27200
Segundo Halón Rodilla	Halterofilia	8	154,7500	3,45248

	CrossFit	8	150,8750	4,38926
Desliz Rodilla	Halterofilia	8	96,1250	5,99535
	CrossFit	8	99,2500	3,30449
Encaje Rodilla	Halterofilia	8	62,0000	5,23041
	CrossFit	8	62,6250	2,77706

Tabla 13

Pruebas de muestras independientes: Posición angular de rodilla

Momentos de medición angular		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
Posición inicial Rodilla	Se asumen varianzas iguales	,562	14	,583	3,250	5,778	-9,143	15,643
	No se asumen varianzas iguales	,562	12,740	,584	3,250	5,778	-9,259	15,759
Primer Halón Rodilla	Se asumen varianzas iguales	2,712	14	,017	11,750	4,333	2,456	21,043
	No se asumen varianzas iguales	2,712	11,853	,019	11,750	4,333	2,295	21,204
Ajuste Rodilla	Se asumen varianzas iguales	,140	14	,891	,8750	6,251	-12,534	14,284

	No se asumen varianzas iguales	,140	13,939	,891	,8750	6,251	-12,539	14,289
Segundo Halón Rodilla	Se asumen varianzas iguales	,694	14	,499	3,875	5,584	-8,102	15,852
	No se asumen varianzas iguales	,694	13,264	,500	3,875	5,584	-8,164	15,914
Desliz Rodilla	Se asumen varianzas iguales	-,456	14	,655	-3,125	6,845	-17,807	11,557
	No se asumen varianzas iguales	-,456	10,894	,657	-3,125	6,845	-18,210	11,960
Encaje Rodilla	Se asumen varianzas iguales	-,106	14	,917	-,625	5,921	-13,326	12,076
	No se asumen varianzas iguales	-,106	10,656	,918	-,625	5,921	-13,710	12,460

3.2. Discusión

Este estudio tuvo como objetivo comparar la trayectoria de la barra o palanqueta durante el movimiento de arranque en atletas de halterofilia y CrossFit. Los resultados obtenidos mediante la observación y análisis de esta investigación arrojan que dentro de los atletas de Halterofilia el 87,5% (7 atletas) realizan la “trayectoria A”, descrita como aquella que inicia con un desplazamiento posterior cercándose al atleta, seguida por un desplazamiento anterior

alejándose del atleta en el segundo halón y finalizando con un desplazamiento hacia posterior en el encaje (Figura 11), mientras que en CrossFit el 75% (6 atletas) la trayectoria C, descrita como un desplazamiento anterior inicial seguido de un desplazamiento hacia el atleta, que conlleva a un desplazamiento anterior en el segundo halón y finalizando con un desplazamiento hacia posterior en el encaje (Figura 11). Los datos mencionados concuerdan con las referencias expuestas por Zissu et al, (2008) quienes describen que en un estudio de análisis de 37 arranques de atletas varones destacados a nivel mundial, la trayectoria A se utilizó por el 55% de los deportistas y el 45% restante la de tipo B. Además mencionan que la trayectoria A es mecánicamente eficiente, al encontrar en el campeonato mundial femenino que el 62% realizaba la trayectoria A. Notando que en la muestra investigada son los atletas de Halterofilia los que realizan la técnica más recomendada y usualmente utilizada por los atletas destacados.

Siguiendo con el análisis biomecánico se tomó en cuenta los desplazamientos verticales también analizados en esta investigación, determinando que el desplazamiento vertical del segundo halón ($Z_{2tirón}$) (Figura 13), en Halterofilia posee una media de 124,31cm y en CrossFit 140,72cm. Estos resultados reafirmarían que los atletas de Halterofilia se mantienen en la trayectoria A mientras que los atletas de CrossFit en la trayectoria B, ya que al compararlo con el estudio de Campos et al (2009) se evidencia que el desplazamiento vertical del segundo halón ($Z_{2tirón}$) es menor en la trayectoria A con 63cm mientras que en la trayectoria C es mayor con 74cm. Este análisis confirma que por el tipo de trayectoria realizado los atletas de CrossFit requieren levantar más la barra o palanqueta antes de realizar el encaje.

