

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**UNIDAD REGIONAL CENTRO**  
**LICENCIATURA EN CULTURA FISICA Y DEPORTE**



**“ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA TECNICA DE ARRANQUE  
APARTIR DE LA TRAYECTORIA DE LA BARRA EN LAS  
CAMPEONAS DE UNIVERSIADA NACIONAL 2013”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**LICENCIADO EN CULTURA FISICA Y DEPORTE**

**PRESENTA:**

**ABEL ALVAREZ HINOJOSA**

**HERMOSILLO, SONORA**

**OCTUBRE DE 2014**

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**UNIDAD REGIONAL CENTRO**  
**LICENCIATURA EN CULTURA FISICA Y DEPORTE**

Los miembros del jurado calificador del examen profesional de **ABEL ÁLVAREZ HINOJOSA** hemos revisado detenidamente su trabajo escrito titulado: “**ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LA TECNICA DE ARRANQUE APARTIR DE LA TRAYECTORIA DE LA BARRA EN LAS CAMPEONAS DE UNIVERSIADA NACIONAL 2013**”, y encontramos que cumple con los requisitos para la presentación de su examen profesional. Por tal motivo recomendamos que acepte dicho trabajo como requisito parcial para la obtención del Título de Licenciado en Cultura Física y Deporte.

Atentamente

MMEDAR. Gabriel Núñez Othón  
Presidente del Jurado

Lic. Roberto Ung Vázquez  
Secretario

M.C. Fernando Bernal Reyes  
Vocal

Dr. Hugo Helio Gavotto Nogales  
Suplente

**Hermosillo, Sonora**

**Octubre 2014**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme vida, salud y el seno familiar donde crecí.

Agradezco a todos mis Maestros desde mi nivel básico, hasta el profesional, a todos ellos un gran abrazo porque me impulsaron a ser lo que ahora se cristaliza: un profesionista y un profesional.

Agradezco a todos mis Maestros de la Universidad de Sonora que me forjaron como Licenciado en Cultura Física y Deporte. Destaco de ellos a la Maestra Griselda Henry Mejía a quien le agradezco su apoyo como Maestra y Coordinadora, y a mi Director de Tesis Gabriel Nuñez Othón por su apoyo y paciencia en la elaboración del presente trabajo.

## **Dedicatorias**

Dedico este trabajo a mi Familia por el gran amor que siempre me ha dedicado especialmente a mi madre Manuela Hinojosa Figueroa y mis tíos Ana Bertha y Alicia†, María Dolores y María Elena y Fabián Hinojosa Figueroa porque me dirigieron siempre con sus palabras de aliento y ejemplo.

Dedico también esta obra a mi hermana Rosa Álvarez Hinojosa por sus consejos, apoyo y palabras de aliento que me ha proporcionado.

## Índice de contenido

Agradecimientos .....	III
Dedicatorias .....	IV
Lista de tablas .....	VI
Lista de figuras .....	VI
Objetivo general .....	VIII
Objetivos específicos .....	VIII
Resumen .....	IX
Introducción .....	10
Antecedentes .....	14
Definición del movimiento de arranque .....	26
Importancia del análisis de la trayectoria .....	30
Materiales y métodos .....	33
Diseño experimental .....	37
Resultados y discusión .....	39
Conclusiones .....	60
Recomendaciones .....	63
Bibliografía .....	65

## Lista de tablas

Tabla 1. Campeonas de cada categoría en Universiada nacional.....	38
Tabla 2. Levantamientos y pesos en cada intento.....	39
Tabla 3. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 48 kg.....	40
Tabla 4. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 53 kg.....	42
Tabla 5. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 58 kg.....	44
Tabla 6. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 63 kg.....	46
Tabla 7. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 69 kg.....	47
Tabla 8. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 75 kg.....	51
Tabla 9. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría +75 kg.....	51
Tabla 10. Valores máximos en x del primer jalón .....	54
Tabla 11. Máximo valor en x al inicio del segundo jalón.....	55
Tabla 12. Valor en x al final del segundo jalón .....	57
Tabla 13 . Valor en x después del segundo jalón .....	57
Tabla 14. Máxima altura de la barra. ....	58
Tabla 15. Altura mínima de captura y máximo valor en x.....	59
Tabla 16. Tipos de trayectorias distribuidos en los intentos de cada campeona ..	60

## Lista de figuras

Figura 1. Tipos básicos de trayectoria de la barra.....	22
Figura 2. Diagramas de fases del arranque por Bartonletz, 1996 .....	28
Figura 3 . Diagramas de fases del arranque por Gourgoulis et al., 2000. ....	28
Figura 4. Ejemplo de colocación del marcador de línea vertical de referencia y origen de ejes. ....	36
Figura 5. Trayectorias de la barra categoría 48 kg. ....	41
Figura 6. Trayectorias de la barra categoría 53 kg. ....	43
Figura 7. Trayectorias de la barra categoría 58 kg .....	45

