

GV 546
M4



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIO DE POSTGRADO
ESTUDIOS DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCION TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL ARRANQUE EN LEVANTAMIENTO DE
PESAS EN ATLETAS DE LA SELECCIÓN JUVENIL DEL ESTADO
MÉRIDA**

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Educación Física
Mención Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo

Autor: Lic. Héctor Mejía Altuve
Tutor. Msc. Antonio Hernández

Mérida, mayo de 2006

DONACION

SERBIULA
Tullo Febres Cordero

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIO DE POSTGRADO
ESTUDIOS DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCIÓN TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL ARRANQUE EN LEVANTAMIENTO DE
PESAS EN ATLETAS DE LA SELECCIÓN JUVENIL DEL ESTADO
MÉRIDA**

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Educación Física
Mención Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo

Autor: Lic. Héctor Mejía Altuve
Tutor: Msc. Antonio Hernández

Mérida, mayo de 2006

AGRADECIMIENTO

A mi Tutor el Msc. Antonio Hernández.

A mi Asesora la Lic. María Belkis Durán

Al Dr. Rafael Reyes.

Al Prof. Gustavo Velasco.

A la Selección Juvenil de Levantamiento de

Pesas del Estado Mérida.

Héctor Mejía Altuve

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
APROBACIÓN TUTOR.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del problema.....	3
Propósito y Justificación del Estudio.....	6
Objetivos de la Investigación.....	7
Preguntas de la Investigación.....	8
Delimitación de la investigación.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
Antecedentes.....	10
Fundamentación Teórica.....	15
Levantamiento de Pesas.....	15
El Arranque.....	16
Descripción de la Técnica del Arranque.....	16
Fases del Arranque.....	18

Trayectoria de la Barra en el Arranque.....	23
Errores más Comunes en la Ejecución del Arranque.....	25
Puntos Claves en la Optimización de la Ejecución del Arranque.	26
Biomecánica.....	27
Variables de la Biomecánica.....	27
Biomecánica del Arranque.....	28
Cinemática.....	28
Características Cinemáticas.....	29
Las Características Biomecánicas Cinemáticas.....	29
Definición de Términos.....	30
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	33
Tipo de Investigación.....	33
Población y Muestra.....	35
Definición de las Variables.....	35
Sistema de Variables.....	36
Variable Dependiente.....	36
Variables Independientes.....	37
Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
La Videografía.....	38
Recursos Utilizados para la Recolección de los Datos.....	40
Análisis de los Datos.....	45
Análisis Biomecánico.....	45
Descripción del Programa Computarizado ABIOMO 2003.....	47
Descripción del Programa Computarizado SPSS.....	48
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
Características Espaciales.....	50

Trayectoria de la Barra.....	52
Variación Vertical del Centro de Gravedad Corporal desde la Fase 1 hasta la Fase 3.....	61
Características Temporales.....	62
Características Espacio-Temporales.....	65
Correlación del Arranque.....	69
Correlación Simple.....	69
Modelo Matemático.....	69
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
Conclusiones.....	74
Recomendaciones.....	76
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS.....	82
Atleta 1: Puntos anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.....	82
Atleta 2: Puntos anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.....	83
Atleta 3: Puntos anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.....	84
Atleta 4: Puntos anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.....	85
Atleta 5 Puntos anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.....	86

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Puntos Anatómicos para Confeccionar un Esquema de Postura.....	42
Cuadro 2: Segmentos Corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras Características Biomecánicas.....	42
Cuadro 3: Coordenadas para la Confección de los Esquemas de Postura.....	43
Cuadro 4: Modelo Anatómico.....	44
Cuadro 5: Características de la Muestra.....	50
Cuadro 6: Características Espaciales.....	51
Cuadro 7: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y en las cinco fases del Arranque.....	57
Cuadro 8: Características Temporales.....	62
Cuadro 9: Características Espacio-Temporales.....	66
Cuadro 10: Coeficiente del Modelo Matemático de la Ecuación de la Recta.....	69
Cuadro 11: Variables Dependientes con respecto a las Variables Independientes.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: El Arranque en el Levantamiento de Pesas.....	19
Gráfico 2: Posición Inicial.....	20
Gráfico 3: Primer Halón.....	20
Gráfico 4: Transición del Primer Halón al segundo Halón.....	21
Gráfico 5: Segundo Halón.....	22
Gráfico 6: Entrada.....	22
Gráfico 7: Fijación o Squat.....	23
Gráfico 8: Trayectoria de la Barra.....	24
Gráfico 9: Variables elegidas para el análisis biomecánico del arranque	30
Gráfico 10: Velocidad Vertical (VVY).....	37
Gráfico 11: Trayectoria de la Barra Atleta 1.....	52
Gráfico 12: Trayectoria de la Barra Atleta 2.....	53
Gráfico 13: Trayectoria de la Barra Atleta 3.....	54
Gráfico 14: Trayectoria de la Barra Atleta 4.....	55
Gráfico 15: Trayectoria de la Barra Atleta 5.....	56
Gráfico 16: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 1.....	58
Gráfico 17: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 2.....	58
Gráfico 18: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 3.....	59
Gráfico 19: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 4.....	60
Gráfico 20: Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 5.....	60
Gráfico 21: Variación vertical del centro de gravedad corporal desde la fase 1 hasta la fase 3.....	61

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIO DE POSTGRADO
ESTUDIO DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCIÓN TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL ARRANQUE DE LA SELECCIÓN JUVENIL DE LEVANTAMIENTO DE PESAS DEL ESTADO MÉRIDA

Autor: Lic. Héctor Mejía Altuve
Tutor: Msc. Antonio Hernández
Año: 2006

RESUMEN

El presente estudio de corte cuantitativo tiene como objetivo el análisis biomecánico del movimiento del arranque en el Levantamiento de Pesas. La técnica del arranque es considerada una destreza motora que requiere de la aplicación de métodos científicos para determinar la ejecución óptima del movimiento. Con el objetivo de determinar el logro y optimización del movimiento, se analizó los movimientos que comprenden las fases del arranque, en (5) cinco atletas (tres mujeres y dos hombres) pertenecientes a la selección Juvenil de Levantamiento de Pesas del Estado Mérida, que participaron en los Juegos Nacionales Juveniles, Lara 2001. La muestra fue tomada durante los entrenamientos. El instrumento utilizado para la recolección de los datos fue una cámara filmadora S-VHS, modelo 456U, marca Panasonic con una velocidad de filmación de sesenta imágenes por segundo. Los datos fueron analizados bajo el programa ABIOMO V 2.0, 2003. Para este estudio se tomaron en cuenta las siguientes variables mecánicas: la trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y de las cinco fases del arranque, la variación vertical del centro de gravedad en las tres primeras fases, la trayectoria de la barra, (desplazamiento vertical y horizontal de la barra), el tiempo empleado en la fase 1 y la fase 3, la velocidad vertical en la fase 1 y la fase 3. A través de la realización de este estudio se comprobó la diferencia que se presenta entre las mujeres y los hombres en cuanto a la velocidad vertical máxima y mínima del segundo halón, la velocidad de desplazamiento vertical de la barra, la variación en los centros de gravedad y el tiempo de duración en la ejecución del movimiento.

INTRODUCCIÓN

El Levantamiento de Pesas es una destreza motora cuyos orígenes están muy ligados a las demostraciones de fuerza de las sociedades primitivas. Estas reminiscencias de los orígenes de lo que hoy, se conoce como Levantamiento de Pesas, han generado grandes estudios a nivel internacional e inclusive nacional con la finalidad de optimizar los movimientos que componen esta disciplina deportiva. De allí que investigadores como Garhammer (1985) señale aportes positivos en cuanto cómo a través de un análisis biomecánico se puede demostrar la óptima performance de un movimiento y cómo un atleta lograría un desplazamiento máximo y cuáles podrían ser las fallas más representativas para la perfección en la ejecución del movimiento

La técnica del arranque consiste en la aplicación de una fuerza explosiva y flexible que contribuyen significativamente a la ejecución del levantamiento de pesas. La técnica es definida como la coordinación óptima de varios movimientos de las extremidades al levantar un máximo peso. Esta técnica requiere de una barra para ser levantada del suelo y colocada con los brazos rectos sobre la posición de la cabeza en un movimiento continuo dividido en cinco (5) fases (Garhammer, 1985).

Con el fin de optimizar la ejecución del movimiento del arranque en el levantamiento de pesas, se ha planteado llevar a cabo un estudio de corte cuantitativo cuyo propósito es analizar biomecánicamente el movimiento del arranque en el levantamiento de pesas. En este estudio descriptivo-correlacional insertado en una investigación de campo plantea analizar las variables relacionadas con la determinación del centro de gravedad corporal y de los segmentos, así como el desplazamiento, duración y velocidad en la ejecución de las cinco fases del levantamiento de pesas.

Para tal fin, el Capítulo I de este estudio presenta el problema de investigación, así como las interrogantes, objetivos de la investigación que guiarán el estudio, la justificación y delimitación. El Capítulo II incluye los antecedentes de la investigación y los aspectos teóricos relacionados con la técnica del arranque y las fases que componen la ejecución del movimiento.

El Capítulo III describe el marco metodológico en el que está enmarcado esta investigación, planteándose el diseño de la investigación, la población y muestra, los procedimientos para la recolección de los datos, las variables del estudio y el análisis e interpretación de los mismos.

El Capítulo IV está dirigido a presentar el análisis de los datos obtenidos a través del ABIOMO y SPSS. El último Capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones que servirán de base para la realización de futuras investigaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

El análisis biomecánico de un movimiento permite entre otros, precisar como se puede perfeccionar una técnica sobre todo cuando los atletas se encuentran ante situaciones competitivas. A fin de demostrar cuáles serían algunas soluciones a este problema, este capítulo presenta el planteamiento del problema, la justificación, las preguntas de investigación, objetivos y la limitación del estudio, las cuáles permitirán analizar biomecánicamente el movimiento del arranque en el Levantamiento de Pesas.

Planteamiento del Problema

El levantamiento de pesas en el Estado Mérida ha obtenido logros significativos en el ámbito del alto rendimiento deportivo, debido a la participación de atletas juveniles y adultos en competencias tanto nacionales como internacionales. Una de estos atletas es Mayra Martínez quien ostenta el record nacional en 75 Kg., en la modalidad de Arranque, envión y total, el 5º lugar en el Mundial de Bulgaria 1998 y el 5º lugar en los Juegos Panamericano de 1999 Winnipeg, Canadá, entre otros.

Los logros obtenidos en esta disciplina deportiva se deben al proceso de entrenamiento deportivo. En este sentido, Campos y Ramos (2001 citados en Ruvalcaba, 1997), establecen que el entrenamiento deportivo es el elemento esencial a través del cual se puede interpretar y entender los avances y el desarrollo del deporte moderno. Esto permite también entender que los resultados obtenidos por los atletas son consecuencia directa de muchos factores entre los cuales se podrían mencionar: La acertada aplicación de sistemas y programas de entrenamiento y el aumento progresivo de las cargas en el entrenamiento deportivo.

No obstante, estos sistemas y programas de entrenamiento requieren ser apoyados y fundamentados en los conocimientos científicos derivados de las ciencias auxiliares del deporte, tales como la biomecánica y la fisiología del ejercicio. Según Günter (1989) y Hainaut (1980), la biomecánica se fundamenta en la aplicación de conocimientos científicos que ayudan a determinar una mayor eficiencia en la mecánica corporal de los atletas, en la ejecución de una destreza deportiva y de esta manera alcanzar un mayor rendimiento deportivo, es decir, nos ayuda analizar efectivamente las destrezas motoras, de manera que evalúe una técnica y que se corrija si existe una falla.

La biomecánica juega un papel fundamental al analizar efectivamente el movimiento humano apoyado en las leyes de la física a través de la observación, análisis y evaluación de las características biomecánicas del

movimiento y de esta manera contribuir en la optimización del movimiento del arranque como destreza motora.

Es fundamental mencionar que el arranque se caracteriza por ser una destreza motora, que requiere la aplicación de métodos científicos que ayuden a lograr la optimización del movimiento. Aunque actualmente en el Estado Mérida, el proceso de retroalimentación de este deporte se hace mediante la utilización de métodos empíricos, como la simple observación o a través de la experiencia, sin la utilización de métodos cuantificables y verificables que permitan evaluar científicamente la ejecución de la destreza motora y de esta manera lograr la optimización del movimiento. Por otro lado, Castro (1995) señala que el levantamiento de pesas se considera un deporte exclusivamente de fuerza. Sin embargo, depende de otras características básicas entre ellas la velocidad, la cual, sin esta sería imposible lograr un alto rendimiento, por lo que las limitaciones en la transmisión de la fuerza tiene que ser compensadas con un aumento en la velocidad de ejecución.

Por consiguiente, la biomecánica se apoya en estudios científicos que permiten precisar objetivamente la optimización del movimiento y de esta manera, lograr una mayor eficacia en el movimiento del arranque, por cuanto es una destreza motora compleja que amerita atención con mayor grado de exactitud.

Lo antes expuesto, conduce al investigador a evaluar esta destreza deportiva desde el punto de vista mecánico, con el propósito fundamental de establecer mediante este estudio, un análisis biomecánico, cuantitativo y cualitativo de las variables cinemáticas que intervienen en la ejecución del arranque en el Levantamiento de Pesas, de manera que los atletas logren la optimización del movimiento deportivo, ya que el arranque se considera una destreza motora compleja.

Propósito y Justificación del Estudio

El propósito fundamental de estudio es realizar un análisis biomecánico del movimiento del arranque en atletas de la selección juvenil de Levantamiento de Pesas del Estado Mérida, el cual permitirá observar, describir y analizar la ejecución del movimiento. Los resultados obtenidos de esta investigación permitirán establecer una serie de parámetros a considerar en la ejecución del movimiento del arranque, esto debido a que en nuestro país el Levantamiento de Pesas ha alcanzado logros significativos, pero no ha existido una continuidad y reflexión en cuanto a cómo mejorar las técnicas de ejecución del movimiento.

Este estudio se justifica al pretender apoyar al deporte a través del uso del conocimiento científico, por medio de las ciencias auxiliares del deporte como la biomecánica; con el objetivo de demostrar un mejor rendimiento

competitivo de los atletas; por cuanto ésta se fundamenta en la aplicación de principios científicos que contribuyen a determinar la optimización del movimiento. Los resultados serán una herramienta de apoyo para futuras investigaciones en esta área.

Asimismo su importancia se enmarca en lograr a través de los resultados obtenidos que los atletas de levantamiento de pesas estudiados, mejoren la ejecución del movimiento y en consecuencia logren altos rendimientos deportivos.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Analizar biomecánicamente el arranque en el levantamiento de pesas en atletas de la selección juvenil del Estado Mérida.

Objetivos Específicos

1. Determinar como influye el desplazamiento vertical (**DVy**) con respecto al desplazamiento horizontal (**DVx**) en el segundo halón.
2. Determinar la trayectoria del centro de gravedad corporal (**TCGC**) de las 5 fases del arranque.
3. Determinar el comportamiento del centro de gravedad de la mano (**CGCMI**) durante la ejecución del arranque.

4. Determinar la velocidad vertical del primer halón (**Vyph**) y la velocidad vertical segundo halón (**Vysh**) entre los atletas analizados y establecer un cuadro comparativo.
5. Determinar el tiempo de duración (**Tmax**) en la ejecución del movimiento entre los atletas analizados.
6. Analizar la trayectoria del CGC en el eje Y (**TCGCY**) de las 5 fases del arranque.

Preguntas de Investigación

A fin de llevar a cabo este estudio de corte cuantitativo, se ha formulado una serie de preguntas que servirán de directrices para el desarrollo de ésta investigación.

¿Cuáles son las características biomecánicas que intervienen en el movimiento del arranque?

¿Es necesario conocer a través del estudio videográfico cuál es la trayectoria del centro de gravedad corporal y de los diferentes segmentos corporales?

¿Cuál es el desplazamiento horizontal y vertical de la barra durante el movimiento?