En relación a las posiciones angulares tanto en rodilla como en cadera se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la angulación de tronco en la posición inicial. Específicamente se describe que en halterofilia es de $42,50^\circ$ de flexión de tronco y en CrossFit

de 50,25° de flexión de tronco (Figura 14), por otro lado, la angulación de las rodillas el primer halón en Halterofilia es de 131,50° y en CrossFit es de 119,75° de flexión de rodillas (Figura 14), por último la angulación de tronco en la posición de desliz, en Halterofilia es de 98,63° y en CrossFit de 108,13° de flexión de tronco (Figura 14).

Al comparar los valores citados por con una idealidad descrita por Cuervo et al (1990) en el que la angulación de tronco en la posición inicial es de 45°, la angulación de rodillas en el primer halón es de 149° y la angulación de tronco en la posición de desliz de 105°; por lo que se concluye que la posición inicial de halterofilia es menor al ángulo recomendado (-2,5), sin embargo se mantiene el desplazamiento anterior de hombros en relación a la barra o palanqueta descrito (Cuervo et al,1990). Por el contrario la angulación del tronco en los atletas de CrossFit es mayor a lo recomendado (+5,25), lo que produce un desplazamiento posterior del tronco alterando los parámetros de la correcta posición inicial (Cuervo et al, 1990)

Siguiendo la secuencia de movimiento de arranque, se distingue que la angulación de rodillas en el primer halón en los atletas de Halterofilia se acerca más a lo recomendado (-17,5°) siguiendo las descripciones del gesto deportivo de arranque, donde el primer halón inicia con la ejecución de la extensión de rodilla, para que por medio de la activación muscular principalmente de miembro inferior se despegue la barra o palanqueta del piso (Cuervo, 1990) Por otro lado, la angulación de las rodillas en los atletas de CrossFit es mucho menor (-29,25°) asumiendo que el despegue de la barra o palanqueta del piso no se ejecuta por la activación muscular de miembro inferior (Cuervo et al, 1990), si no por el error común de la flexión de los codos al iniciar el movimiento (Liquinchana, 2010).

Por último en la posición de desliz, al comparar los datos obtenidos con la descripción de Cuervo et al (1990), los atletas de halterofilia presentan menor angulación (-6,37°) y los atletas

de CrossFit mayor angulación (+3,13), lo que se relaciona directamente con que los atletas después de alcanzar la altura máxima del segundo halón (Z_2tirón) requieren deslizarse bajo la palanqueta frenado el movimiento ascendente, por medio del desliz; recordando que los atletas de Halterofilia presentaron un menor desplazamiento vertical es coherente que se evidencie una menor angulación del tronco para realizar la entrada bajo la palanqueta y que se evidencie una mayor angulación en los atletas de CrossFit por un mayor desplazamiento vertical.

Limitaciones en el estudio

Se consideraría una limitación dentro de este estudio que se documentó el movimiento de arranque solamente desde el plano sagital, que permite un análisis válido, pero que estaría más detallado si se capta en los 3 planos por cuestiones de visibilidad de la ejecución.

Impacto clínico

El estudio realizado sirve como una fuente de análisis para la valoración de la técnica de arranque de los atletas de dos disciplinas, halterofilia y CrossFit, promoviendo en ambas el perfeccionamiento de las fases de ejecución del arranque, mediante correcciones cinemáticas que eviten errores técnicos los cuales pueden generar lesiones neurales y músculo-esqueléticas. Además, concientizar a los atletas y entrenadores sobre la importancia de la biomecánica como el pilar fundamental en la relación entre la prevención de lesiones y el aumento de marcas de peso.