Figura 8. Trayectorias de la barra categoría 63 kg.....	47
Figura 9. Trayectorias de la barra categoría 69 kg.....	49
Figura 10. Trayectorias de la barra categoría 75 kg.....	50
Figura 11. Trayectorias de la barra categoría + 75 kg .....	52
Figura 12. Ejemplo de colocación del punto de origen de los ejes.....	53
Figura 13. Análisis de la fase de primer jalón .....	54
Figura 14. Posición de inicio del segundo jalón .....	55
Figura 15. Final de segundo jalón .....	56
Figura 16. Análisis de la posición de máximo alejamiento de la barra después del segundo jalón.....	57
Figura 17. Máxima altura de la barra .....	58
Figura 18. Análisis de la posición mínima de captura y de máximo acercamiento de la barra.....	59
Figura 19. Porcentajes de cada tipo de trayectoria en todos los levantamientos de las campeonas .....	61
Figura 20 . Porcentaje de levantamientos por tipo de trayectoria en su mejor marca .....	62



## **Objetivo general**

Determinar el modelo técnico de trayectoria en el arranque, utilizado por las campeonas del evento nacional de Universiada en el año 2013

## **Objetivos específicos**

1. Definir según la bibliografía más actualizada las características que presenta la trayectoria de la barra en el movimiento de arranque.
2. Recopilar con medios tecnológicos las trayectorias del punto barra que manifiestan en la modalidad de arranque los levantadoras de pesas ganadoras de medalla de oro de la Universiada Nacional 2013.
3. Establecer si las trayectorias de la barra examinadas en el presente estudio tienen un comportamiento identificado con la descripción de la técnica moderna según las publicaciones científicas.

## Resumen

El propósito del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de la efectividad de la técnica de arranque de las campeonas de halterofilia del evento de Universiada 2013, para lo cual se acudió al tipo de trayectoria que desarrolla la barra desde una perspectiva sagital, los resultados se compararon con competencias internacionales recientes en los cuales se haya tomado como punto de referencia la clasificación de los tres tipos básicos de trayectoria según Vorobyev (1978). Se acudió a la competencia de Universiada Nacional donde se grabaron los arranques de las competidoras seleccionando los levantamientos de arranque de las campeonas de las siete categorías de la rama femenil. De 21 oportunidades de levantamiento las campeonas realizaron 12 levantamientos exitosos, si se consideran todos se obtuvo que el 83 % (10 levantamientos) desarrollaron una trayectoria ajustada al tipo tres, que es la más deficiente de las trayectorias descritas inicialmente por Vorobyev y las referencias científicas actualizadas, las trayectorias dos y tres, estuvieron presente solamente una ocasión respectivamente cada uno de estos tipos dando un valor de 8.33 % c/u.

## **Introducción**

El presente trabajo es una investigación que se elabora para conocer el nivel de actualización técnico de las campeonas de la Universiada realizada en el año 2013, reconociendo que la preparación que necesita un deportista para ser altamente competitivo es cada vez más compleja.

La propuesta de este trabajo se centra en analizar las características técnicas del movimiento deportivo de arranque, ya que, junto con el resultado, son la forma expuesta en que se puede evaluar la calidad deportiva, y a partir de ella se pueden incluso realizar pronósticos, correcciones y mejoras en la metodología del entrenamiento

Son la técnica (movimiento corporal y del implemento) y las decisiones tácticas (aprovechamiento de las condiciones) los elementos finales que determinan la evaluación de todo el rendimiento deportivo pues a través de estos, obtendremos el resultado.

Es en el momento de ejecución del movimiento competitivo cuando a través de movimientos corporales se evalúan todos los demás componentes, por ejemplo: si la condición psíquica es mala, se inhibe o se sobre estimula el sistema neuromotor dando a mayor posibilidad de fallas, si las condiciones externas del deportista no

son favorables para su entrenamiento: posiblemente no tenga la alimentación adecuada o el descanso que se requiere.

Pero si hemos establecido que se evalúa el estado de entrenamiento a través de los movimientos corporales, ¿Cómo se realiza esto? La biomecánica es la ciencia que estudia el movimiento mecánico en los organismos animales, sus causas y manifestaciones. (Donskoi, 1988 p.1).

Por medio del análisis de videograbaciones se pueden realizar algunos análisis tales como estrategias tácticas, revisión de decisiones arbitrales, desplazamientos por zonas del terreno de juego, en esta ocasión daremos más importancia al análisis técnico de los movimientos en razón de que es un elemento de evaluación del rendimiento deportivo.

Los movimientos corporales pueden analizarse a través de las características cuantitativas o las características cualitativas de las acciones motoras. Las características cuantitativas son aquellas que se pueden expresar numéricamente mediante la medición, mientras que las características cualitativas son las que pueden expresarse con palabras por apreciación.