¿Cuáles son las velocidades verticales en el primer y segundo halón en el arranque?

Delimitación de la Investigación

La población objeto de estudio es de cinco (5) atletas juveniles, 3 mujeres y 2 hombres, quienes forman parte del equipo que representó al Estado Mérida en los Juegos Nacionales Juveniles Lara 2001. Se analizaron las características biomecánicas de las 5 fases del arranque presentados por Gourgoulis, Aggeloussis, Marvornatis y Garas (2000). La destreza fue filmada en el periodo competitivo con una carga de ejecución de 90%.

Los resultados de este estudio están dirigidos a dar respuestas a las fallas que presenten la población objeto de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta la revisión bibliográfica y documental de la literatura existente acerca de las características biomecánicas cinemáticas que intervienen en la ejecución del arranque, esta revisión permite reportar investigaciones sobre algunos parámetros que son necesarios para la ejecución del arranque y la optimización del movimiento deportivo. En este estudio se presentan definiciones de las variables, la trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y de las cinco (5) fases del arranque, la variación vertical del centro de gravedad en las tres primeras fases, la trayectoria de la barra, (desplazamiento vertical y horizontal de la barra), el tiempo empleado en la fase 1 y la fase 3, la velocidad vertical en la fase 1 y la fase 3.

Antecedentes de la Investigación

Con el objetivo de contextualizar el problema objeto de estudio se llevo a cabo una revisión de investigaciones relacionadas con el análisis biomecánico del arranque.

Baumann et. al. (1988) realizaron un estudio tridimensional del movimiento del arranque bajo condiciones competitivas a diez (10) levantadores de diferentes categorías. Ellos encontraron que los levantadores empujaban la barra hacia su cuerpo durante el primer halón y la fase total del movimiento. La barra se movía en dirección vertical y anteposterior al mismo tiempo, pero su dirección no cruzaba la línea de referencia vertical que proyectaba hacia arriba en la posición inicial de la barra. La velocidad vertical lineal de la barra se encontró que aumentaba continuamente durante el primer halón, la transición y gran parte del segundo halón. Los investigadores concluyeron que el trabajo mecánico hecho por la barra durante el desplazamiento vertical fue mayor en el primer halón y la salida de la fuerza mecánica fue más grande en el segundo halón.

Castro (1995) realizó un estudio de campo denominado "Análisis Biomecánico del Arranque en Squat en Pesistas Venezolanos de Alta Competencia", la misma tuvo por finalidad observar, cuantificar, describir y evaluar algunas características biomecánicas del arranque en Squat, en pesistas venezolanos de alto rendimiento. Para la recolección de los datos se utilizó el Método Biomecánico Cualitativo a través de la técnica cinematográfica de alta velocidad y desde dos planos perpendiculares, con una muestra de cinco (5) atletas de alto rendimiento tomados en forma intencional. Castro (1995) concluyó que los errores del arranque cometidos por los sujetos, se debían principalmente a la falta de dominio de la técnica

de ejecución del arranque en squat y al uso impreciso de los momentos de fuerzas durante las fases dinámicas del arranque.

Lee, et al. (1995) realizaron un análisis biomecánico de las características de preactivación y fases del halón en el arranque en el levantamiento de pesas. El estudio fue aplicado a cuatro (4) levantadores, dos mujeres y dos hombres, durante trece levantamientos. Los investigadores analizaron la velocidad angular de la rodilla, la velocidad de la barra, el tiempo de ejecución del levantamiento durante el primer halón y el segundo halón y la fase de preactivación. Los datos a nivel cinemático fueron obtenidos a través de la videografía, con el uso de dos cámaras de video de 60 Hz. Los resultados fueron obtenidos a través de parámetros de correlación entre las fases consecutivas del arranque en el levantamiento de pesas, los cuales mostraron que la fase de preactivación del tronco, músculos de las piernas son importantes para la activación del sistema reflejorio con la finalidad de utilizar toda la fuerza para generar la velocidad en la fase del halón.

Gourgoulis, Aggeloussis, Marvormatis y Garas (2000), realizaron un trabajo titulado "Three-dimensional Kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters". La investigación tuvo como objetivo analizar las características biomecánicas del arranque tales como la trayectoria de la barra (variables de desplazamiento vertical y horizontal y la velocidad lineal vertical de la barra), velocidad lineal de la barra, duración de las fases del

levantamiento. En este estudio participaron doce (12) levantadores griegos masculinos bajo condiciones competitivas. Los datos fueron recolectados a través del uso de dos cámaras S-VHS en funcionamiento de 60 campos por seg., con el propósito de grabar los levantamientos. Los resultados obtenidos permitieron concluir que todos los levantadores flexionaban sus rodillas durante la fase de transición, independientemente de la categoría de sus pesos, esto indica que el atleta utilizaba la energía elástica producida durante el ciclo de alargamiento y acortamiento para intensificar su ejecución. El presente estudio guarda una estrecha relación con la investigación por cuanto aporta información importante en relación a las variables medidas.

Por su parte, Rivas (2001) realizó una investigación denominada "Análisis Biomecánico de la Modalidad de Arranque en la Halterofilia". El propósito de la misma consistió en determinar los posibles factores biomecánicos que influyen en la ejecución del arranque en una población de seis (6) atletas integrantes de la selección masculina de Halterofilia de la Universidad de los Andes. El estudio se enmarcó dentro de una investigación de campo de carácter descriptiva - correlacional; en la misma se utilizó como instrumento de medición el método de análisis biomecánico cuantitativo mediante la videografía, entre una de sus conclusiones se encuentra que la velocidad del centro de gravedad corporal y de la barra presentan curvas atípicas como producto de los errores cometidos por los atletas durante su ejecución. La investigación presenta aportes importantes al presente estudio

con relación al análisis biomecánico y la modalidad del arranque en la halterofilia, las cuales contribuyeron a la formación del sustento teórico de la misma.

Igualmente, Gourgoulis, Aggeloussis, Antoniou, Christoforidis, Mavromtis y Garas (2002) en una investigación denominada "Comparative 3 - dimensional Kinematic análisis of the snatch in elite male and female greek weightlifters". El propósito de la investigación estuvo enmarcado en la comparación de la técnica del arranque entre levantadores de pesas griegos de elite tanto masculinos como femeninos. Para la recolección de los datos se utilizaron dos cámaras activas S-VHS de 60 campos por segundos, las cuales midieron los levantamientos del arranque a seis (6) levantadores griegos masculinos y seis (6) femeninos bajo condiciones competitivas. El análisis de las variables dependiente e independiente fue utilizado para comparar la selección de las variables en hombre con relación a las variables correspondiente en mujeres. Los resultados revelaron que las mujeres flexionaron sus rodillas significativamente menos y más lentamente que los hombres durante la fase transición. Sin embargo, el trabajo mecánico del desplazamiento vertical de la barra en hombre fue significativamente mayor en el primer empuje que en el segundo empuje. Por otra parte, las mujeres mostraron un trabajo total similar en las dos fases. Estas diferencias entre los dos sexos podrían ser debido al bajo nivel de habilidad de las mujeres en comparación con los hombres, el cual es parcial debido a la reciente

participación de las mujeres en levantamiento de pesas. El estudio genera aportes importantes por cuanto estudia atletas de ambos sexos aportando información necesaria para el desarrollo de la presente investigación y resalta la importancia del uso de la técnica videográfica.

Con base en los estudios antes señalados se puede mostrar la relevancia que presenta el problema objeto de estudio de esta investigación, aunque es importante hacer notar que existen estudios similares que no se relacionan con las variables del estudio, pero que han servido como pilares teóricos de la investigación.

Fundamentación Teórica

Levantamientos de Pesas

La definición de este deporte comienza con la descripción de la palabra "Haltera", el cual es un aparato formado por una barra metálica con discos o bolas pesadas en sus extremos y "Halterofilia", como el deporte de Levantamiento de Pesas y Halteras. Actualmente el Levantamiento de Pesas consiste en la ejecución de modalidades: el arranque y el envión.

El Arranque

Luchkin (1970) define el arranque como un ejercicio en cuyo proceso se levanta la barra desde la plataforma sin detención alguna hasta la completa extensión de los brazos.

Suárez (1986) señala que el arranque es el primer ejercicio de la competencia y consiste en levantar la barra en un solo movimiento desde la plataforma hasta la completa extensión de los codos por encima de la cabeza.

Descripción de la Técnica del Arranque

Como en cualquier disciplina deportiva, se debe describir la técnica como el punto de partida para el análisis de cualquier deporte. La técnica es considerada parte fundamental del contenido general del entrenamiento del deportista del levantamiento de pesas.

Luchkin (1970) describe la técnica del arranque de la siguiente manera: se acerca el atleta a la barra y coloca los pies separados debajo de la misma, luego inclinándose sujeta la barra con un agarre mayor a la anchura de los hombros, al mismo tiempo que flexiona las rodillas formando un ángulo entre 100° y 110° grados, para completar la posición inicial (Gráfico: 2).

Por su parte Suárez (1991) describe el movimiento del arranque en el momento cuando la barra se encuentra sobre la plataforma y el atleta frente al árbitro central, con los pies bajo la barra de forma que la proyección vertical de ésta caiga aproximadamente sobre la articulación metatarso-falángica. Los pies se encuentran a lo ancho de la cadera y las rodillas flexionadas; la espalda hiperextendida y la cabeza ligeramente levantada. El agarre es ancho y la sujeción de gancho. Después viene el halón que es la extensión de las rodillas y el tronco para que la barra alcance la altura necesaria para poder completar el movimiento.

La técnica del arranque junto con una fuerza explosiva y la flexibilidad, contribuye significativamente a la performance en el Levantamiento de Pesas (Garhammer, 1985). La técnica se define como la coordinación óptima de varios movimientos de las extremidades al levantar un máximo peso, de acuerdo a las reglas del evento. Garhammer (1985) señala que la técnica del arranque requiere de una barra para ser levantada del suelo y colocado con los brazos rectos sobre la posición de la cabeza en un movimiento continuo.

Por otra parte, Garhammer (1985) describe que en el movimiento del arranque intervienen fuerzas externas al deportista, como son la atracción de la gravedad, el propio peso corporal, la flexibilidad de la barra y otras fuerzas internas como son las fuerzas desarrolladas por los propios grupos musculares. Estas fuerzas están relacionadas entre sí, ayudando o no, e

incluso interfiriendo en la culminación de una técnica según la aplicación. La técnica deportiva es un sistema de movimientos especiales que están destinados a la realización de las posibilidades de la fuerza dinámica desarrollada en el proceso de entrenamiento y utilización racional de las fuerzas internas y externas.

La técnica correcta de los movimientos del Arranque en el levantamiento de pesas son los ejecutados por todos los atletas de esta disciplina deportiva, pero dentro de la norma general existen variaciones de estilo que dependen de una serie de razones anatómicas y fisiológicas, algunas veces insuperables para el atleta, como por ejemplo la constitución somática, capacidades físicas, características psicológicas, etc.

Fases del Arranque

El movimiento del arranque está compuesto de cinco (5) fases. Baumann (1988) denomina estas fases en: posición inicial; 1) primer halón; 2) transición entre el primer halón al segundo halón; 3) segundo halón; 4) entrada y 5) fijación o squat. Según Baumann, (1988) e Isaka, et al. (1996) señalan que las cinco (5) fases del movimiento ocurren en menos de un segundo, lo cual involucra una mayor fuerza de salida. A continuación se presenta un gráfico que contiene las fases del arranque.

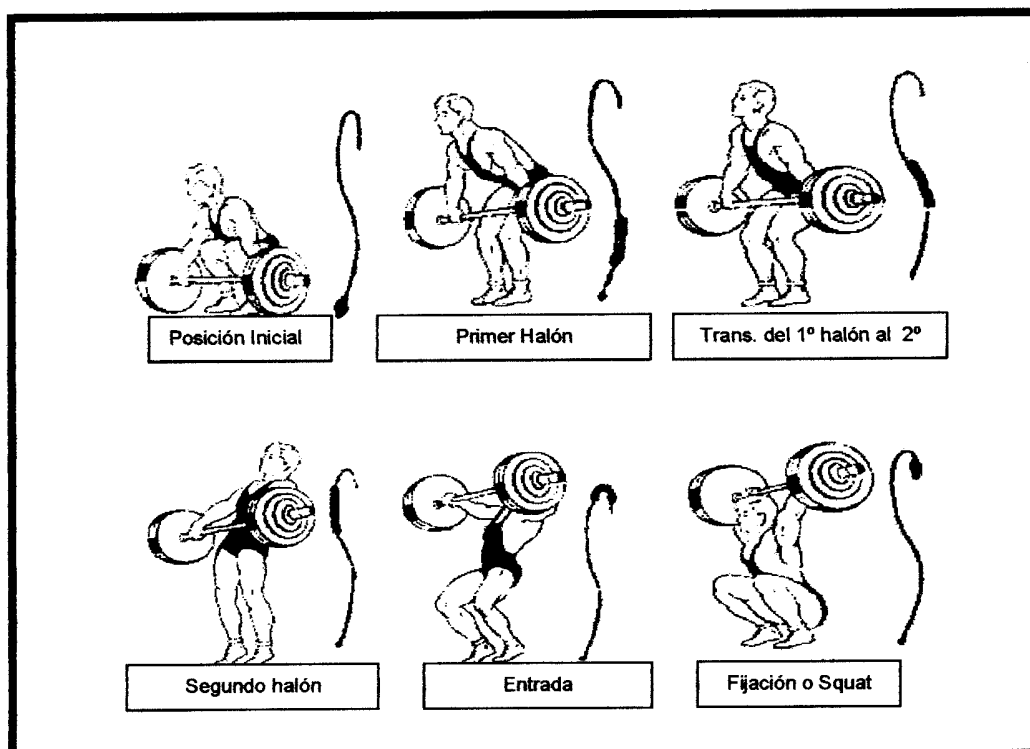


Gráfico 1. El Arranque en el levantamiento de pesas. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Posición Inicial

Posición estática para comenzar el movimiento. Es el momento donde el atleta busca su mayor concentración para comenzar el movimiento y tiene un tiempo aproximado de 60 segundos para iniciarlo (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 2).

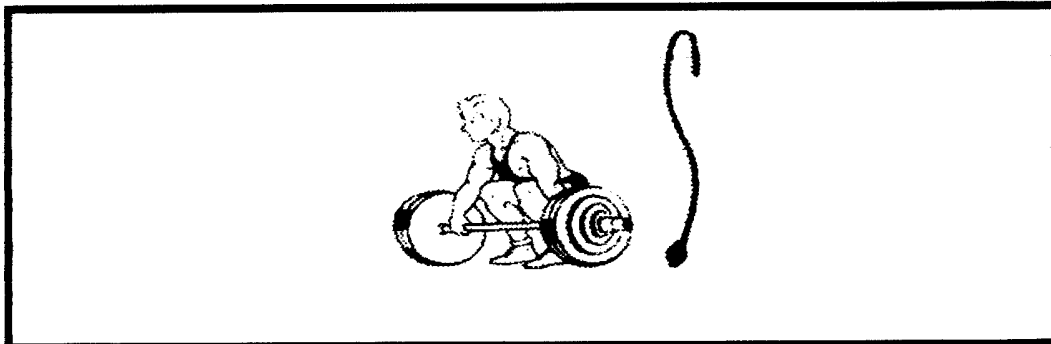


Gráfico 2. Posición Inicial. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Fase 1: Primer Halón

Este primer halón se realiza con el trabajo de las piernas llevando la barra hasta la primera extensión máxima de las rodillas, con una menor velocidad vertical y evitando trasladar los hombros por detrás de la barra. Durante el movimiento los brazos se mantienen totalmente extendidos, y sin permitir un desplazamiento horizontal de la barra (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 3). Para el logro de un levantamiento eficiente la barra, debería moverse con un incremento de velocidad constante durante el primer halón.