Conclusiones

Se analizó el patrón de trayectoria de la barra o palanqueta durante el movimiento de arranque en Halterofilia también llamado snatch en CrossFit, mediante un análisis biomecánico con el sistema Kinovea ® y se evidenció que el 87,5% de los atletas de halterofilia tuvieron una predominancia de la ejecución de la trayectoria A (Figura 11) en la que, los atletas ejecutaron

inicialmente el despegue de la palanqueta con un desplazamiento hacia posterior que se incrementó durante el desplazamiento vertical cefálico del primer halón y el ajuste, después al seguir con el desplazamiento vertical de la palanqueta en el segundo halón se generó un desplazamiento hacia anterior alejándose del atleta y se finalizó el movimiento con un desplazamiento posterior en el encaje.

En el 75% de los atletas de CrossFit predominó la trayectoria C (Figura 11), en la que los atletas iniciaron el movimiento con el despegue de la palanqueta del piso que se direccionó hacia anterior, que siguió con un desplazamiento vertical cefálico en el primer halón donde la palanqueta cambió de dirección con un desplazamiento posterior, que continuó en hacia un desplazamiento anterior en el segundo halón y finalizó con un desplazamiento posterior en el encaje.

Al comparar los desplazamientos horizontales entre las disciplinas no se encontraron diferencias significativas, pero en los desplazamientos verticales se notó un mayor desplazamiento vertical en Z_2 tirón, correspondiente al segundo halón de la barra o palanqueta en los atletas de CrossFit (Media: 140,72cm), respecto a los atletas de Halterofilia (Media: 124,31cm).

Se identificaron diferencias en el patrón de movimiento biomecánico que fue determinado mediante las angulaciones de las diferentes fases del levantamiento, se encontraron diferencias significativas en los ángulos de tronco durante la fase de posición inicial en la que los atletas de Halterofilia mantuvieron una flexión de tronco de $42,50^\circ$ y los atletas de CrossFit $50,25^\circ$. Estas diferencias también se observaron durante la fase de desliz, en la que los atletas de Halterofilia mantuvieron una flexión de tronco de $98,63^\circ$ y los atletas de CrossFit de $108,13^\circ$. Mientras que en los ángulos de rodillas se encontraron diferencias significativas en la fase del primer halón, en

la que los atletas de Halterofilia mantuvieron una flexión de rodillas de 131,50° y los atletas de CrossFit de 119,75°.

Recomendaciones

Concientizar a los alumnos y profesionales de terapia física la relevancia de la biomecánica deportiva en todas las disciplinas.

Proponer talleres de inducción de la técnica del levantamiento, dirigida hacia los atletas de CrossFit desde el inicio de la práctica de esta disciplina.

Implementar en los “boxes” (gimnasios de CrossFit) clases formativas de Halterofilia con la finalidad de evitar lesiones mediante la correcta ejecución de los movimientos, con particular énfasis en las posiciones angulares de tronco y rodillas en cada fase.

Evaluar al personal a cargo de las programaciones de los atletas constatando su formación profesional y conocimiento técnico.

Fomentar el seguimiento periódico de la ejecución del arranque en los atletas de halterofilia para promover el desarrollo muscular basado en correcta ejecución técnica.

Concientizar la importancia de la valoración física y un análisis biomecánico de movimiento para la potenciación de resultados, incremento de marcas y sobre todo, reducción del riesgo de lesiones.

Concientizar a los alumnos y profesionales de terapia física acerca de la relevancia de la biomecánica deportiva.

Referencias bibliográficas

Aedo, E., & Bustamante, A. (2012). Conceptualización de la biomecánica deportiva y biomecánica de la educación física. *Educación Física Chile El Físico de Chile*, 3(270),