La efectividad de la técnica se determina por su grado de cercanía a la variante individualmente óptima. Existen tres tipos de indicadores de la efectividad:

- Absoluto
- Comparativo
- Realización

*La efectividad de la técnica en términos absolutos* se determina fundamentalmente por el grado de acercamiento al modelo técnico más racional que teóricamente permite alcanzar los mejores resultados. El modelo técnico varía notablemente pues depende de diversos factores como el nivel de desarrollo deportivo, la estandarización de las acciones técnicas y las situaciones competitivas en que se realizan.

*La efectividad de realización de la técnica* consiste en la comparación del resultado obtenido en desempeño competitivo del deportista y el logro que hubiera podido obtener si tuviera la técnica efectiva o excelente de los movimientos, teniendo como referente que se es conocido las posibilidades motoras (potencial motor) del deportista a partir de un conjunto de indicadores. En su variante simplificada, el potencial motor puede ser representado por un indicador, pero generalmente contempla el empleo de dos a cinco indicadores.

*La determinación de la efectividad comparativa de la técnica*, que es el método elegido en el presente trabajo, consiste en la evaluación relativa de la acción concreta respecto a la desempeñada por los deportistas de alta calificación. En la

mayoría de los casos se utiliza como patrón de comparación la técnica promedio de los deportista de alta calificación (Zatsiorsky p.202).

El procedimiento para la comparación está dirigido a la búsqueda de indicadores que discriminen de la técnica cuestionada con respecto a la técnica utilizada de los deportistas de alto nivel. Para esto se registran las características cinemáticas y dinámicas de la técnica del ejercicio y después se realiza un análisis comparativo.

Para determinar la técnica adecuada se acudió a diversas publicaciones científicas que recopilaron los datos de la trayectoria del arranque, encontrando que la trayectoria utilizada actualmente respecto de los deportistas de élite mundial, es la denominada tipo dos.

El análisis de movimiento por medio de sistemas de captura avanzado es una de las formas más efectivas de controlar el comportamiento técnico de un deportista a través de análisis de movimientos basado en tecnología de video digital, ya que proporciona información acerca del movimiento bidimensional o tridimensional de las personas o de los objetos en el espacio y con el cual se pueden calcular datos más complejos, como son velocidades, aceleraciones, impulsos mecánicos, momentos angulares o energías, para caracterizar aspectos de movimiento como

la eficiencia, el grado de normalidad del gesto y la regularidad en la ejecución del movimiento.

### **Antecedentes**

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, se popularizaron en Europa los espectáculos de hombres fuertes en ferias y circos que realizaban levantamientos de variados objetos comunes, incluyendo personas y animales. La admiración hacia estos espectáculos provocó que se popularizaran las actividades de fuerza.

En esa época existían clubes de levantamiento de pesas en muchos países europeos, siendo los inmigrantes quienes trasladaron esta práctica deportiva a Estados Unidos y Canadá. Se considera al año 1880 como la fecha de inicio del deporte de levantamiento de pesas organizado a nivel mundial. La popularidad del deporte provocó que se incluyera en el programa de los Primeros Juegos Olímpicos de la Era Moderna celebrados en Atenas en 1896.

En 1905 se fundó la Unión Mundial de Atletas Amateurs que reunió a practicantes del levantamiento de pesas y lucha; en las pruebas de levantamiento de pesas se participaba en cuatro ejercicios, como parte del programa se encontraban los siguientes movimientos: arranque con brazo izquierdo, arranque con brazo

derecho, levantamiento de fuerza con ambas manos, y envión con ambas manos; en 1912, se renombró como Federación Internacional de Atletismo Pesado (IWF).

En 1920 se reorganiza bajo el nombre de Federación Internacional de Halterofilia, y en 1928 desaparecen las pruebas con una mano, quedando el arranque a dos manos, el levantamiento de fuerza y el envión. Es en 1972 cuando tomó el nombre de Federación Internacional de Levantamiento de Pesas, siendo en 1973 cuando se instituyen como pruebas únicas el arranque y envión.

La participación oficial de mujeres se reconoce hasta el año 1983, siendo hasta 1986 en que se lleva a cabo la primera competencia internacional, en 1987 es cuando se realiza el primer Campeonato Mundial Femenil de Levantamiento de Pesas, y es hasta el año 2000 cuando participan por primera vez en Juegos Olímpicos.

El levantamiento de pesas consiste en dos modalidades de levantamiento: el arranque y envión, teniendo cada levantador tres oportunidades en cada modalidad para levantar o avanzar incrementando el peso en cada una de ellas.

En la Universiada Nacional se premia con medallas de oro, plata y bronce las pruebas de arranque y envión, también se premia al denominador total que corresponde a la suma de las dos pruebas.



Los levantamientos son realizados de forma rápida, con impulso para vencer la fuerza de gravedad ocupando aproximadamente un segundo. Los levantadores de pesas tienen que generar una gran potencia muscular durante cada levantamiento y efectivamente transferir dicha potencia a la barra (Isaka, T., Okada, J., & Funato, K., 1996).