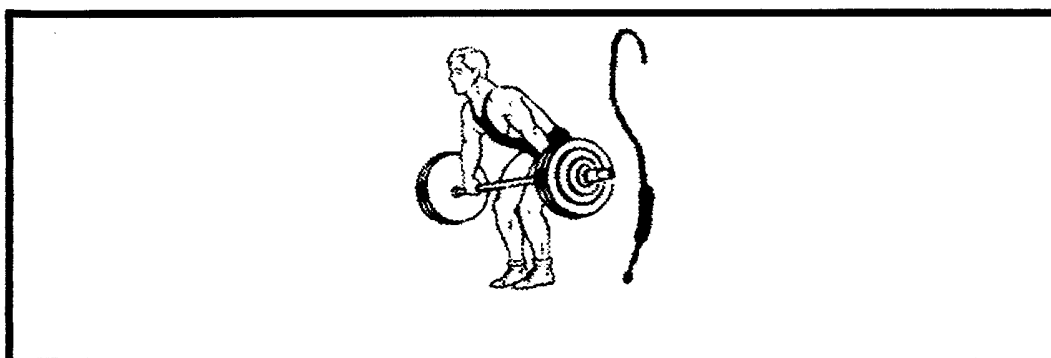


Gráfico 3. Primer halón. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Fase 2: Transición del Primer Halón al Segundo Halón

En esta fase el atleta va aumentando la velocidad vertical de la barra y la va llevando lo más cerca del cuerpo y de esta manera utiliza de forma positiva las palancas que intervienen en la ejecución del movimiento del arranque sin permitir trasladar el tronco por detrás de la horizontal del cuerpo (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 4).



Gráfico 4. Transición del primer halón al segundo halón. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Fase 3: Segundo Halón

Fase fundamental en la ejecución del movimiento. En este momento, el atleta busca la mayor altura de la barra para lograr exitosamente el movimiento, a través de una máxima velocidad vertical (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 5).



Gráfico 5. Segundo Halón. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Fase 4: Entrada

Es la posición que asume el atleta para colocarse debajo de la barra, flexionando la articulación coxofemoral, hasta alcanzar la mayor extensión de la articulación de los codos (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 6).

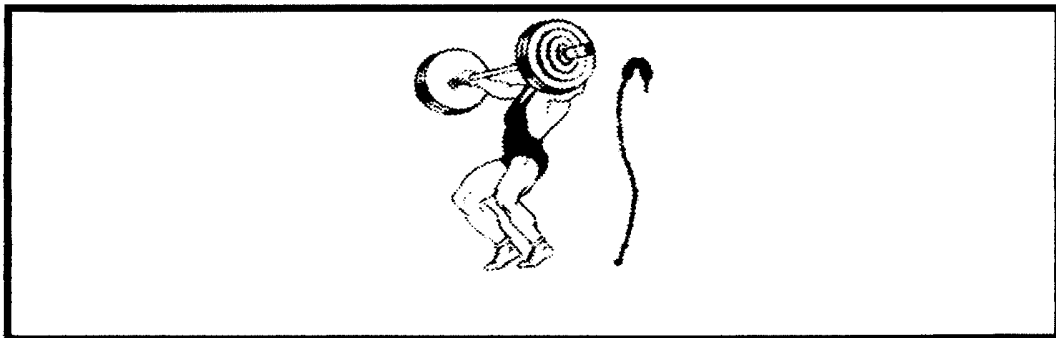


Gráfico 6. Entrada. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Fase 5: Fijación o Squat

Es prácticamente la culminación del movimiento, donde se pone de manifiesto la fuerza de las extremidades inferiores en el momento de fijar la barra que está por encima de la cabeza (Baumann, 1988). (Ver Gráfico 7).

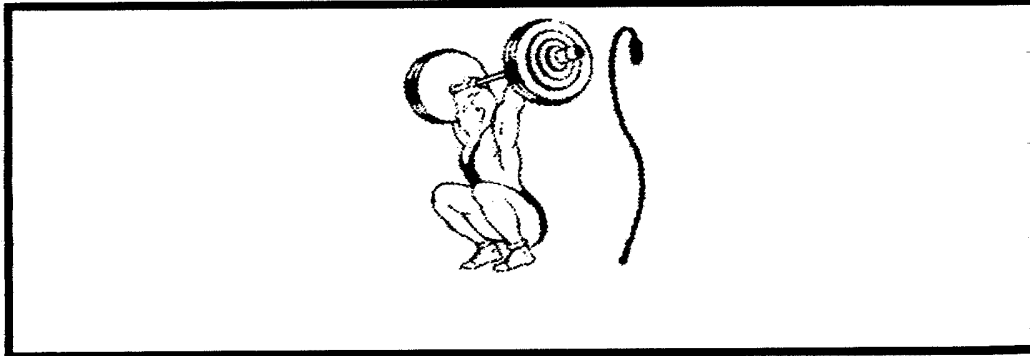


Gráfico 7. Fijación o Squat. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

Trayectoria de la Barra en el Arranque

Actualmente, se admite que la trayectoria de la barra ha de ser curva, de modo que describa una figura en forma de "S". Para aumentar las ventajas mecánicas del cuerpo humano, es necesario que los centros de gravedad del atleta y de la barra se acerquen lo más posible de donde se deriva la necesidad de una trayectoria curva (Enciclopedia Salvat de los Deportes, 1976).

Para dominar bien la técnica es preciso conocer su estructura cinemática, que determinará el desplazamiento del atleta en el espacio, los desplazamientos verticales y horizontales, la trayectoria, la velocidad de la barra y el centro de gravedad corporal. Es importante señalar, que para los años 60 y 70, la relación de velocidad entre el primer halón y segundo halón estaba entre 1.37 a 1.45 m/s. Sin embargo, no se admite el hecho de que tener un buen primer halón demuestre ya de por sí una buena técnica,

aunque el segundo halón sea débil. Lo que se pretende es que el segundo halón haya un aumento máximo de velocidad; es decir, la relación entre las media de la velocidad entre el segundo y primer halón debe estar 1.57 m/s.

Las velocidades entre las dos fases pueden oscilar 1 a 1.78 m/s. en el primer halón y de 1.60 a 2.50 m/s. en el segundo halón. Si bien el levantamiento de pesas es por excelencia el deporte de la fuerza, también lo es de la velocidad. De esta depende en gran forma los resultados en el arranque. Se ha comprobado que el coeficiente de correlación entre la máxima velocidad de la barra en el segundo halón y la mejor marca personal del atleta es de 0.734 en arranque (Enciclopedia Salvat de los Deportes, 1976).

La Federación Española de Halterofilia (1977) describe la trayectoria de la barra durante la ejecución óptima del movimiento del arranque de la siguiente manera:

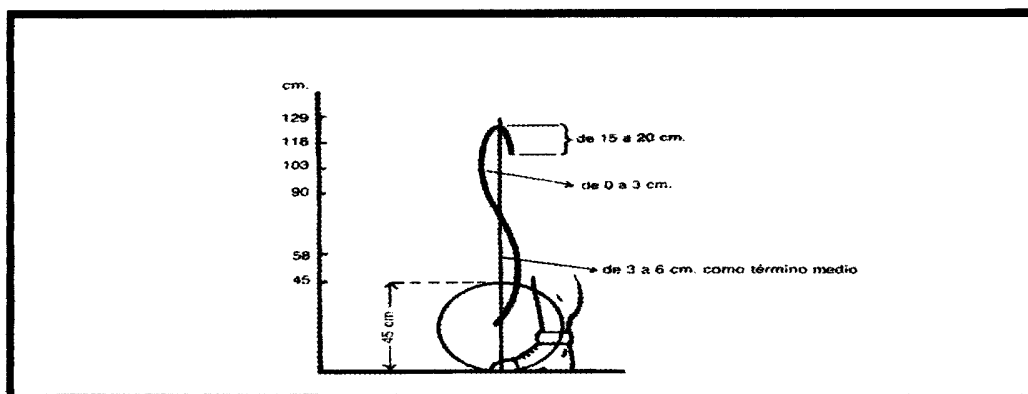


Gráfico 8. Trayectoria de la barra. Tomado del Libro de la *Federación Española de Halterofilia*, 1977

El gráfico anterior describe una vista lateral de la ejecución del movimiento del arranque. La altura del levantador es de 1.70 cm. El desplazamiento vertical de la barra es de 1.02 cm.

Errores más Comunes en la Ejecución del Arranque

Suárez (1986) presenta los errores más frecuentes en la ejecución del movimiento del arranque en cada una de las fases.

Posición inicial

1. Espalda floja
2. Cadera alta
3. Hombros por detrás de la barra
4. Hombros muy por delante de la barra
5. Cabeza baja

Primer Halón

1. Despegue brusco
2. Extensión anticipada del tronco
3. Elevación excesiva de la cadera
4. Espalda floja
5. La barra no se aproxima al cuerpo

Transición del Primer Halón al Segundo Halón

1. Flexión de los brazos
2. Extensión anticipada de las piernas
3. Hombros por detrás de la barra
4. Detener el movimiento
5. La barra se aleja del cuerpo

Segundo Halón

1. Flexión anticipada de los brazos
2. Extensión anticipada del tronco
3. Golpear la barra contra los muslos
4. Detener el movimiento
5. No elevar los codos

Entrada

1. No continuar con el trabajo de los brazos
2. Cabeza baja
3. Saltar hacia atrás
4. Saltar hacia delante
5. Espalda floja

Fijación o Squat

1. No mantener la vista fija al frente
2. No mantener extendidos la articulación de los codos
3. No mantener el tronco recto
4. No tener los pies paralelos
5. Aflojar los hombros

Puntos Claves para la Optimización de la Ejecución del Arranque

1. Mirada al frente
2. Hombros por delante de la barra
3. Espalda recta
4. Cadera baja
5. Despegue con las piernas
6. Rodillas 120° grados
7. Brazos extendidos

8. Velocidad máxima en el segundo halón
9. Desplazamiento rápido de las piernas a los lados
10. Caída con espalda erecta

Biomecánica

Hay (1978), define la biomecánica como una ciencia que esta relacionada con el estudio de las fuerzas internas y externas que influyen en el movimiento humano así como sus efectos. Por lo que se deduce que la función de la biomecánica está relacionada con la técnica para crear, mantener o modificar estructuras de movimiento.

Variables de la Biomecánica

Entre las diferentes variables mecánicas que son analizadas por la biomecánica se encuentran:

- La trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y en las cinco fases del arranque.
- La variación vertical del centro de gravedad en las tres primeras fases.
- La trayectoria de la barra, (desplazamiento vertical y horizontal de la barra).
- El tiempo empleado en la fase 1 y la fase 3.
- La velocidad vertical en la fase 1 y la fase 3.

Biomecánica del Arranque

Para lograr la mejor ejecución del levantamiento de pesas se analiza biomecánicamente la técnica del arranque, en el cual se ponen de manifiesto las características biomecánica cinemáticas (velocidad horizontal y vertical, desplazamiento vertical y tiempo de ejecución del movimiento).

Cinemática

La cinemática consiste en la descripción del movimiento incluyendo su sistema de palancas y articulaciones, o de los implementos deportivos en relación al tiempo y el espacio, excluyendo las fuerzas que inducen al movimiento.

A través de la cinemática se puede observar que el esqueleto del organismo humano es un sistema compuesto de palancas. Puesto que una palanca puede tener cualquier forma, cada hueso largo en el cuerpo puede ser visualizado como una barra rígida que transmite y modifica la fuerza y el movimiento. En tal sentido al estudiar el movimiento de un atleta, el estudio cinemático solo estará interesado en observar los cambios de su centro de gravedad a través de una distancia y tiempo dado.

El análisis cinemático puede considerarse como un método ideal para describir las técnicas deportivas, ya que éste permite la corrección de defectos y la optimización del movimiento.

Características Cinemáticas

Las características cinemáticas del cuerpo humano y de sus movimientos constituyen la medida de la situación y del movimiento del hombre en el espacio y en el tiempo. Dichas características ofrecen la posibilidad de comparar las dimensiones del cuerpo y de sus miembros, así como las particularidades cinemáticas de los movimientos de diferentes deportistas, como también la individualización de la técnica de los deportistas, la búsqueda de las particularidades de los movimientos que resultan óptimas, precisamente para cada uno de ellos dependen en mucho de la consideración de estas características.

Las Características Biomecánica Cinemáticas: Según Donski y Zatsiorski (1989).

- **ESPACIALES:** (Desplazamientos verticales y horizontales) Permiten determinar las posiciones del cuerpo en el espacio: por ejemplo desde la posición inicial hasta la final del movimiento.
- **TEMPORALES:** (Duración del movimiento), instante, tiempo de los movimientos, ritmos de los movimientos.
- **ESPACIO-TEMPORALES:** (Velocidad). Comportamiento del punto y del cuerpo. Es decir determinan la variación de la situación y del movimiento del hombre en el tiempo.

Definición de Términos

Centro de Gravedad Corporal (CGC): Es el punto que se mueve según las leyes de la mecánica como si toda la masa del cuerpo en cuestión fuese unida a él y todas las fuerzas externas que influyen sobre el cuerpo (sobre todo la fuerza de gravedad), se originarán en el (Günter y Klaus, 1989). El centro de gravedad fue definido como el punto de aplicación de la fuerza resultante, dada por la sumatoria de las fuerzas parciales que actúan y se relacionan con la posición o translación del cuerpo (Hernández, 2004).

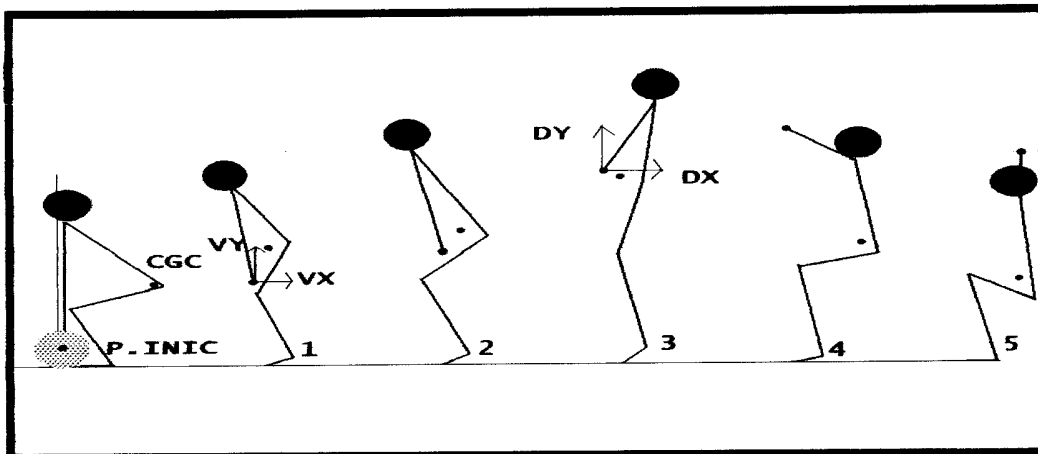


Gráfico 9: Variable elegida para el análisis biomecánico del arranque desde la posición inicial hasta la ejecución completa del movimiento. CGC: Centro de gravedad corporal.

Desplazamiento: Cambio neto de la posición de un cuerpo en el espacio.

Desplazamiento vertical: Es la altura que adquiere el implemento deportivo (barra) durante la ejecución del arranque.

Desplazamiento horizontal: Es la variación de posición en el espacio del implemento deportivo (barra) durante la ejecución del arranque.

Esquemas de posturas: Consisten en fotogramas extraídos de una película de grabación que para el momento se encuentra congelada o en pausa, el investigador, observando la imagen el televisor, procede a colocar un papel transparente sobre la pantalla para luego puntear los puntos anatómicos (21) y posteriormente unirlos (ver cuadro 2).

Movimiento: Es un comportamiento de objetos (cuerpos, materia en general o eventos relacionados con ella, y ondas) definible y observable mediante mediciones espaciales y temporales (Günter y Klaus, 1989). Un cuerpo está en movimiento cuando su posición varía con el tiempo, con respecto a un punto que se considera fijo.