- 63-68. Retrieved from [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ConceptualizacionDeLaBiomecanicaDeportivaYBiomecan-4347425%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ConceptualizacionDeLaBiomecanicaDeportivaYBiomecan-4347425%20(2).pdf)
- Ávila, A. (2017). *Quién es Greg Glassman*. Anabel Ávila. Retrieved from <https://anabelavila.com/greg-glassman/>
- Barcelán, J., & Cuervo, C. (2015). Indicadores del rendimiento deportivo en Levantadoras de pesas escolares cubanas (original). *Revista científica OLIMPIA*, 12(38), 1-11. Retrieved from <https://revistas.udg.co.cu/index.php/olimpia/article/view/1345>
- Bergeron, M., Nindl, B., Deuster, P., Baumgartner, N., Kane, S., Kraemer, W., Sexauer, L., Thompson, W., & O'Connor, F. (2011). Consortium for health and military performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Current Sports Medicine Reports*, 10(6), 383-389. doi: 10.1249 / JSR.0b013e318237bf8a
- Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C., & Carratalá, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 843-850. doi: 10.1519 / R-55551.1
- Campos, J., & Rabadé, J. J. (2009). Análisis cinemático de la trayectoria de la barra en la arrancada y su relación con el rendimiento. *Apunts Educación física y deportes*, 96(2), 56-65. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/259466177_Analisis_cinematico_de_la_trayectoria_de_la_barra_en_la_Arrancada_y_su_relacion_con_el_rendimiento
- Claudino, J., Gabbett, T., Burgués, F., de Souza, H., Miranda, R., Mezêncio, B., . . . Cardoso, C. (2018). Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med – Open*, 4(11). doi: 10.1186/s40798-018-0124-5 -5.
- CrossFit. Inc. (2019). *CrossFit Journal*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/what-is-crossfit>
- CrossFit. Inc. (2020). *CrossFit/Essentials*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/the-dumbbell-clean>
- CrossFit.Inc. (2019). *¿What is CrossFit?*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/what-is-crossfit>
- CrossFit.Inc. (2019). *CrossFit/Essentials*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/the-snatch>

- CrossFit.Inc. (2019). *CrossFit/Essentials*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/the-power-snatch>
- CrossFit.Inc. (2019). *CrossFit/Movements*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/movements>
- CrossFit.Inc. (2020). *CrossFit/Essentials*. Retrieved from <https://www.crossfit.com/essentials/the-clean-and-jerk>
- Cuervo, C.S & Gonzáles, A. (1990). *Levantamiento de pesas, deporte de fuerza*. La Habana: Pueblo y educación.
- Cuervo, C.S., Fernández, F & Valdés, R. (2005). *Pesas Aplicadas*. La Habana: Deportes.
- Flores, R. (2016). El crossfit, un fenómeno que crece en Ecuador. *ElTelegrafo*. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/el-crossfit-un-fenomeno-que-crece-en-ecuador>
- Hak, P., Hodzovic, E & Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519 / JSC.0000000000000318
- International Weightlifting Federation. (2020). *Technical and Competition Rules & Regulations*. International Weightlifting Federation. Retrieved from https://www.iwf.net/wp-content/uploads/downloads/2020/01/IWF_TCR_2020.pdf
- Liquinchana, F. (2010). *Eficacia de un programa de enseñanza para halterofilia de los gestos técnicos en niños de 11 años de edad de la concentración deportiva de Pichincha*. Facultad de Licenciatura en Ciencias de la actividad Física, Deporte y Recreación. [Disertación no publicada]. ESPE-Sede Sangolquí.
- Núñez, G., González, R., Bernal, F., y Placencia, L. (2015). Evaluación técnica del clin respecto a la posición corporal, trayectoria y desplazamientos verticales de la barra, en las campeonas nacionales de levantamiento de pesas 2013. *Biotecnia*, 17, 28- 33. doi: 10.18633/bt.v17i0.165
- Oliva, K., Gómez, A., Zamora, R., & García, Y. (2017). Análisis biocinemático de la ejecución del arranque en levantadoras de pesas escolares de Granma (original). *Revista Científica OLIMPIA*, 14(42), 62–74. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210626>