Gourgoulis, Nickos , Giorgios y Athanasios (2000, p.643) en su estudio sobre la cinemática del arranque definen que la técnica, junto con la fuerza explosiva y la flexibilidad contribuyen significativamente al rendimiento en el deporte de levantamiento de pesas. Agrega que la técnica está definida como la coordinación óptima de los movimientos de varios miembros, para levantar el máximo peso de acuerdo a las reglas del evento.

Sin embargo, la definición técnica de un movimiento deportivo puede tener validez únicamente para determinada temporalidad e incluso tener diferentes concepciones en diferentes partes del mundo, debido a que la técnica deportiva se desarrolla persistentemente en correspondencia a la necesidad de encontrar métodos y formas más racionales de ejecución de los movimientos, con el afán de lograr mejores marcas economizando el gasto energético.

Por lo que respecta al levantamiento de pesas, la técnica de levantamiento ha tenido algunas modificaciones sobre todo en lo que corresponde a la trayectoria

de la barra; durante algún tiempo se consideró que la trayectoria de la barra durante el arranque y el envión debía describir una línea recta (Cuervo y González 1990, p. 10).

En 1969, el autor N. I. Luchkin en su obra “Levantamiento de Pesas” señaló que la búsqueda de la técnica ideal era una tarea muy importante en el levantamiento de pesas y que para cumplir esta tarea se tenía que partir de principios o reglas generales de una técnica racional, señaló dentro de ellos que técnicamente se tenía que cumplir: 1. “La trayectoria relativamente recta del movimiento de la palanqueta en las diversas fases de su levantamiento”, 2. “El camino más corto del movimiento de la palanqueta en las diversas fases de su levantamiento...” (p.16).

Luchkin argumentó, que reducir el camino de la barra en su ascenso permite levantar más peso y por ello la importancia de que se levante la barra verticalmente ya que cualquier desviación implica una pérdida de las fuerzas aplicadas.

Arkady Vorobyev, connotado levantador de pesas ruso, al culminar sus estudios como médico realizó algunas investigaciones en su deporte. En 1978, publicó su obra “Un Libro de Notas de Levantamiento de Pesas” (A Textbook on Weightlifting, 1978) el cual es un referente desde esa fecha para diversos estudios cinemáticos

en este deporte. Dada su importancia haremos las principales acotaciones al respecto de sus descubrimientos sobre la trayectoria de la barra.

Vorobyev menciona que de diez a quince años anteriores a la realización de su obra, los entrenadores y levantadores trataban que la barra fuera levantada estrictamente en línea vertical y que a través del análisis de los levantamientos de prominentes levantadores, campeones olímpicos y del mundo, descubrió que en todos ellos la trayectoria de movimiento de la barra no era una línea recta vertical sino una curva en forma de “S” (1978, p.86).

Agrega el autor ruso que según el nivel de aptitud de los levantadores, sus levantamientos muestran una trayectoria distinta, y que son tres tipos básicos de trayectorias las que se identifican de entre todas las variaciones al ejecutar los movimientos de arranque y envión, definiendo que la trayectoria tipo uno es la ideal por aprovechar óptimamente la cadena cinemática del ejercicio (Véase la figura 1).

La descripción que hace de la trayectoria tipo uno es: cuando la barra en la primera fase del jalón se aproxima al levantador por detrás de la línea vertical, dibujada esta línea vertical a partir de la posición inicial de la barra, luego, en la segunda fase del jalón al moverse hacia arriba cruza al frente dicha línea

separándose del levantador, y al proseguir en la parte más alta del jalón de nuevo cruza la línea vertical hacia atrás para ser recibida por los brazos del levantador.

La trayectoria tipo dos, es aquella en la cual la barra al despegar de la plataforma, como en la tipo uno, se aproxima al levantador, aprovechando al máximo el movimiento al colocar las rodillas bajo la barra, luego en la segunda fase del jalón la barra se aproxima a la línea vertical pero no la cruza al frente, la trayectoria finaliza con una curva de amplitud definida. Vorobyev (p. 92) señaló que este tipo de trayectoria nunca es considerada como técnica razonable, acusando que los hombros son movidos hacia atrás demasiado pronto y no se puede hacer uso de la fuerza de los músculos más grandes de la manera necesaria.

La trayectoria tipo tres, es cuando al momento de despegar la barra, ésta comienza alejándose del levantador por frente de la línea vertical por la razón de que en la posición inicial la barra está muy cerca de los tobillos, luego cruza la línea vertical acercándose al levantador en la primera fase del jalón, para posteriormente repetir el movimiento alejándose del levantador y cruzar la vertical al frente, para en un punto más elevado, por tercera vez cruzar la vertical hacia atrás finalizando con una curva al caer como los otros dos tipos de trayectoria.