Trayectoria: Es la línea que describe un cuerpo en su desplazamiento. Unión de las diferentes posiciones que ocupan un cuerpo en el espacio.

Velocidad: Es la magnitud medida por el cociente entre el desplazamiento y el tiempo empleado en realizar dicho desplazamiento. Brett (1988). Relación entre crecimiento de la distancia y el tiempo.

Velocidad vertical (VVY): Se define como la componente de la velocidad expresada en metros sobre segundos que indica la máxima velocidad vertical lograda por el levantador en la segunda fase del halón.

Videografía: Es una de las formas más empleadas para determinar las características cinemáticas del movimiento humano, utilizando esquemas de posturas y recurriendo a las leyes de la ciencia como la biomecánica. Este instrumento permite medir directamente valores como desplazamiento vertical y horizontal.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este Capítulo presenta la metodología que se empleará para llevar a cabo esta investigación. Aquí se describe el tipo de investigación, la población y muestra, el procedimiento para la recolección de los datos y el análisis e interpretación de los mismos.

Tipo de Investigación

Esta investigación tiene como finalidad presentar un análisis biomecánico del movimiento del arranque en el levantamiento de pesas, con base en los principios que sustentan a la investigación cuantitativa, específicamente un descriptivo y correlacional insertado en una investigación de campo. En este estudio se determinó la trayectoria del centro de gravedad en las seis fases, como también su variación vertical, el tiempo de ejecución del primero y segundo halón del movimiento, y el tiempo desde la posición inicial hasta la realización del movimiento completo, y por ultimo la velocidad vertical.

Los estudios correlacionales son aquellos que pretenden dar respuesta a las preguntas de investigación. Hernández (1998) señala que los estudios correlacionales miden dos o más variables que se pretenden ver si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se realiza la correlación. Por otra parte, la característica esencial de los estudios descriptivos es el de medir o evaluar diversos aspectos, dimensiones o componentes de un fenómeno a investigar; es decir, los estudios descriptivos mide independientemente situaciones o cuestiones dadas a partir de un problema de estudio (Hernández y et al., 1998).

Por su parte, Kerlinger (1975) (citado en Hernández, 1998) define la investigación de campo como la investigación del comportamiento que se ha distinguido por estudiar una situación realista en la que una o más variables independientes son manipuladas por el experimentador en condiciones tan cuidadosamente controladas como lo permite la situación. Es decir, el investigador trata de dirigir la investigación con el fin de obtener datos que corroboren los objetivos planteados.

Con el fin de obtener los datos de ésta investigación de corte cuantitativo, la técnica que se manejó para el análisis de los datos fue el método de análisis biomecánico, a través del uso de los procedimientos del método de la videografía bidimensional y con el uso del programa ABIOMO V. 2.0 2003.

Población y Muestra

De acuerdo, con Bavaresco (1998) "La población es el conjunto total de las unidades de observación considerada en el estudio" (p. 95). En esta investigación la población se constituyó por cinco (5) atletas de la disciplina de Levantamiento de Pesas, tres (3) mujeres y dos (2) hombres pertenecientes a la selección Juvenil del estado Mérida, que participaron en los Juegos Juveniles Lara 2001, celebrados en el mes de diciembre.

En el mismo orden de ideas, Sabino (1997) señala que: "La muestra es un sub-grupo de la población o conjunto definido en sus características" (p.12). Dada las características de este estudio y considerando que la población es pequeña, se selecciono toda la población con la finalidad de lograr resultados más precisos. Al respecto, Hurtado y Garrido (1997) señalan que cuando la población objeto de estudio es pequeña se puede estudiar su totalidad. La muestra quedó conformada por la totalidad de las unidades que constituyen la población, es decir por los cinco atletas antes mencionados, los cuales fueron escogidos intencionalmente.

Definición de variables

Hernández y et al. (1998) señalan que una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse. Con el fin de lograr los propósitos trazados para ésta investigación se determinaron las

siguientes variables: independientes y dependientes. La independiente es la causa, que se hace variar intencionalmente, la que se hipotétiza, se manipula y se dan distintos valores. La dependiente es el efecto que procede por dicha causa, las consecuencias, es la que se mide para apreciar su variación debido al efecto de la independiente.

Sistema de Variables:

Variable dependiente:

La velocidad vertical en el segundo halón del arranque:(VVY)

Velocidad vertical (VVY): Se define como la componente de la velocidad expresada en metros sobre segundos que indica la máxima velocidad vertical lograda por el levantador en la segunda fase del halón.

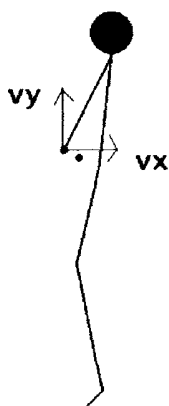


Gráfico: 10

El gráfico 10 describe la velocidad vertical (V_y) con respecto a la velocidad horizontal (V_x).

Variables Independientes:

Características Espaciales:

1. La variación del centro de gravedad corporal en el eje Y (VDCGCY) de las tres fases del arranque: Es el comportamiento vertical del centro de gravedad corporal en las tres fases del arranque.
2. La trayectoria del centro de gravedad corporal del eje Y (TCGCY): Es el comportamiento vertical del centro de gravedad corporal en las diferentes fases del arranque.
3. El desplazamiento horizontal de la barra (DHB): Es la variación de posición en el espacio del implemento deportivo (barra) durante la ejecución del arranque.
4. El desplazamiento vertical de la barra (DV): Es la altura que adquiere el implemento deportivo (barra) durante la ejecución del arranque.

Características Temporales:

1. El tiempo de ejecución del movimiento completo: Se define como la sumatoria de los tiempos en las cinco fases.
2. El tiempo empleado en el primer halón: Es el tiempo que transcurre desde el momento que el atleta despegó la barra hasta el primer halón.

3. El tiempo empleado en el segundo halón: Es el tiempo que transcurre desde el momento que el atleta despega la barra hasta el segundo halón.

Características Espacio-temporales:

1. La velocidad vertical en el primer halón.
2. La velocidad vertical en el segundo halón.

Instrumentos de Recolección de Datos

Hernández (1994) señala que para realizar una investigación en el campo de la biomecánica es indispensable la cinematografía, la cual consiste en la filmación de una destreza y que al ser posteriormente proyectada se obtienen los esquemas de postura de los movimientos registrados de cada sujeto que realizó la destreza.

No obstante, para este estudio se utilizó la videografía técnica similar a la cinematografía.

La Videografía:

Es una de las formas más utilizadas para determinar las características cinemáticas del movimiento humano utilizando un esquema de posturas y empleando las leyes de la ciencia señalada anteriormente como es la biomecánica. La videografía permite calcular directamente los desplazamientos horizontales y verticales cuando el estudio así lo demande.

El objetivo fundamental es la confección del videociclograma. El cual se elabora colocando la cinta de video en un VCR, que pueda pasar imagen por imagen y ésta se pueda congelar por un determinado tiempo y de esta manera poder trazar los esquemas de posturas de las imágenes seleccionadas para el análisis, las cuales se observan en un televisor, y mediante una hoja de acetato se marcan los diferentes puntos anatómicos, luego se buscan las coordenadas (X y Y) de cada punto. Una vez medida cada coordenada se copian los valores en la tabla de coordenadas hasta completarse con todos los puntos (Cuadro 4).

Para tomar los valores de las coordenadas, se utilizó el modelo anatómico constituido por 21 puntos anatómico (cuadro 2) y 14 segmentos corporales (cuadro 3).

Hernández (1994) señala que el análisis videográfico consta de tres etapas: Pre fílmica, Fílmica y Post Fílmica, las cuales se describen de la siguiente manera:

Etapa I: **Pre-Fílmica**. En esta etapa, se realizaron todos los preparativos para la filmación: distancia de la cámara al sitio de ejecución de los movimientos, calentamientos de los sujetos, distribución de la carga en forma ascendente hasta llegar al 90% del máximo.

Etapa II: **Fílmica**. En esta fase se hizo la recolección de datos utilizando una cámara de video con velocidad de filmación de sesenta imágenes por

segundo. La cámara fue ubicada perpendicularmente a la zona de ejecución del movimiento, con una distancia de 10 mts. Asimismo se filmó tres intentos por cada sujeto de estudio y se tomó donde se apreciaba el mejor movimiento.

Etapa III: **Post-filmica.** En esta etapa la filmación tomada se paso a un CD para trazar los esquemas de postura y de esta manera reproducirlos manualmente y así crear los archivos de datos que se registraron en el programa de computación (ABIOMO V 2.0 2003) que está conformado por 21 puntos anatómicos y 14 segmentos corporales.

Recursos utilizados para la Recolección de los Datos

- Una filmadora de video SVHS modelo 456U marca Panasonic con una velocidad de filmación de sesenta imágenes por segundo.
- Un VHS SONY de cuatro cabezales
- Cinta de video SVHS.
- Una computadora Pentium 4 de 2.8 MB
- Un VCR profesional marca Panasonic, modelo AG7350.
- Software para la obtención de resultados. (ABIOMO).
- T.V. 19" Panasonic.
- Un quemador de CD.
- Impresora Hewlett Packard Deskjet 3650.

- Cinta Adhesiva.
- 1 CD RW (Disco Compacto).
- Cinta Métrica.
- 80 Hojas de Acetato.
- Una Regla de Madera de dos Metros para medidas reales.
- 5 Diskettes de 1.44 MB.
- 6 Marcadores.
- 10 Hojas de coordenadas.

Puntos Anatómicos para Confeccionar un Esquema de Postura

Nº	DESCRIPCIÓN	Nº	DESCRIPCIÓN
----	-------------	----	-------------

1	Punta de dedos pie derecho	12	Séptima vértebra cervical
2	Talón derecho	13	Vertex
3	Eje tobillo derecho	14	Extremo dedo medio mano derecha
4	Eje tobillo izquierdo	15	Eje muñeca derecha
5	Eje cadera derecha	16	Eje codo derecho
6	Eje cadera izquierda	17	Eje hombro derecho
7	Eje rodilla izquierda	18	Eje hombro izquierdo
8	Eje tobillo izquierdo	19	Eje codo izquierdo
9	Talón izquierdo	20	Eje muñeca izquierda
10	Punta de dedos pie izquierdo	21	Extremo medio mano izquierda
11	Punto medio entre los ejes de las caderas		

Cuadro: 1 Tomado de: Hernández (1994). *Características biomecánicas de los tres últimos pasos de la carrera de impulso y despegue del salto largo.*

Segmentos Corporales Seleccionados para la Estimación del Centro de Gravedad y Otras Características Biomecánicas

Nº	Segmento corporal	Punto proximal	Punto distal
1	Pie derecho	2	1
2	Pierna derecha	4	3
3	Muslo derecho	5	4
4	Muslo izquierdo	6	7
5	Pierna izquierda	7	8
6	Pie izquierdo	9	10
7	Cabeza y cuello	12	13
8	Tronco	13	11
9	Brazo derecho	14	15
10	Antebrazo derecho	15	16
11	Mano derecha	16	17
12	Brazo izquierdo	18	19
13	Antebrazo izquierdo	19	20
14	Mano izquierda	20	21

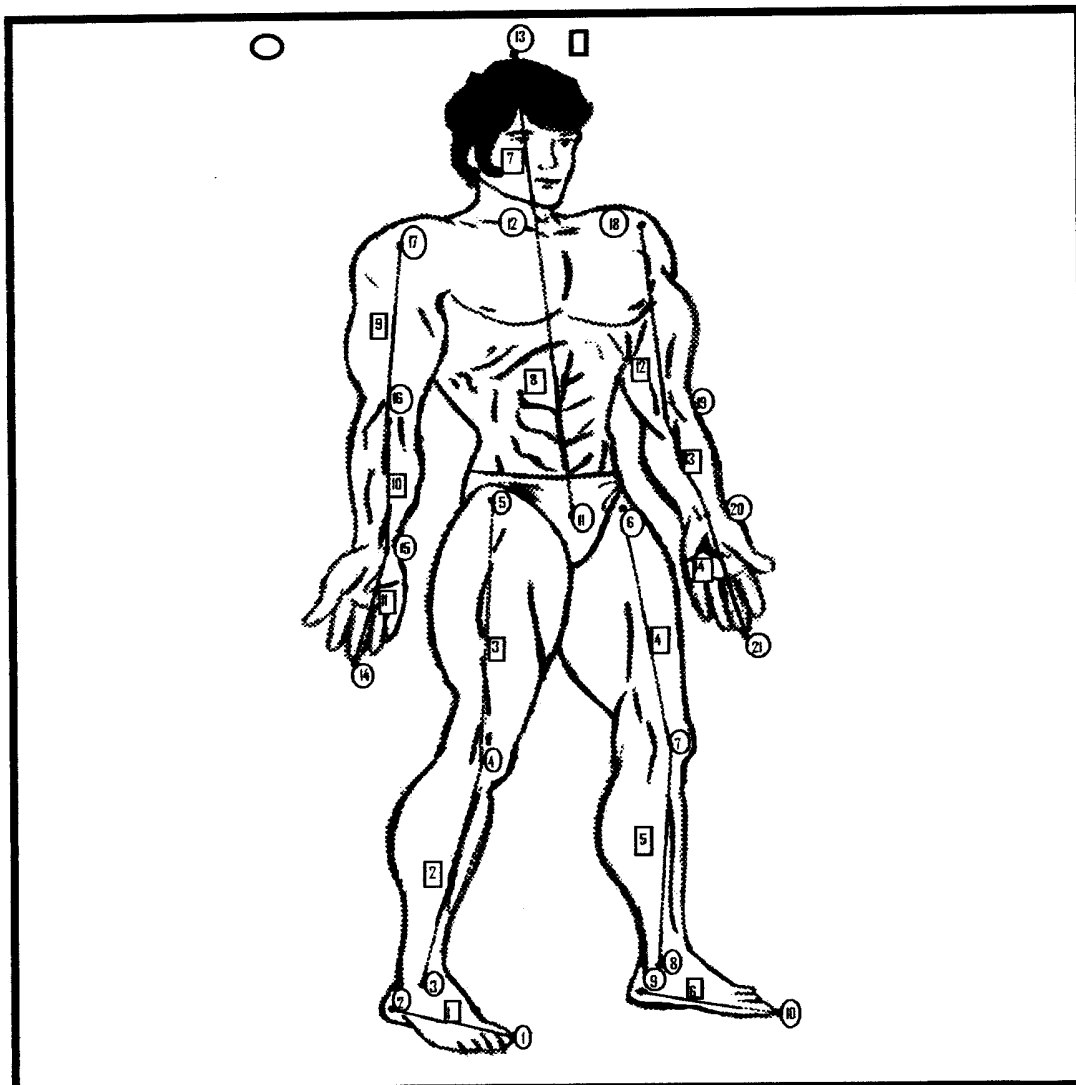
Cuadro: 2. Tomado de: Hernández (1994) *Características biomecánicas de los tres últimos pasos de la carrera de impulso y despegue del salto largo.*

Coordenadas para la Confección de los Esquemas de Postura

Cuadro: 3: Tomado de Hernández (1994).