- Oliva, K., Infante, N., y León, S. (2017). Control biomecánico del período de halón durante modalidad arranque, en levantadoras de pesas escolares. *Revista cubana del deporte y la cultura física*, 12(2). Retrieved from <https://instituciones.sld.cu/imd/files/2018/01/Control-biomec%20a%20nico-del-per%20adodo-de-hal%20b3n-durante-modalidad-arranque-en-levantadoras-de-pesas-escolares.pdf>
- PowerExplosive. (2015). *El calentamiento: Análisis y protocolo*. Retrieved from <https://powerexplosive.com/el-calentamiento-analisis-y-protocolo/>
- Quintero, A., & Tomedes, J. (2018). Fases cinemáticas de la modalidad del snatch en el CrossFit. *EFDeportes Lecturas: Educación Física y deportes*, 23 (274). Retrieved from <https://www.efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/830/504>
- Reyes, M., Álvarez, D., López, L., Duarte, H., Carbajal, J., & Valdez, H. (2016). Análisis de la técnica del ejercicio clásico de arranque mediante indicadores biomecánicos del equipo de halterofilia ITSON. *Revista digital de educación física*, 39, 29. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5370982>
- Salgado, O., y Morales, J. (2016). Diseño de un sistema para el análisis cinemático de la trayectoria de la barra en la modalidad de arranque en halterofilia. *Revista de investigaciones- Universidad Quindío*, 25(1) 88-98. Retrieved from http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/e34a_DIS E%20C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20PARA%20EL%20AN%20C3%81LISIS%20CINEM%20C3%81TICO%20DE%20LA.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida*. Quito. Retrieve from <https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida/>
- Smith, M., Sommer, A., Starkoff, B., y Devor, S. (2013). CrossFit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal Strength Conditional Research*, 27(11), 59-72. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23439334/>
- Soto, L., Botero, D y Celis, J. (2015). La identificación del patrón de trayectoria de la barra durante la cargada de los levantadores de pesas colombianos según la división de peso, participantes en el 52º campeonato nacional de mayores del año 2013. *EFDeportes.com*,

207. Retrieved from <https://www.efdeportes.com/efd207/trayectoria-de-la-barra-de-levantadores-de-pesas.htm>

Suárez, G. (2009). *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento*. Medellín: Funámbulos Editores.

Varillas, A. (2002). Uso de la halterofilia en los deportes. *EFDeportes.com*, 48. Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd48/haltero.html>

Zissu, M. & Beltrán, P. (2005). *Modelo biomecánico cualitativo de la modalidad de arranque en el levantamiento de pesas. Trabajo presentado en el taller “Diseño y validación de modelos biomecánicos de destrezas deportivas”*. Caracas: Instituto Nacional de Deportes.

Zissu, M., Aguado, X., & González, J. (2008). *Biomecánica del arranque en el levantamiento de pesas (Novedades en la Mecánica del Levantamiento de Pesas-Modalidad arranque, en sujetos latinoamericanos)*. Caracas: Instituto Nacional de Deportes.

Anexo 1

Edad:

1. ¿Qué disciplina practica?
Halterofilia _____ CrossFit _____
2. ¿Cuántas veces por semana entrena? (Días)
_____ días a la semana
3. ¿Cuántas horas diarias entrena?
_____ horas al día
4. ¿Cuál es su RM de arranque o snatch? (Kg)
_____ Kg
5. ¿Le han realizado un análisis biomecánico en el gesto deportivo de arranque o snatch?
Sí ___ No ___
*Si su respuesta es NO pase a la pregunta 10, caso contrario continúe con la encuesta
6. ¿Hace cuánto tiempo le realizaron el análisis biomecánico? (Meses)
_____ mes(es)
7. ¿Qué tipo de trayectoria presentó?
A ___ B ___ C ___
8. ¿Presentó modificaciones de posición angular en alguna fase del arranque?
Sí ___
No ___
*Si su respuesta es NO pase a la pregunta 10 caso contrario continúe con la encuesta
9. ¿En qué fase(s) del arranque presentó modificaciones de la posición angular? ¿La modificación del ángulo fue mayor o menor de lo recomendado?

	Mayor	Menor
Posición inicial	_____	_____
Primer halón	_____	_____
Ajuste o transición	_____	_____
Segundo halón	_____	_____
Desliz o encaje	_____	_____
Recuperación o amortiguación	_____	_____

10. ¿Alguna vez ha presentado dolor fuerte (7/10 o más) después de hacer una programación que implique arranque o snatch?

Sí __ No__

11. ¿Ha requerido inmovilización alguna vez?

Si _____ ¿Dónde? _____ ¿Por qué? _____

No _____