Vorobyev señaló, que en la trayectoria tipo tres el tiempo efectivo de trabajo de los músculos extensores de la cadera es demasiado corto, por razón de que los

hombros en el período de la extensión completa se encuentran solo ligeramente por delante de la barra lo que impide utilizar debidamente los músculos extensores de la cadera

Describe igualmente, que dentro de cada uno de los tipos de trayectoria se encuentran tres variantes, las cuales son denominadas a, b y c que se distinguen entre sí por la posición de la parte alta de la trayectoria, en relación a la línea vertical.

En 1985 John Garhammer publicó los resultados de sus observaciones respecto de cinco ganadores de medalla de oro en los Juegos Olímpicos de los Ángeles 1984, en donde analizó la trayectoria, velocidades y potencia de los levantamientos. Allí observó que la trayectoria de la barra era similar a las descritas por Vorobyev (Garhammer 1985).

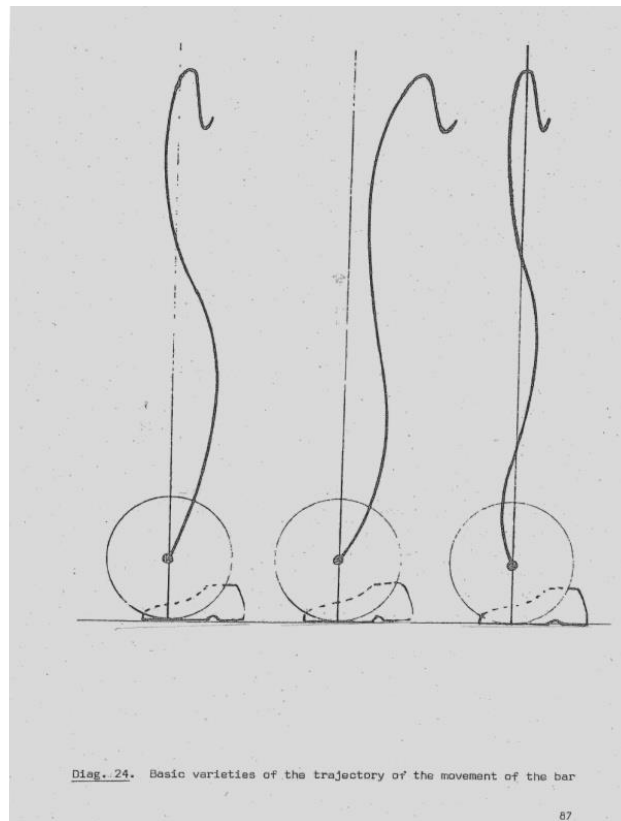
Para resaltar la prevalencia del tipo de trayectoria entre los años 1978 a 1984 Garhammer refiere que al analizar los arranques y enviones efectuados por campeones del mundo varones y de quienes impusieron records mundiales en ese período, aproximadamente el 55% de estos levantamientos fueron realizados con la trayectoria uno, y la mayoría de los restantes 45% con la trayectoria tipo dos, esto en referencia a los tres tipos de trayectoria propuestos por Vorobyev (Garhammer, 1998).

Agrega, que al revisar los arranques y enviones para nueve medallistas de oro femeniles en el Campeonato del Mundo en el año de 1987, el 62% correspondió al tipo uno, el 31% al tipo dos y el 6% al tipo tres.

Baumman, Gross, Quade, Galbierz y Schwirtz pertenecientes a la Republica Federal Alemana, realizaron una investigación en 1985 del comportamiento cinético y cinemático de levantamientos realizados en el Campeonato del Mundo de 1985 realizado en Suecia, los sujetos de estudio fueron dos grupos extremos de las categorías 60 kg, 75 kg, 90 kg y más de 110 kg. El primer grupo comprendió los diez mejores levantamientos de los cuatro primeros lugares del grupo "A", el segundo grupo comprendió a los diez peores levantamientos del grupo "B". En sus conclusiones determinaron que en casi todos los levantamientos del grupo "A" -donde se ubican los levantadores de mejores marcas cuando hay muchos competidores-; el recorrido de la barra no cruzó la línea vertical de referencia proyectada hacia arriba de la posición inicial de la barra (1988).

Esto fue detectado también a algunos levantadores del grupo "B", que son los levantadores de cada categoría que prosiguen en calidad competitiva al grupo "A". En estas conclusiones, señalaron que los mejores levantadores utilizaron la trayectoria tipo dos de las propuestas como tipos básicos por Vorobyev. Ver Figura 1.

Figura 1. Tipos básicos de trayectoria de la barra



*Nota:* de derecha a izquierda tipos uno, dos y tres. Traducción de la nota al pie de la figura original: “*variedades básicas de la trayectoria en el movimiento de la barra.*” Imagen tomada de Vorobyev, 1978. Pág. 87

En el año 1996 Isaka, Okada y Funato publicaron su trabajo denominado “Análisis Cinemático de la Barra Durante el Movimiento de Arranque en los mejores Levantadores de Pesas Asiáticos”, este estudio se centró en seis categorías de peso corporal de los que participaron en el primer torneo internacional amistoso en Japón (1993).