Modelo Anatómico

PUNTOS ANATOMICOS	COORD.	FOTO 1	FOTO 2	FOTO 3	FOTO 4	FOTO 5
Punta dedo pie derecho	P. Ana 1X					
	P. Ana 1Y					
Talon pie derecho	P. Ana 2X					
	P. Ana 2Y					
Tobillo derecho	P. Ana 3X					
	P. Ana 3Y					
Rodilla derecha	P. Ana 4X					
	P. Ana 4Y					
Cadera derecha	P. Ana 5X					
	P. Ana 5Y					
Cadera izquierda	P. Ana 6X					
	P. Ana 6Y					
Rodilla izquierda	P. Ana 7X					
	P. Ana 7Y					
Tobillo izquierdo	P. Ana 8X					
	P. Ana 8Y					
Talon pie izquierdo	P. Ana 9X					
	P. Ana 9Y					
Punt dedo pie izquierdo	P. Ana 10X					
	P. Ana 10Y					
Punto medio decaderas	P. Ana 11X					
	P. Ana 11Y					
Vertex	P. Ana 12X					
	P. Ana 12Y					
Septima vertical	P. Ana 13X					
	P. Ana 13Y					
Punta dedo mano dercha	P. Ana 14X					
	P. Ana 14Y					
Muñeca derecha	P. Ana 15X					
	P. Ana 15Y					
Codo derecho	P. Ana 16X					
	P. Ana 16Y					
Hombro derecho	P. Ana17 X					
	P. Ana 17Y					
Hombro izquierdo	P. Ana 18X					
	P. Ana 18Y					
Codo izquierdo	P. Ana 19X					
	P. Ana 19Y					
Muñeca izquierda	P. Ana20 X					
	P. Ana 20Y					
Punta dedo mano izquier	P. Ana 21X					
	P. Ana 21Y					



Cuadro: 4 Tomado y adaptado de Hernández (1994).

Puntos Anatómicos Segmentos Corporales

Análisis de los Datos

Martínez (2000) señala que la palabra análisis significa separar o dividir las partes de un todo con el fin de entender los principios y elementos que lo componen. Ésta fragmentación de los datos permitirá analizar detalladamente la información con el propósito de dar respuestas a las preguntas de investigación.

Con el fin de analizar los datos se aplicaron dos métodos de análisis de datos: El Análisis Biomecánico a través del Programa ABIOMO 2003 y SPSS.

Análisis Biomecánico:

Según Garrido (1994) (citado en Ramírez, 1996), para realizar un estudio biomecánico en una destreza deportiva, el investigador debe utilizar el método de análisis tanto cualitativo como cuantitativo. Para el desarrollo de este estudio se hará uso de las características que sustentan a un estudio de corte cuantitativo, el cual estará compuesto de las siguientes etapas:

1. Selección de los parámetros biomecánicos. Esta etapa se realiza con el fin de precisar las diferentes variables a ser sometidas a análisis.
2. Fijación del modelo anatómico. Se establecen los diferentes puntos anatómicos y segmentos corporales a ser tomados en cuenta durante el desarrollo del estudio.
3. La recolección de los datos mediante la técnica de la videografía. Con el fin de precisar algunos detalles que formaran parte de las recomendaciones del estudio.

4. Procesamiento de los datos. En esta etapa y con el uso del Programa Computarizado ABIOMO 2003, el investigador procesa los datos obtenidos.
5. Análisis de los datos. Los resultados deben ser ordenados y analizados con el propósito de obtener las conclusiones.
6. Identificación de la fallas. Triangulación de los valores obtenidos y los resultados de otros estudios y de los pilares teóricos que sustentan la investigación.
7. Evaluación de la importación de las fallas y las posibles soluciones a las mismas.
8. Redacción de las recomendaciones e información a los atletas seleccionados para el estudio.

Con el fin de dar mayor validez y confiabilidad a la investigación se analizaron las siguientes características biomecánicas cinemáticas del arranque:

Características Espaciales: Se analizó la variación de la trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y (VDCGCY) de las tres primeras fases del arranque, la trayectoria del centro de gravedad corporal del eje Y (TCGCY), el desplazamiento horizontal y vertical de la barra.

Características Temporales: Se analizó el tiempo de ejecución del movimiento completo, el tiempo empleado en cada una de las fases del arranque.

Características Espacio-temporales: Se analizó la velocidad del centro de gravedad corporal del eje Y (VCGCY) y en todas las fases del arranque.

Para realizar el análisis descriptivo y correlacional de las variables estadísticas fueron las siguientes:

1. La media, valor menor, valor mayor y la desviación típica para resumir los datos y realizar las comparaciones de los resultados.
2. El coeficiente de correlación simple permitió mostrar la relación de una variable con respecto a la otra.

Descripción del Programa Computarizado ABIOMO 2003:

El programa Computarizado y Automatizado utilizado para el análisis biomecánico del movimiento del arranque en el Levantamiento de Pesas, es un software bidimensional desarrollado por el Laboratorio de Biomecánica perteneciente al Departamento de Educación Física de la Universidad de Los Andes, elaborado por Hernández y Velasco (2003). Para la obtención de los datos a través de este software, los usuarios deben establecer las coordenadas "X" y "Y" de cada punto anatómico de los esquemas de postura

extraídos de la técnica de la videografía, los cuales permitirán procesar datos sobre variables específicas, entre las que se encuentran:

1. Determinación del Centro de Gravedad Corporal y Segmental en las cinco (5) fases del arranque.
2. Desplazamiento de Centro de Gravedad Corporal y Segmental entre los esquemas de posturas en el plano vertical y horizontal.
3. Velocidad de arranque en el primer y segundo halón.
4. Determinación del tiempo de duración en la ejecución del movimiento.
5. Análisis en la trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y de las cinco (5) fases del arranque.

Descripción del Programa Computarizado SPSS:

El Software SPSS Versión 10 (SPSS Inc., 2003), para Windows en Español, se utilizó como método estadístico para el procesamiento de los datos obtenidos de los valores de las variables, al establecer los resultados para el análisis de la media, desviación típica, el puntaje mayor y menor.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El propósito del estudio fue determinar algunas características biomecánicas que intervienen en la ejecución del arranque en el levantamiento de pesas; especialmente, se determinó la trayectoria del centro de gravedad corporal en las cinco (5) fases del arranque; cómo influye el desplazamiento vertical con respecto al desplazamiento horizontal en el segundo halón; la velocidad vertical del primer halón y la velocidad vertical del segundo halón; el tiempo de duración en la ejecución del movimiento y la trayectoria del centro de gravedad corporal en el eje Y de las cinco fases.

El estudio realizado está caracterizado por ser una investigación campo aplicando el análisis descriptivo y correlacional, con el fin de describir las diferentes características biomecánicas que determinan el arranque en el levantamiento de pesas y su interrelación entre sí.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomecánica del Departamento de Educación Física de la ULA a través del programa (ABIOMO V 2.0 2003) y para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 10 (SPSS Inc., 2003)

Se midieron diferentes variables relacionadas con el centro de gravedad, el tiempo y la velocidad en las distintas fases del arranque.

El cuadro 5 presenta la base de datos de la población (los atletas) que participaron en este estudio. Los datos señalados esta dirigidos a mostrar las características y las condiciones en las cuales los atletas fueron grabados para la recolección de los datos.

CARACTERISTICAS	ATLETA 1	ATLETA 2	ATLETA 3	ATLETA 4	ATLETA 5
SEXO	F	F	F	M	M
EDAD	20	19	20	20	20
ESTATURA	1.55	1.66	1.68	1.70	1.69
PESO	62.3	65.8	75	84.2	76
AÑOS DE ENTREN.	5	3	5	5	4
CATEGORIA	JUVENIL	JUVENIL	JUVENIL	JUVENIL	JUVENIL
MEJOR ARRANQUE	72	82	85	130	120
% MEJOR ARRANQ.	90	90	90	90	90

Cuadro: 5

CARACTERÍSTICAS ESPACIALES

Para el análisis de las características espaciales del arranque se estudiaron la trayectoria del centro de gravedad en las cinco (5) fases, como también su variación vertical, el desplazamiento vertical y horizontal de la barra.

En el cuadro cinco, se presenta el desplazamiento vertical de la barra, el desplazamiento vertical del primer halón, el desplazamiento vertical del segundo halón, y por ultimo la trayectoria vertical del centro de gravedad.

Atletas	Desplvertbr	Desplhorzprh	Desplhorzsgh
1	1.29 mts	0.03 mts	0.07 mts
2	1.36 mts	0.03 mts	0.01 mts
3	1.36 mts	0.08 mts	0.03 mts
4	1.19 mts	0.02 mts	0.00 mts
5	1.29 mts	0.21 mts	0.07 mts
MEDIA	1.29 mts	0.06 mts	0.04 mts

Cuadro 6:

Desplvertbr: Desplazamiento vertical de la barra.

Desplhorzprh: Desplazamiento horizontal primer halón.

Desplhorzsgh: Desplazamiento horizontal segundo halón.

A continuación se presenta una gráfica por atleta que describe el desplazamiento vertical y horizontal de la trayectoria de la barra y cada una de las fases del movimiento (primer halón y segundo halón).

TRAYECTORIA DE LA BARRA

Atleta 1: En el gráfico 11, se observa que durante el desplazamiento vertical, la altura máxima alcanzada por la barra fue de 1.29 mts, siendo la altura del atleta de 1.55 mts.

Se observa que durante el primer halón (Gráfico 3), la barra se desplazó horizontalmente hacia el cuerpo del atleta en 0.03 mts,

Durante el segundo halón la barra se desplazó horizontalmente alejándose del cuerpo del atleta y sobrepasando la línea de referencia en 0.07 mts,

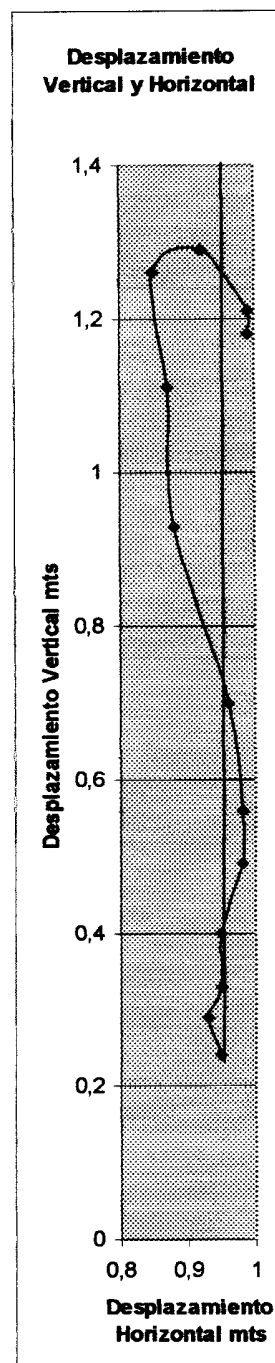


Gráfico: 11

TRAYECTORIA DE LA BARRA

Atleta 2: En el gráfico 12, se observa que durante el desplazamiento vertical, la altura máxima alcanzada por la barra fue de 1.36 mts, siendo la altura del atleta de 1.66 mts.

Se observa que durante el primer halón (Gráfico 3), la barra se desplazó horizontalmente hacia el cuerpo del atleta en 0.03 mts,

Durante el segundo halón la barra se desplazó horizontalmente alejándose del cuerpo del atleta y sobrepasando la línea de referencia en 0.01 mts.

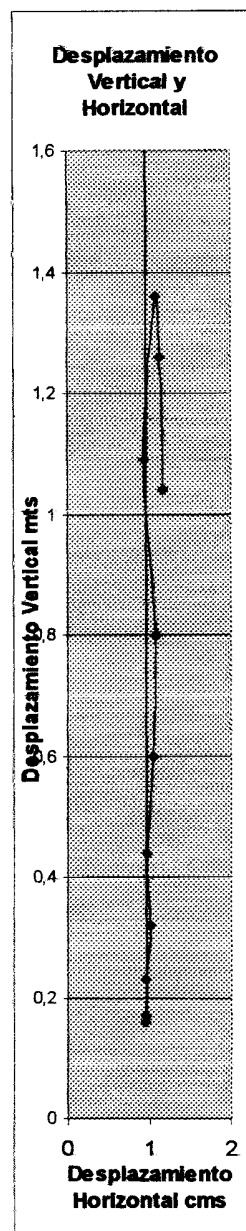


Gráfico: 12

TRAYECTORIA DE LA BARRA

Atleta 3: En el gráfico 13, se observa que durante el desplazamiento vertical, la altura máxima alcanzada por la barra fue de 1.36 mts, siendo la altura del atleta de 1.68 mts.

Se observa que durante el primer halón (Gráfico 3), la barra se desplazó horizontalmente hacia el cuerpo del atleta en 0.08 mts,

Durante el segundo halón la barra se desplazó horizontalmente alejándose del cuerpo del atleta y sobrepasando la línea de referencia en 0.03 mts.

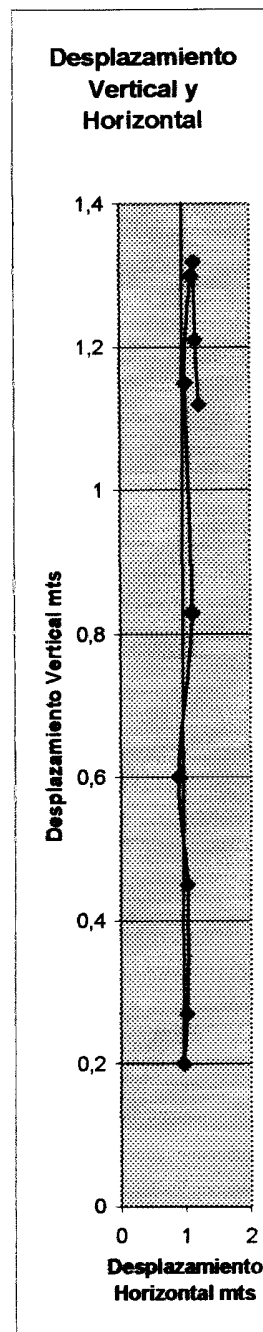


Gráfico: 13

TRAYECTORIA DE LA BARRA

Atleta 4: En el gráfico 14, se observa que durante el desplazamiento vertical, la altura máxima alcanzada por la barra fue de 1.19 mts, siendo la altura del atleta de 1.70 mts.

Se observa que durante el primer halón (Gráfico 3), la barra se desplazó horizontalmente hacia el cuerpo del atleta en 0.02 mts. El resultado obtenido por el atleta según su altura (1.70 mts) no corresponde con la media (0.03 - 0.06 mts) señalada por la Federación Española de Halterofilia (1977) para atletas con dicha estatura.

Durante el segundo halón la barra no presentó desplazamiento horizontal; es decir, no sobrepasó la línea de referencia (0.0 mts). Estos resultados si corresponde con la media (0.0-0.03 mts) señalada por la Federación Española de Halterofilia (1977) para atletas con dicha estatura.

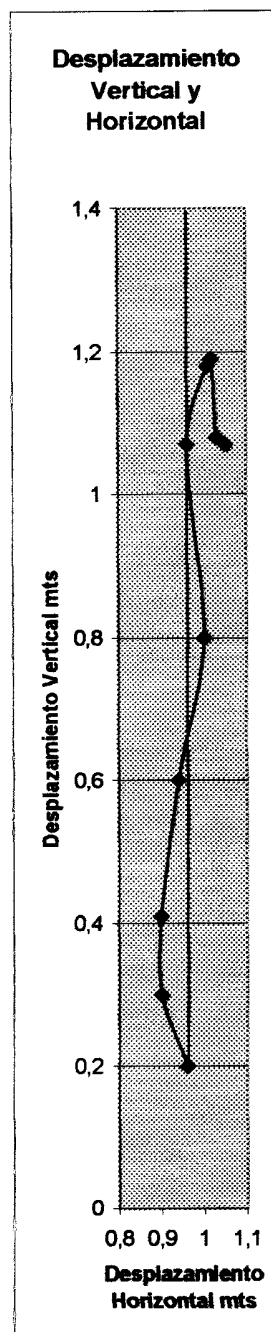


Gráfico: 14

TRAYECTORIA DE LA BARRA

Atleta 5: En el gráfico 15, se observa que durante el desplazamiento vertical, la altura máxima alcanzada por la barra fue de 1.19 mts, siendo la altura del atleta de 1.69 mts.

Se observa que durante el primer halón (Gráfico 3), la barra se desplazó horizontalmente hacia el cuerpo del atleta en 0.21 mts. Dicho resultado no corresponde con la media (0.03-0.06 mts) señalada por la Federación Española de Halterofilia (1977) para atletas con dicha estatura. Esto puede ocurrir producto de una flexión adelantada de la articulación de los codos en el momento de despegar la barra de la plataforma.

Durante el segundo halón la barra se desplazó horizontalmente alejándose del cuerpo del atleta y sobrepasando la línea de referencia en 0.07 mts. Al igual que en el caso del atleta 4, el resultado obtenido no corresponde con la media (0.03 - 0.06 mts) señalada por la Federación Española de Halterofilia (1977), para atletas con dicha estatura. Se puede analizar que el resultado es consecuencia de una exagerada hiperextensión del tronco hacia atrás.

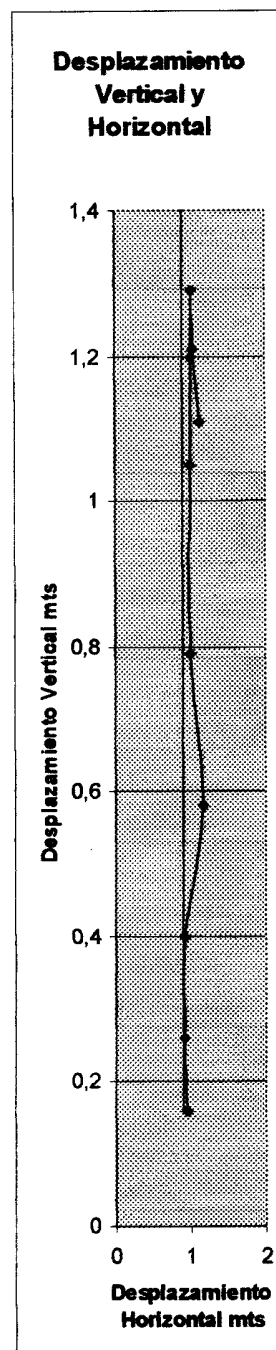


Gráfico: 15

En el cuadro 7 se presentan la Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y en las cinco fases del Arranque

FASES	ATLETA 1	ATLETA 2	ATLETA 3	ATLETA 4	ATLETA 5
1	0.66	0.65	0.68	0.67	0.83
2	0.79	0.86	0.80	0.89	0.86
3	0.96	0.98	1.04	1.02	1.02
4	0.85	0.60	0.70	0.85	0.69
5	0.53	0.48	0.52	0.51	0.54
Media	0.75	0.71	0.74	0.78	0.78
D.T.	+0.16	+0.20	+0.19	+0.19	+0.19
Máximo	0.96	0.98	1.04	1.02	1.02
Mínimo	0.53	0.48	0.52	0.51	0.54
Rango	0.43	0.50	0.52	0.51	0.48

Cuadro: 7

Atleta 1: En el cuadro 7 y gráfico 16, se observa que el atleta 1 obtuvo en la fase uno un desplazamiento de: 0.66 mts, en la fase dos: 0.79 mts, en la fase tres: 0.96 mts, en la fase cuatro: 0.85 mts, en la fase cinco: 0.53 mts. Estos datos permiten observar que la máxima altura del centro de gravedad la consigue en la fase tres o segundo halón debido a la máxima extensión de los miembros inferiores y de la articulación coxofemoral, lo que demuestra que el atleta logró realizar el movimiento y completarlo gracias a la altura alcanzada. El promedio del centro de gravedad fue de 0.75 mts. (+0.16 mts).

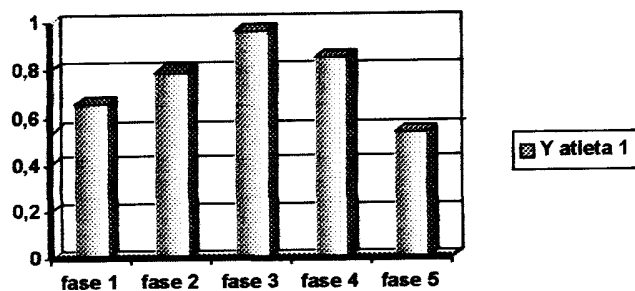


Gráfico: 16. Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 1.

Atleta 2: En el cuadro 7 y gráfico 17, se observa que el atleta 2 obtuvo en la fase uno un valor de: 0.65 mts, en la fase dos: 0.86 mts, en la fase tres: 0.98 mts, en la fase cuatro: 0.60 mts, en la fase cinco: 0.48 mts. Al igual que el caso del atleta 1, este atleta alcanzo la máxima altura del centro de gravedad en la fase tres o segundo halón debido a la máxima extensión de los miembros inferiores y de la articulación coxofemoral.

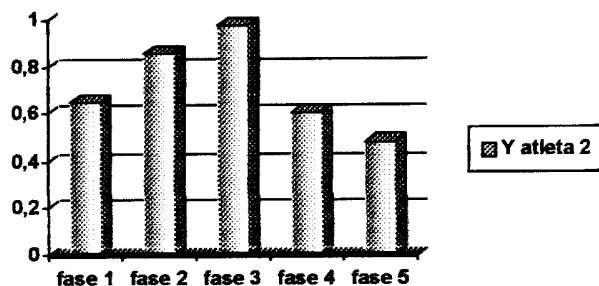


Gráfico:17 Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 2.

Atleta 3: En el cuadro 7 y l gráfico 18 se observa que el atleta 3 obtuvo en la fase uno un valor de: 0.68 mts, en la fase dos: 0.80 mts, en la fase tres: 1.04

mts, en la fase cuatro: 0.70 mts, en la fase cinco: 0.52 mts. Esto indica nuevamente que el atleta, al igual que en los casos anteriores, alcanzo la máxima altura del centro de gravedad en la fase tres o segundo halón debido a la máxima extensión de los miembros inferiores y de la articulación coxofemoral.

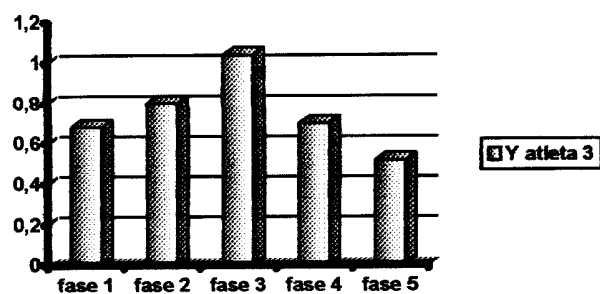


Gráfico: 18 Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 3.

Atleta 4: En el cuadro 7 y gráfico 19, se observa que el atleta 4 obtuvo en la fase uno un valor de: 0.67 mts, en la fase dos: 0.89 mts, en la fase tres: 1.02 mts, en la fase cuatro: 0.85 mts, en la fase cinco: 0.51 mts. Se observa que la máxima altura del centro de gravedad la consigue en la fase tres o segundo halón debido a la máxima extensión de los miembros inferiores y de la articulación coxofemoral.

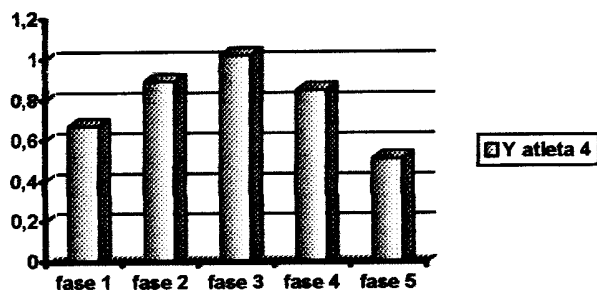


Gráfico: 19 Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 4.

Atleta 5: En el cuadro 7 y gráfico 20, se observa que el atleta 5 obtuvo en la fase uno un valor de: 0.83 mts, en la fase dos: 0.86 mts, en la fase tres: 1.02 mts, en la fase cuatro: 0.69 mts, en la fase cinco: 0.54 mts. Se observa que la máxima altura del centro de gravedad la consigue en la fase tres o segundo halón debido a la máxima extensión de los miembros inferiores y de la articulación coxofemoral.

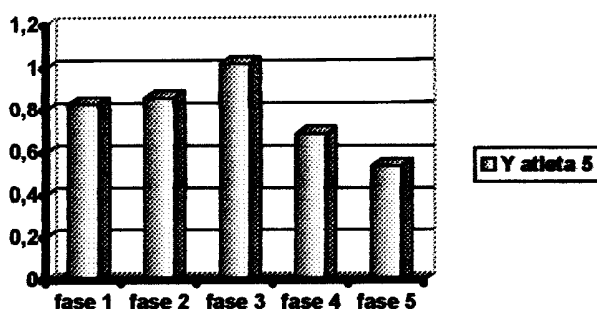


Gráfico: 20 Trayectoria del Centro de Gravedad en el eje Y atleta 5.

Estos datos indican que los atletas alcanzaron la mayor altura en la segunda fase del halón, lo que permite considerar que los atletas lograron ejecutar el movimiento en su totalidad.

Variación Vertical del Centro de Gravedad Corporal desde la Fase 1 hasta la Fase 3

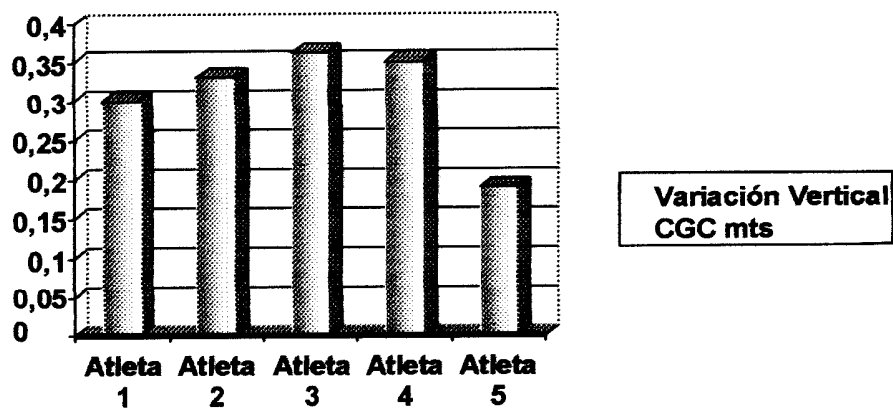


Gráfico: 21 Variación vertical del centro de gravedad corporal desde la fase 1 hasta la fase 3.

En el gráfico 21 se observa que la variación vertical del centro de gravedad del atleta 1 fue de: 0.30 mts, la del atleta 2 de: 0.33 mts, la del atleta 3 de: 0.36 mts, la del atleta 4 de: 0.35 mts, y la del atleta 5 de: 0.19 mts. Se observa que los atletas 1, 2, 3 y 4 obtuvieron una variación vertical del centro de gravedad muy similar, por el contrario el atleta 5 obtuvo una variación vertical de: 0.19 mts, esto ocurrió a consecuencia de una exagerada hiperextensión del tronco la cual no le permitió elevar y extender la articulación coxofemoral por lo que sacrificó el desplazamiento vertical del centro de gravedad corporal por el desplazamiento horizontal.

CARACTERÍSTICAS TEMPORALES

Para el análisis de las características temporales del arranque se estudiaron el tiempo utilizado en todas las fases, además de ello el movimiento completo.

En el cuadro 8 se presentan los tiempos en segundos de la fase 1 (primer halón), la fase 3 (segundo halón) y el movimiento completo.

ATLETAS	FASE 1 Seg.	FASE 2 Seg.	FASE 3 Seg.	FASE 4 Seg.	FASE 5 Seg.	MOV. COMP seg.
1	0.40	0.48	0.64	0.80	1.04	1.04
2	0.40	0.48	0.64	0.72	0.88	0.88
3	0.32	0.40	0.48	0.56	0.80	0.80
4	0.32	0.40	0.48	0.56	0.80	0.80
5	0.32	0.48	0.56	0.72	0.80	0.80
Media	0.35	0.44	0.56	0.67	0.86	0.86
D.T.	+ 4.382E- 02	+ 4.382E- 02	+ 8.000E- 02	+ 0.1073	+ 0.1043	+ 0.1043
Máximo	0.32	0.48	0.64	0.80	1.04	1.04
Mínimo	0.40	0.40	0.48	0.56	0.80	0.80
Rango	0.08	0.08	0.16	0.24	0.24	0.24

Cuadro: 8

El promedio del tiempo en la fase uno (**el primer halón**) fue de 0.35 seg. (+- 0.004 seg.), en el caso de la fase dos fue de 0.44 seg. (+- 0.004 seg.), para la fase tres (**el segundo halón**) el promedio del tiempo fue de 0.56 seg. (+- 0.008 seg.). La fase cuatro alcanzó una media que osciló los 0.67 seg. (+- 0.10 seg.). La fase cinco se caracterizó por un promedio de tiempo que alcanzó los 0.86 seg. (+- 0.10 seg.). El tiempo promedio logrado

para la ejecución del movimiento total fue de 1.04 seg. (+- 0.10 seg.). Los datos anteriores corresponden con los datos aportados por Isaka y et al, (1996), como la media prevista para la ejecución optima del movimiento.

De acuerdo con los datos la duración en cuanto a tiempo en la ejecución de las fases, fue significativamente mayor en el primer halón que en el segundo halón en todos los atletas, esto se debe principalmente debido a que la ejecución del primer halón se lleva a cabo más lentamente, ya que los atletas necesitan llevar la barra lo más cerca que ellos puedan de su cuerpo.

Atleta 1: El cuadro 8 muestra el tiempo del primer halón en 0.40 seg. Por el contrario, el tiempo de ejecución del segundo halón fue de: 0.24 seg. De tal manera que coincide con los datos aportados por Isaka y et al. (1996), quienes señalan que la ejecución del primer halón es más lento que el segundo, debido a la anatomía humana y a la eficacia de la técnica para lograr mejor rendimiento deportivo. El tiempo utilizado en la ejecución movimiento fue 1.04 seg., el cual no corresponde con la bibliografía consultada que consta en menos de un segundo (Isaka y et al.,1996). El promedio del tiempo en la fase uno (**el primer halón**) fue de 0.35 seg. (+- 0.004 seg.).

Atleta 2: El cuadro 8 muestra el tiempo del primer halón en 0.40 seg. Y el tiempo del segundo halón en 0.24 seg. Estos datos están estrechamente relacionados con la media que señala Isaka y et al. (1996). El tiempo utilizado en la ejecución del movimiento fue 0.88 seg., el cual corresponde con la bibliografía consultada que consta en menos de un segundo, (Isaka y et al. 1996).

Atleta 3: El cuadro 8 muestra el tiempo del primer halón en 0.32 seg. Y el tiempo del segundo halón en 0.16 seg. Al igual que en los atletas 1 y 2 los resultados obtenidos se corresponden con los aportados Isaka y et al. (1996). Sin embargo, no existe un rango entre estas dos fases, por lo tanto los datos aquí aportados podrían ser utilizados para futuros trabajos de investigación. El tiempo utilizado en la ejecución movimiento fue 0.80 seg., el cual corresponde nuevamente con la bibliografía consultada que consta en menos de un segundo, (Isaka y et al., 1996).

Atleta 4: El cuadro 8 muestra el tiempo del primer halón en: 0.32 seg. y el tiempo del segundo halón en: 0.16 seg. Este atleta también alcanzó la media señalada por Isaka y et al. (1996). Sin embargo, al igual que en el caso del atleta 3, no existe un rango entre estas dos fases ejecutadas por el atleta, por lo tanto los datos aquí aportados podrían ser señalados como una media para futuros trabajos de investigación. El tiempo utilizado en la ejecución

movimiento fue 0.80 seg., el cual corresponde con la bibliografía consultada que consta en menos de un segundo, (Isaka y et al., 1996).

Atleta 5: El cuadro 8 muestra el tiempo de ejecución del primer halón en: 0.32 seg. y el tiempo del segundo halón en: 0.24 seg. Al igual que en el caso del resto de los atletas el tiempo de ejecución del primer halón fue más lento que el del segundo halón, esto está estrechamente relacionado con la anatomía humana y a la eficacia de la técnica para lograr mejor rendimiento deportivo. El tiempo utilizado en la ejecución movimiento fue 0.80 seg., el cual corresponde con la bibliografía consultada que consta en menos de un segundo, (Isaka et al., 1996).