En sus conclusiones señalaron que de los seis mejores levantamientos, en cinco de ellos la trayectoria de la barra no cruzó la línea vertical de referencia proyectada hacia arriba de la posición inicial, en clara alusión a una prevalencia de la trayectoria tipo dos de las señaladas por Vorobyev en 1978.

En el año 2000, Vassilios Gourgoulis, Nickos Aggelousis, Giorgios Mavromatis y Athanasios Garas del Departamento de Educación Física y Ciencias del Deporte de la Universidad Democritus de Tracia, Grecia, publicaron los resultados de análisis cinemático del movimiento de arranque con datos recolectados del equipo varonil Griego de levantamiento de pesas en un evento internacional efectuado en 1998.

Las conclusiones del estudio fueron que de 12 arranques analizados nueve no cruzaron la línea vertical imaginaria a partir de la posición inicial de la barra, adecuándose por tanto la mayoría al tipo dos de las señaladas por Vorobyev (Gourgoulis et al., 2000).



En el año 2008 Okada, Lijima, Fukunaga, Kikuchi y Kato publicaron un estudio que realizaron en el Campeonato Mundial Juvenil de 2006 respecto del comportamiento cinemático de la barra en el levantamiento de arranque, para lo cual compararon las mejores ejecuciones de la selección femenil juvenil japonesa, con relación a las campeonas mundiales de dicha competencia.

Al revisar los gráficos de la trayectoria de las competidoras niponas, cuatro realizaron la trayectoria tipo dos en su mejor arranque, otra desarrolló la trayectoria tipo tres y dos la trayectoria tipo uno.

Con relación a las campeonas mundiales de dicha competencia, de las siete, cinco de ellas realizaron la trayectoria dos en la cual la barra no cruza en ningún momento hacia el frente la línea vertical de referencia y las otras dos desarrollaron la trayectoria tres, donde la trayectoria se aleja del levantador al inicio de su ascenso.

En el año 2008 la revista de la federación española de levantamiento de pesas “Federhalter” publicó el artículo: “Técnicas de los ejercicios de competición, la trayectoria de la barra como análisis de la ejecución de los ejercicios”, del Dr. Manuel Galván; Director Técnico de la Federación Española de Halterofilia, y en el cual señala que en la técnica actual la recomendación es mantener la trayectoria

por detrás de la vertical, lo cual anteriormente se señalaba como un error (Galván, 2008).

En año 2010 Leslie Musser, bajo la dirección de John Garhammer, hizo su tesis de maestría en Cinesiología, realizando un estudio de la antropometría y su relación en la trayectoria de la barra en seis categorías de la rama femenil de los Juegos Panamericanos de 2009, concluyendo que las medallistas desplegaron un 72.2 % la trayectoria tipo dos y un 27.8% la trayectoria tipo tres, puntualizó que todos los medallistas de oro de esas seis categorías, exhibieron exclusivamente la trayectoria tipo dos y que no hubo medallistas con levantamientos que se ajustaran a la trayectoria tipo uno (Musser, 2010).

Con las publicaciones y bibliografías señaladas, se concluye que la investigación de campo es un tema vigente en las últimas décadas, que las características cinemáticas y cinéticas de la barra son aspectos que los investigadores consideran importantes para la técnica de los movimientos competitivos y la obtención de buenos resultados, además se observa que todos utilizaron métodos no invasivos, puesto que sus análisis fueron a partir de videograbaciones del comportamiento de los deportistas y el implemento.

## **Definición del movimiento de arranque**

Resulta básico definir el concepto del movimiento de arranque, pues es el punto de partida de la investigación, para ello, a continuación se establecerán de manera expositiva y gráfica los movimientos en qué consiste, primeramente cómo oficialmente se describe y posteriormente se desplegará su descripción técnica.

La Federación Internacional de Levantamiento de Pesas define al movimiento de arranque en su cláusula 2.1.1 de su Manual de Reglas Técnicas y de Competencia conforme a la siguiente descripción textual (IWF, Reglas Técnicas y de Competencia):

## **El arranque**

Con la barra con pesas colocada horizontalmente delante de las piernas del levantador, esta es agarrada con las manos en pronación y alzada en un solo movimiento hasta la completa extensión de los brazos, mientras se desplazan las piernas a tierra o se flexionan. Durante este movimiento continuado, la barra puede deslizarse a lo largo de los muslos y del regazo. Ninguna parte del cuerpo diferente a los pies puede tocar la plataforma durante la ejecución del levantamiento. El peso, que ha sido levantado, debe ser mantenido inmóvil en la posición final con brazos y piernas extendidos, los pies sobre la misma línea, hasta que el juez de la señal de reponer la barra con pesas en la plataforma. El

levantador puede recuperarse desde una posición de desplante o sentadilla tomándose su tiempo, y terminar con los pies sobre la misma línea, paralela al tronco y barra. El juez dará la señal de bajar la barra tan pronto como el levantador permanezca sin moverse en todas las partes del cuerpo.