CARACTERÍSTICAS ESPACIO-TEMPORALES

Para el análisis de las características espacio-temporales del arranque se estudiaron la velocidad vertical en el primer halón y en el segundo halón. El cuadro 9 muestra los valores promedios obtenidos en la velocidad vertical de la barra de las cinco fases del arranque.

ATLETAS	FASE 1 m/s	FASE 2 m/s	FASE 3 m/s	FASE 4 m/s	FASE 5 m/s
1	0.83	1.68	1.68	0.36	- 0.96
2	1.92	0.40	3.12	-1.20	- 12.40
3	2.76	3.84	1.68	0.24	- 13.44
4	2.28	3.24	1.20	0.12	- 12.84
5	2.51	3.12	1.08	- 0.96	- 13.32
Media	2.06	2.45	1.75	- 0.28	- 10.59
D.T.	+ - 0.75	+ -1.39	+ - 0.81	+ - 0.73	+ - 5.4
Máximo	2.76	3.84	3.12	0.36	- 0.96
Mínimo	0.83	0.40	1.08	- 1.20	- 13.44
Rango	1.93	3.44	2.04	1.56	12.48

Cuadro.9

El promedio de la velocidad vertical en la primera fase (primer halón) fue de 2.06 m/s (+- 0.75 m/s) y en el caso de la segunda fase alcanzó un media de 2.45 m/s (+- 1.39 m/s). Para la tercera fase (segundo halón) la media estuvo señalada en un rango de 1.75 m/s (+- 0.81 m/s). La magnitud de la velocidad vertical en el primer halón fue mayor que el segundo halón el cual no corresponde con los datos tomados de la Enciclopedia Salvat: La Halterofilia (1976), la cual señala que la velocidad vertical del primer halón debe ser menor que la velocidad vertical del segundo halón, es decir las velocidad debe ir aumentando progresivamente hasta llegar al segundo halón.

El promedio de la velocidad vertical en la cuarta fase, fue de -0.28 m/s (± 0.73 m/s) y para la fase cinco el promedio de la velocidad vertical se caracterizó por alcanzar un rango de -10.59 m/s (± 5.40 m/s).

Atleta 1: En el cuadro 9 se muestran las velocidades verticales del primer halón en 0.83 m/s., la cual no corresponde con la bibliografía consultada que la ubica entre 1 a 1.78 m/s. esto es producto de la debilidad de los miembros inferiores por lo tanto utiliza más el tronco para despegar la barra de la plataforma que los miembros inferiores. El segundo halón en 1.68 m/s., este tiempo no corresponde con la media señalada en la bibliografía consultada, la cual ubica este promedio entre 1.60 a 2.50 m/s.

Atleta 2: En el cuadro 9 se muestran las velocidades verticales del primer halón en 1.92 m/s. este atleta tampoco se ubica en el rango o media señalada para esta fase, la cual se ubica entre 1 a 1.78 m/s. Esto es producto de la extensión de las rodillas muy adelantadamente. Durante la ejecución del segundo halón el rango alcanzado fue de 3.12 m/s. Este promedio de ejecución del movimiento se aleja del rango establecido que oscila entre 1.60 a 2.50 m/s. En el caso de este atleta se debe a una hiperextensión del tronco y una entrada rápida.

Atleta 3: En el cuadro 9 se muestran las velocidad vertical del primer halón ejecutada por este atleta el cual alcanzó los 2.76 m/s. Este resultado se

aleja, al igual que en el caso de los atletas anteriores, del rango señalado en la bibliografía que oscila entre 1 y 1.78 m/s. En el caso del segundo halón el resultado obtenido fue de 1.68 m/s, el cual se mantuvo entre el rango señalado por Enciclopedia Salvat: La Halterofilia (1976), que oscila entre 1.60 a 2.50 m/s.

Atleta 4: En el cuadro 9 se muestran las velocidades verticales del primer halón en 2.28 m/s. la cual no corresponde con la bibliografía consultada que la ubica entre 1 a 1.78 m/s. Esto es producto de la extensión adelantada de las rodillas. El segundo halón en 1.20 m/s. fue menor al rango (1.60 a 2.50 m/s) utilizado para la realización de este estudio. Esto es producto de la falta de extensión de las articulaciones de las rodillas.

Atleta 5: En el cuadro 9 se muestran las velocidades verticales del primer halón en 2.51 m/s. el cual es mayor al rango utilizado para marcada una media (1 a 1.78 m/s). Esto puede haber ocurrido producto de una extensión adelantadas de las rodillas. El segundo halón 1.08 m/s. el cual no corresponde con la bibliografía consultada que la ubica la ejecución de esta fase del movimiento entre 1.60 a 2.50 m/s. Esto es producto de la falta de extensión de las articulaciones de las rodillas.

Correlaciones del Arranque

Correlación Simple

Este método estadístico es utilizado con la finalidad de conocer la relación que existe entre la variable dependiente con las variables independientes, y predecir la ejecución óptima de la velocidad vertical del arranque en el segundo halón, ajustando las variables independiente con la variable dependiente.

Coefficiente del Modelo Matemático de la Ecuación de la Recta

	COEFICIENTE		Beta
	B	Error estándar	
(Constante)	- 49.328	0.000	
Desplvertbarr	-1.200	0.000	- 0.103
Desplvertcgy	34.200	0.000	1.384
Tdursegh	-140.604	0.000	- 6.816
Tdurmovcomp	61.226	0.000	8.183

Cuadro: 10

Modelo Matemático: $Y = a + b_1(x_1) + b_2(x_2) + b_3(x_3) + b_4(x_4)$

Aplicación del modelo matemático a una situación ideal.

$$Y = -49.328 + (-1.2) (1.27) + 34.2 (1.0) + (-140.604) (0.28) + 61.226(0.95)$$

$$Y = -49.328 + (-1.524) + 34.2 + (-39.369) + 58.16$$

$$Y = -90.221 + 92.360$$

$$Y = 2.13 \text{ m/s}$$

Atleta 1:

$$Y = -49.328 + (-1.2) (1.29) + 34.2 (0.96) + (-140.604) (0.25) + 61.226(1.0)$$

$$Y = -49.328 + (-1.548) + 32.832 + (-35.151) + 61.226$$

$$Y = -86.027 + 94.058$$

$$Y = 8.03 \text{ m/s}$$

Atleta 2:

$$Y = -49.328 + (-1.2) (1.36) + 34.2 (0.98) + (-140.604) (0.17) + 61.226(1.0)$$

$$Y = -49.328 + (-1.632) + 33.516 + (-23.902) + 61.226$$

$$Y = -74.862 + 94.742$$

$$Y = 19.88 \text{ m/s}$$

Atleta 3:

$$Y = -49.328 + (-1.2) (1.36) + 34.2 (1.04) + (-140.604) (0.08) + 61.226(0.82)$$

$$Y = -49.328 + (-1.632) + 35.568 + (-11.248) + 50.205$$

$$Y = -62.208 + 85.773$$

$$Y = 23.56 \text{ m/s}$$

Atleta 4:

$$Y = -49.328 + (-1.2)(1.19) + 34.2(1.02) + (-140.604)(0.08) + 61.226(0.82)$$

$$Y = -49.328 + (-1.428) + 34.884 + (-11.248) + 50.205$$

$$Y = -62.004 + 85.089$$

$$Y = 23.08 \text{ m/s}$$

Atleta 5:

$$Y = -49.328 + (-1.2)(1.29) + 34.2(1.02) + (-140.604)(0.16) + 61.226(0.98)$$

$$Y = -49.328 + (-1.548) + 34.884 + (-22.496) + 60.001$$

$$Y = -73.372 + 94.885$$

$$Y = 21.51 \text{ m/s}$$

En el cuadro 11 se presenta las variables dependientes con respecto a las variables independientes.

Variable Dependiente	Variable Independiente	Variable Independiente	Variable Independiente	Variable Independiente
VELVSH	DESPVB	DESPVCGC	TIEMPDSH	TIEMPDMC
2.13 m/s.	1.27mts.	1.0mts.	0.28seg.	0.96seg.

Cuadro: 11

En el cuadro 11 se observa que la variable dependiente (velocidad vertical en el segundo halón) está en 2.13 m/s., el cual corresponde con la

Enciclopedia Salvat: La Halterofilia (1976), que señala la media entre 1.60 a 2.50 m/s.

Por lo tanto, se puede predecir que el desplazamiento vertical de la barra, se puede comportar en 1.27mts.; el desplazamiento vertical del centro de gravedad corporal en 1.0 mts.; el tiempo del segundo halón en 0.28 seg., y por último el tiempo en la ejecución del arranque en 0.95 seg.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito de este estudio consiste en realizar el análisis de las características biomecánicas que intervienen en la ejecución del arranque en el levantamiento de pesas. Especialmente se determinó la trayectoria del centro de gravedad en las cinco fases, como también su variación vertical, el desplazamiento vertical y horizontal de la barra, el tiempo de ejecución del primer y segundo halón, el tiempo desde la posición inicial hasta la realización del movimiento completo, y por último la velocidad vertical.

En razón de lo antes expuesto se presentan las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES

La velocidad vertical del primer halón fue menor en las atletas (mujeres), que los atletas (hombres) y se incremento continuamente hasta el segundo halón, el cual corresponde con los valores reportados por Bartonietz (1996).

La velocidad vertical es importante para realizar la técnica de levantamiento de pesas (Baumann et al., 1988; Isaka et al., 1996). Desde el punto de vista de la

biomecánica, un levantamiento de arranque efectivo es caracterizado por una velocidad vertical de la barra, la cual incrementa continuamente entre el primer halón y el segundo halón. (Bartomietz, 1996). En el caso de este estudio, los atletas (hombres), 4 y 5 obtuvieron velocidades verticales mayores en el primer halón y menores en el segundo halón, estos valores no estuvieron conformes con la bibliografía consultada que señala la velocidad vertical del primer halón debe ser menor que la velocidad vertical del segundo halón, es decir la velocidad debe ir aumentando progresivamente hasta llegar al segundo halón. En otras palabras, La velocidad vertical del segundo halón es inversamente proporcional al tiempo de ejecución del movimiento del arranque, es decir a mayor velocidad menor tiempo de ejecución de la destreza deportiva.

Los atletas estudiados presentaron valores similares en el desplazamiento horizontal de la barra desde la fase 1 hasta la fase 5 con respecto a la línea de referencia que pasa a través de la barra antes del despegue; excepto la atleta 1 (mujer) y el atleta 5 (hombre) que registró valores distintos en el desplazamiento horizontal de la barra en 0.07 mts., resultando esto negativo para efectividad en la ejecución del movimiento.

Los atletas estudiados presentaron valores similares en el desplazamiento vertical de la barra desde la fase 1 hasta la fase 5, excepto el atleta 4 que obtuvo

menor desplazamiento vertical (0.00 mts.) que en muchos casos se convierte en un defecto perturbador de ejecución del movimiento.

Mientras mayor sea el desplazamiento vertical de la barra, y menor el desplazamiento horizontal mayor será el rendimiento deportivo.

La variación del centro de gravedad corporal en el eje Y desde la fase 1 hasta la fase 3 de los atletas estudiados, presentaron valores similares a diferencia del atleta 5 que registro valores diferentes a los obtenidos por sus compañeros causado por una exagerada hiperextensión del tronco, la cual no le permitió elevar y extender la articulación coxofemoral, esto significa que el atleta sacrifico el desplazamiento vertical por el desplazamiento horizontal.

El promedio del tiempo utilizado por los atletas estudiados en el primer halón fue significativamente mayor que el promedio del segundo halón, por lo tanto corresponden con los datos aportados por (Isaka et al, 1996).

En conclusión se puede señalar que el análisis biomecánico del movimiento del arranque permitió observar tanto resultados significativos como deficientes en la ejecución del movimiento del arranque en el levantamiento de pesas por parte de la muestra (atletas), las cuales servirán como base para la realización de las recomendaciones y sugerencias; así mismo podrán servir como antecedentes para la realización de otros estudios y/o como guía para los atletas y entrenadores.

RECOMENDACIONES

Los entrenadores de levantamiento de pesas deben tener en consideración las siguientes recomendaciones con el objetivo de obtener resultados positivos en la práctica deportiva de sus atletas:

Conocer las características biomecánicas que intervienen en la ejecución del movimiento del arranque en el momento de iniciar el proceso de enseñanza de la técnica. Además de dominar técnicamente las cinco fases del arranque en que esta dividido el movimiento.

Utilizar el método cinematográfico para la evaluación de la destreza deportiva es una clave para lograr observar las fortalezas y debilidades que presentan los atletas a fin de obtener la optimización del movimiento deportivo.

Enseñar sistemáticamente las cinco fases del arranque, en forma ascendente, atendiendo con mayor énfasis las dos fases más importantes de la ejecución del movimiento: el primer halón y segundo halón.

Erfatizar en los atletas incremento de la velocidad vertical de la barra entre el primer halón y segundo halón, ya que la velocidad es directamente proporcional al tiempo.

Lograr que los atletas mantengan lo mas cerca posible la barra del cuerpo para alcanzar un desplazamiento vertical que le permita levantar el implemento y de esta manera disminuir el desplazamiento horizontal.

Por último se recomienda que esta investigación sea utilizada como fundamentación o base para la realización de otros estudios y con el objetivo de enriquecer el conocimiento científico de los entrenadores de Levantamiento de Pesas.

REFERENCIAS

Bavaresco, A. (1998). **Técnicas de Investigación**. Illinois: Foreman and Company.

Baumann, W., Gross, V., Quade, K., Galbierz, P., y Schwartz, A. (1988). The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 World Championship. **International Journal of Sports Biomechanics**,4 68-69.

Castro, J. (1995). **Análisis Biomecánico de la Técnica del Arranque en Squat**. UPEL. Caracas – Venezuela.

Donskoi, D., y Zatsiorski V. (1989). **Biomecánica de los ejercicios físicos**. . La Habana-Cuba: Editorial Raduca Moscú y Editorial Pueblo y Educación. Segunda Edición

Donski, D.. (1982). **Biomecánica con fundamentos de la Técnica Deportiva**. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.

Enciclopedia Salvat de los Deportes. (1976). Barcelona, España: Editores S.A.

Enoka, R. (1979). The pull in Olympic weightlifting. **Medicine and Science in sports**,11, 131-137

Federación Española de Halterofilia. **Halterofilia Juvenil 12-17 años**. 1978. Madrid, España: M. Fierro.

Garhammer, J. (1985). Biomechanical Profiles of Olympic Weightliftings. **International Journal of Sport Biomechanics**, **1**, 122-130.

Gourgoulis, V. Aggeloussis, N. Antoniou, P. Christoforidis, C. Gourgoulis, V. Aggeloussis, y N. Garas, A. (2002). Comparative 3-dimensional kinematics analysis of the snatch technique in elite male and female Greek weightlifters. USA. **Journal of Sport Sciences**, **3** 16, 359-366.

Gourgoulis, V. Aggeloussis, N. Mavromatis, y G. Garas, A. (2000). Three-dimensional kinematics analysis of the snatch technique elite greek Weightlifting. **Journal of Sport Sciences**, **18**, 643-52.

Günter, B., y Klaus S. (1989). **Biomecánica Deportiva. (Fundamento para el estudio y la practica)**. España: Ediciones Martínez Roca, S. A.

Hainaut, R. (1980). **Introducción a la Biomecánica**. Barcelona, España: Jims.

Halliday, D., y Resnick, R. (1974). **Física Partes I y II**. 2da edición. México, D.F.: Editorial Continental.

Hay, J. (1978). **The biomechanics of sport techniques**. 2da Ed. USA: Prentice-Hall.

Hernández, A., y Velasco, G. (2003). **ABIOMO V.2.0. Software para el Análisis del Movimiento Deportivo**. Mérida, Venezuela: Laboratorio de Biomecánica. ULA.

Hernández, A. (2004). **El movimiento del Cuerpo Humano**. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes.

Hernández, A. (1994). **Características Biomecánicas del Salto triple**. Caracas, Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Trabajo presentado para optar al título de Maestría.

Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (1999). **Metodología de la Investigación**. Segunda Edición. México: McGraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1998). **Metodología de la investigación** 2da. Edición. Barcelona- España: Seix Barral S.A.

Hurtado, L., y Garrido, Y. (1997). **Paradigma y métodos de investigación en métodos de cambio**. Valencia, Venezuela: Editorial Rodas

Isaka, T., Okada, J., y Fuento, K. (1996). Kinematics analysis of the barbell during the snatch movement in elite Asian weightlifters. **Journal of Applied Biomechanics**, 12 508-516.

Lee, Y.; Huwang C., y Tsuang, Y. (1995). Biomechanical Characteristics of Preactivation and Pulling Phases of Snach. **Journal of Applied Biomechanics**, 11 288-297.

Luchkin, N. (1970). **Levantamiento de pesas**. La Habana, Cuba: Ediciones Deportivas.

Martínez, M. (2000). **La investigación cualitativa etnográfica en la educación**. México: Trillas.

Ramírez, T. (1996). **Análisis biomecánico de la rondada previa a los enlaces y saltos con dificultad en gimnasia artística.** Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes

Rivas, M. (2001). **Análisis biomecánico de la modalidad de arranque en la halterofilia.** Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.

Ruvalcaba, L. (1997). **Apuntes metodológicos sobre la preparación deportiva.** Maracaibo, Venezuela: Editorial Rolica.

Sabino, C. (1997). **El proceso de la investigación.** Caracas, Venezuela: Editorial Banafo.

SPSS, Inc. Spss Base 10. **Applications guide.** Chicago, Illinois (USA): Spss, Inc. (2003)

Suárez, I. (1986). **Levantamiento de pesas. Sus Ejercicios.** La Habana – Cuba.

Suárez, I. (1991). **Levantamiento de pesas. Notas y Observaciones.** La Habana – Cuba.

ANEXOS

COORDENADAS (X-Y)

	Foto 1	Foto 2	Foto 3	Foto 4	Foto 5	Foto 6	Foto 7	Foto 8	Foto 9	Foto 10	Foto 11	Foto 12	Foto 13
P.Ana. 1 X	48	45	47	48	47	47	47	45	47	47	44	48	47
P.Ana. 1 Y	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
P.Ana. 2 X	57	57	58	59	58	58	58	53	56	56	58	58	57
P.Ana. 2 Y	17	18	18	18	18	19	20	22	24	20	18	18	18
P.Ana. 3 X	55	53	55	56	56	56	54	50	52	54	56	55	54
P.Ana. 3 Y	21	20	20	20	20	21	22	23	26	21	20	20	20
P.Ana. 4 X	42	43	43	49	50	48	45	43	46	43	43	44	41
P.Ana. 4 Y	38	35	34	33	35	40	40	40	41	35	31	32	32
P.Ana. 5 X	64	65	66	68	62	65	57	51	54	44	60	63	60
P.Ana. 5 Y	43	46	47	47	50	50	50	57	60	51	40	34	32
P.Ana. 6 X	64	65	66	68	62	65	57	51	54	44	60	63	60
P.Ana. 6 Y	43	46	47	47	50	50	50	57	60	51	40	34	32
P.Ana. 7 X	42	43	43	49	50	48	45	43	46	43	43	44	41
P.Ana. 7 Y	38	35	34	33	37	40	40	40	41	35	31	32	32
P.Ana. 8 X	55	53	55	56	56	56	54	50	52	54	56	55	54
P.Ana. 8 Y	21	20	20	20	20	21	22	23	26	21	20	20	20
P.Ana. 9 X	57	57	58	59	58	58	58	53	56	56	58	58	57
P.Ana. 9 Y	17	18	18	18	18	19	20	22	24	20	18	18	18
P.Ana. 10 X	48	45	47	48	47	47	47	45	47	47	44	48	47
P.Ana. 10 Y	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
P.Ana. 11 X	64	65	66	68	62	65	57	51	54	44	60	63	60
P.Ana. 11 Y	43	46	47	47	50	50	56	57	60	51	40	34	32
P.Ana. 12 X	40	41	40	42	43	48	54	59	68	64	58	45	40
P.Ana. 12 Y	69	70	72	77	80	87	92	95	95	90	77	70	65
P.Ana. 13 X	40	40	40	41	42	45	51	58	66	63	57	48	45
P.Ana. 13 Y	58	58	62	65	68	75	82	85	83	78	67	60	55
P.Ana. 14 X	48	47	48	48	50	49	48	44	43	42	46	50	50
P.Ana. 14 Y	27	30	32	35	40	43	50	59	71	79	82	76	75
P.Ana. 15 X	47	46	47	49	48	49	48	44	45	44	47	49	49
P.Ana. 15 Y	30	32	34	38	42	46	53	67	73	79	79	75	76
P.Ana. 16 X	46	45	46	47	47	46	50	51	55	57	54	50	47
P.Ana. 16 Y	42	45	46	50	55	60	67	74	76	75	73	65	60
P.Ana. 17 X	44	43	43	45	46	46	51	55	62	61	57	53	49
P.Ana. 17 Y	54	55	58	60	65	70	77	82	81	76	70	57	53
P.Ana. 18 X	44	43	43	45	46	46	51	55	62	61	57	53	49
P.Ana. 18 Y	54	55	58	60	55	70	77	82	81	76	70	57	53
P.Ana. 19 X	46	45	46	47	47	46	50	51	55	57	54	50	47
P.Ana. 19 Y	42	45	46	50	55	60	67	74	76	75	73	65	60
P.Ana. 20 X	47	46	47	47	48	49	48	44	45	44	47	49	49
P.Ana. 20 Y	30	32	34	38	42	46	53	67	73	79	79	75	76
P.Ana. 21 X	48	47	48	48	50	49	48	44	43	42	46	50	50
P.Ana. 21 Y	27	30	32	35	40	43	50	59	71	79	82	78	75

Atleta 1: Puntos Anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.

COORDENADAS (X-Y)

Foto	1	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
P.Ana. 1 X	48	48	48	48	48	48	48	50	56	56	
P.Ana. 1 Y	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
P.Ana. 2 X	59	59	59	59	59	59	60	61	67	67	
P.Ana. 2 Y	20	20	20	20	20	20	20	22	20	20	
P.Ana. 3 X	56	56	56	58	58	59	57	59	63	65	
P.Ana. 3 Y	22	22	22	22	22	22	22	24	21	21	
P.Ana. 4 X	45	44	44	47	50	55	47	54	51	52	
P.Ana. 4 Y	33	33	37	38	42	43	39	43	36	37	
P.Ana. 5 X	66	66	66	68	69	67	59	60	70	70	
P.Ana. 5 Y	44	44	48	51	53	60	56	64	45	37	
P.Ana. 6 X	66	66	66	68	69	67	59	60	70	70	
P.Ana. 6 Y	44	44	48	51	53	60	56	64	45	37	
P.Ana. 7 X	45	42	44	47	50	55	47	54	51	52	
P.Ana. 7 Y	33	33	37	38	42	43	39	43	36	37	
P.Ana. 8 X	56	56	56	59	58	59	57	59	63	65	
P.Ana. 8 Y	22	22	22	22	22	22	22	24	21	21	
P.Ana. 9 X	59	59	59	59	59	59	60	61	67	67	
P.Ana. 9 Y	20	20	20	20	20	20	20	22	20	20	
P.Ana. 10 X	48	48	48	48	48	48	48	50	56	56	
P.Ana. 10 Y	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
P.Ana. 11 X	66	66	66	68	69	67	59	60	70	70	
P.Ana. 11 Y	44	44	48	51	53	60	56	64	45	37	
P.Ana. 12 X	39	37	39	39	41	45	59	74	52	53	
P.Ana. 12 Y	68	68	71	75	80	90	98	98	80	72	
P.Ana. 13 X	46	41	42	44	45	47	60	72	56	56	
P.Ana. 13 Y	56	56	60	63	70	78	85	87	70	62	
P.Ana. 14 X	48	49	48	50	49	52	54	44	54	57	
P.Ana. 14 Y	26	25	28	33	39	47	57	72	87	82	
P.Ana. 15 X	47	47	47	50	49	52	54	51	55	57	
P.Ana. 15 Y	28	28	32	36	42	50	60	74	85	80	
P.Ana. 16 X	46	47	48	49	50	53	58	60	57	59	
P.Ana. 16 Y	44	41	44	48	55	64	67	76	80	71	
P.Ana. 17 X	45	44	44	45	47	49	60	68	60	60	
P.Ana. 17 Y	52	50	53	56	63	73	78	82	72	62	
P.Ana. 18 X	45	44	44	45	47	49	60	68	60	60	
P.Ana. 18 Y	52	50	53	56	63	73	78	82	72	62	
P.Ana. 19 X	46	47	48	49	50	53	58	60	57	59	
P.Ana. 19 Y	44	41	44	48	55	64	67	76	80	71	
P.Ana. 20 X	47	47	47	50	49	52	54	51	55	57	
P.Ana. 20 Y	28	28	32	36	42	50	60	74	85	80	
P.Ana. 21 X	48	49	48	50	49	52	54	44	54	57	
P.Ana. 21 Y	26	25	28	33	39	47	57	72	87	82	

Atleta 2: Puntos Anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.

COORDENADAS (X-Y)

	Foto 1	Foto 2	Foto 3	Foto 4	Foto 5	Foto 6	Foto 7	Foto 8	Foto 9	Foto 10
P.Ana. 1 X	49	49	49	49	50	50	52	55	55	55
P.Ana. 1 Y	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
P.Ana. 2 X	59	59	59	59	54	58	67	65	65	66
P.Ana. 2 Y	20	20	20	20	20	24	24	20	20	20
P.Ana. 3 X	58	58	58	58	58	55	64	63	63	63
P.Ana. 3 Y	22	22	22	22	22	26	25	22	22	22
P.Ana. 4 X	45	46	59	52	49	52	52	50	50	50
P.Ana. 4 Y	39	39	42	40	39	46	39	35	35	35
P.Ana. 5 X	68	70	71	66	60	59	64	69	70	70
P.Ana. 5 Y	45	46	52	56	56	65	56	44	38	34
P.Ana. 6 X	68	70	71	66	60	59	64	69	70	70
P.Ana. 6 Y	45	46	52	56	56	65	56	44	38	34
P.Ana. 7 X	45	48	59	52	49	52	52	50	50	50
P.Ana. 7 Y	39	39	42	40	39	46	39	35	35	35
P.Ana. 8 X	58	58	58	58	58	55	64	63	63	63
P.Ana. 8 Y	22	22	22	22	22	26	25	22	22	22
P.Ana. 9 X	59	59	59	59	59	58	67	65	65	66
P.Ana. 9 Y	20	20	20	20	20	24	24	20	20	20
P.Ana. 10 X	49	49	49	49	50	50	52	55	55	55
P.Ana. 10 Y	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
P.Ana. 11 X	68	70	71	66	60	59	64	69	70	70
P.Ana. 11 Y	45	46	52	56	56	65	56	44	38	34
P.Ana. 12 X	37	39	41	44	58	70	70	51	50	50
P.Ana. 12 Y	66	70	74	85	98	102	94	79	71	67
P.Ana. 13 X	40	42	42	43	51	69	69	56	55	45
P.Ana. 13 Y	56	59	64	75	87	92	84	70	61	57
P.Ana. 14 X	49	51	52	45	55	49	54	57	59	61
P.Ana. 14 Y	27	31	40	47	59	75	84	85	80	75
P.Ana. 15 X	48	50	51	44	56	52	57	57	58	61
P.Ana. 15 Y	30	33	42	50	61	77	82	83	77	73
P.Ana. 16 X	47	48	48	50	58	64	56	60	57	60
P.Ana. 16 Y	44	48	53	63	75	82	79	73	68	62
P.Ana. 17 X	43	45	46	46	57	68	71	63	60	61
P.Ana. 17 Y	54	55	62	71	84	89	82	67	60	55
P.Ana. 18 X	43	45	46	46	57	68	71	63	60	61
P.Ana. 18 Y	54	55	62	71	84	89	82	67	60	55
P.Ana. 19 X	47	48	48	50	58	64	56	60	57	60
P.Ana. 19 Y	44	48	53	63	75	82	79	73	68	62
P.Ana. 20 X	48	50	51	44	56	52	57	57	58	61
P.Ana. 20 Y	30	33	42	50	61	77	82	83	77	73
P.Ana. 21 X	49	51	52	45	55	49	54	57	59	61
P.Ana. 21 Y	27	31	40	47	59	75	84	85	80	75

Atleta 3: Puntos Anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.

COORDENADAS (X-Y)

	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto	Foto
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P.Ana. 1 X	45	45	45	45	45	45	53	53	53	53
P.Ana. 1 Y	18	18	18	18	18	19	21	18	18	18
P.Ana. 2 X	56	57	57	57	57	55	63	63	63	63
P.Ana. 2 Y	19	19	19	19	19	24	25	20	20	20
P.Ana. 3 X	53	53	53	54	54	52	60	60	61	60
P.Ana. 3 Y	22	22	23	23	23	26	28	22	22	22
P.Ana. 4 X	43	47	49	53	46	48	48	48	48	48
P.Ana. 4 Y	37	40	41	41	40	46	40	35	35	36
P.Ana. 5 X	63	64	67	65	58	56	61	67	66	63
P.Ana. 5 Y	42	47	51	57	57	63	51	37	32	33
P.Ana. 6 X	63	64	67	65	58	56	61	67	66	63
P.Ana. 6 Y	42	47	51	57	57	63	51	37	32	33
P.Ana. 7 X	43	47	49	53	46	48	48	49	48	48
P.Ana. 7 Y	37	40	41	41	40	46	40	35	35	36
P.Ana. 8 X	53	53	53	54	54	52	60	60	61	60
P.Ana. 8 Y	22	22	23	23	23	26	28	22	22	22
P.Ana. 9 X	56	57	57	57	57	55	63	63	63	63
P.Ana. 9 Y	14	19	19	19	19	24	25	20	20	20
P.Ana. 10 X	47	45	45	45	45	45	53	53	53	53
P.Ana. 10 Y	18	18	18	18	18	19	21	18	18	18
P.Ana. 11 X	63	64	67	65	58	56	61	67	66	63
P.Ana. 11 Y	42	47	51	57	57	63	51	37	32	33
P.Ana. 12 X	40	39	40	44	57	69	70	51	48	49
P.Ana. 12 Y	70	74	78	87	97	100	90	72	68	66
P.Ana. 13 X	40	40	42	43	52	60	67	52	49	47
P.Ana. 13 Y	57	62	63	76	86	91	82	67	57	56
P.Ana. 14 X	45	45	45	47	50	47	50	51	52	53
P.Ana. 14 Y	27	32	37	47	57	71	78	79	74	73
P.Ana. 15 X	45	45	46	48	50	50	52	51	51	52
P.Ana. 15 Y	30	35	41	50	60	73	76	76	70	76
P.Ana. 16 X	44	45	45	47	52	58	62	53	51	49
P.Ana. 16 Y	45	48	55	64	68	82	73	70	62	64
P.Ana. 17 X	42	43	43	45	52	63	66	57	53	52
P.Ana. 17 Y	53	58	63	73	81	87	78	62	56	55
P.Ana. 18 X	42	43	43	45	52	63	66	57	53	52
P.Ana. 18 Y	53	58	63	73	81	87	78	62	56	55
P.Ana. 19 X	44	45	45	47	52	58	62	53	51	49
P.Ana. 19 Y	45	48	55	64	68	82	73	70	62	64
P.Ana. 20 X	45	45	46	48	50	50	52	51	51	52
P.Ana. 20 Y	30	35	41	50	60	73	76	76	70	70
P.Ana. 21 X	45	45	45	47	50	47	50	51	52	53
P.Ana. 21 Y	27	32	37	47	57	71	78	79	74	73

Atleta 4: Puntos Anatómicos en el movimiento de arranque en el Levantamiento de Pesas.