### **La técnica de arranque**

El éxito en el levantamiento de arranque consiste en acelerar la barra para que alcance la altura suficiente para permitir que el levantador se sitúe por debajo de la misma hasta conseguir la posición de encaje (sujeción o cargada) como se ve en las figuras 2 y 3 (Campos et al., 2004).

Para el estudio de la modalidad de arranque, tanto Gourgoulis et al. (2000), como Klaus E. Bartonletz, (1996) dividen la parte principal del movimiento en cinco fases como se aprecia en la figura 2; las acciones que se realizan en cada una de ellas son:

1. Primer jalón, comienza desde el despegue de la barra de la plataforma hasta la primera extensión máxima de las rodillas, como efecto de que las rodillas y caderas se extienden, los tobillos tienen flexión plantar manteniendo todo el pie en contacto con el suelo.

Figura 2. Diagramas de fases del arranque por Bartonletz, 1996

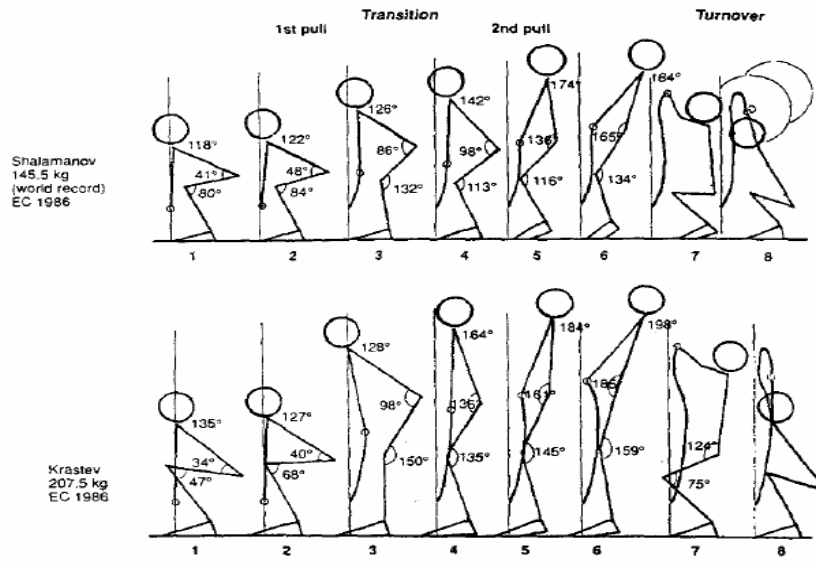


Figure 1 Body positions during the snatch and path of the barbell (12) for 2 lifters of different weight categories. Note that the working conditions for the main muscle groups of the legs differ for each lifter as a result of differences in body dimensions.

Nota: Traducción de la nota al pie de la figura: "Posiciones del cuerpo durante el arranque y trayectoria de la barra para dos levantadores de diferentes categorías de peso, notar que las condiciones de trabajo para las principales grupos musculares de las piernas difiere para cada levantador como resultado de las diferentes dimensiones corporales."

Figura 3 . Diagramas de fases del arranque por Gourgoulis et al., 2000.

644

Gourgoulis et al.

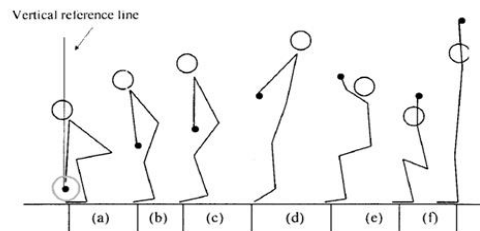


Fig. 1. The phases of the snatch: (a) the first pull, (b) transition from the first to the second pull, (c) the second pull, (d) turnover under the barbell, (e) the catch phase, (f) rising from the squat position.

Traducción de la nota al pie de la figura: "las fases del arranque: a) el primer jalón, b) transición del primero al segundo jalón, c) segundo jalón, desliz bajo la barra, e) fase de cargada, f) levantamiento de la posición de sentadilla."

2. Transición del primer al segundo jalón, inicia de la máxima primera extensión de las rodillas hasta la máxima primera flexión. Las rodillas son empujadas hacia debajo de la barra y el ángulo de las rodillas disminuye unos 20°. Cuervo y González definen a esta fase como una parte del primer jalón (1990 p.29).

3. Segundo jalón, prosigue a partir de la primera máxima flexión de las rodillas hasta la segunda máxima extensión de estas. La extensión de las rodillas, se acompaña de caderas, tobillos levantando el talón, jalón de hombros y brazos levantando los codos a los costados.

4. Desliz (entrada bajo la barra), una vez que se realiza la segunda máxima extensión de la rodilla el levantador debe mover su cuerpo hacia debajo de la barra con los pies completamente en contacto con el suelo, ya que la altura alcanzada por la barra al final de la segunda fase del jalón no es suficiente para completar la extensión de los brazos y sujetar con éxito la barra por sobre la cabeza del levantador.

5. Captura, se realiza desde la máxima altura de la barra hasta que se establezca la barra en la posición de agarre sobre la cabeza desacelerando el movimiento descendente de la barra y bloqueando completamente los brazos.

En las secuencias de las figuras 2 y 3 se observan de forma sagital las principales fases del movimiento del arranque desde el despegue hasta la sujeción de la barra sobre la cabeza, en las imágenes tomadas de Bartonletz se puede observar como la barra dibuja su trayectoria al transitar entre las fases. En Gourgoulis et al. agregan un dibujo (f) correspondiente al movimiento de pararse el atleta desde la posición de sentadilla, pero esta fase no está considerada como principal.

### **Importancia del análisis de la trayectoria**

Señala Donskoi que la investigación de los movimientos humanos permite evaluar la calidad de la ejecución de la acción del deportista durante el entrenamiento o la competencia; agrega que las observaciones realizadas en competencias deben realizarse de tal forma que se recojan datos objetivos, por lo cual el procedimiento no debe afectar el desarrollo normal de los movimientos (p.148).

Acorde a esto, encontramos que el diseño de las investigaciones que sirven de referencia al presente trabajo no fueron invasivas, sino que se concretaron a registrar en su mayoría los levantamientos con métodos de videograbación, algunos con una sola cámara y otros con varias dispuestas desde diferentes posiciones con respecto al deportista y posteriormente procesaron los datos.

Vorobyev señala que la trayectoria de la barra depende de la disposición de varias cadenas cinemáticas del levantador, empezando desde la posición inicial hasta el

final del levantamiento, y que en ella se reflejan parámetros, a partir de la velocidad de contracción muscular en las diversas fases del levantamiento (p.88).

Agrega que los análisis revelaron que dependiendo de la calidad del levantador, éste demuestra cierta trayectoria de la barra en su levantamiento y que por ende, a partir de la trayectoria, se puede evaluar la calidad y eficiencia de la técnica de la ejecución del levantador (pp. 86-88).

Sin embargo, como la técnica tiene validez solo en cierta temporalidad por el avance que le proveen las ciencias aplicadas al deporte, resulta interesante encontrar en las deportistas universitarias mexicanas las características de trayectoria que describen al ejecutar sus movimientos, para encontrar el nivel de calidad técnica de cada uno y en conjunto, y a partir de aquí realizar propuestas de otras investigaciones y mejoras.

### **Justificación del estudio**

El levantamiento de pesas es popular en nuestro país, se observa con la numerosa participación de jóvenes en eventos tales como Olimpiada Nacional Infantil y Juvenil, Universiada y campeonatos de Primera Fuerza. Su práctica trasciende a otras especialidades deportivas que utilizan algunas de sus técnicas como medios de preparación de fuerza explosiva y a los clubes y gimnasios donde se practica como medio general de acondicionamiento físico.



Al analizar los resultados de los competidores mexicanos en eventos internacionales se observa una amplia desventaja en términos del peso que levanta el deportista nacional, es por ello que resulta oportuno realizar investigaciones que detecten deficiencias de preparación, ya que las actualizaciones y avances nos permitirán cerrar la brecha que separa los resultados mexicanos de la elite mundial, irradiando sus mejoras a las demás prácticas deportivas.

## **Materiales y métodos**

### **Materiales**

Para efectuar el presente estudio se hizo acopio de material grabado en la Investigación realizada por la Academia de Ciencias del Deporte Competitivo con responsable al Maestro Gabriel Núñez Othón bajo registro **CDCDCI131I**, en la ciudad de Culiacán Sinaloa, los días 26 y 27 de Abril de 2013 donde se videograbaron los movimientos de arranque.

Para la realización del presente trabajo se utilizará el siguiente material:

- Computadora marca Gateway, modelo DX4840.
- Discos compactos DVD marca Verbatim con capacidad de 4.7 Gigabytes.
- Software Kinovea Versión 0.8.15
- Programa Microsoft Excell
- Impresora Laser
- Hojas papel bond tamaño carta

### **El objeto de estudio**

En este trabajo se analizara la trayectoria del movimiento de arranque desde una perspectiva sagital de las levantadoras de pesas ganadoras de medalla de oro en

el evento de Universiada Nacional 2013, iniciando cuando la barra está sobre la plataforma hasta que el levantador la recibe sobre sus brazos. El análisis de esta característica del movimiento está considerablemente investigado desde hace décadas como uno de los medios más efectivos para valorar el desempeño técnico de un levantador de pesas (Vorobyev, p. 86).

### **Formatos de grabación electrónicos donde se recopilaron los datos**

Grabación inicial de video en formato de alta definición, tipo AVI, 30 cuadros por segundo, altura de cuadro 720 pixeles, ancho de cuadro 1280 pixeles. Las imágenes procesadas se guardaron en formato JPG, altura de cuadro 720 pixeles, ancho de cuadro 1280 pixeles.

### **Software para procesamiento de los datos**

Se utilizó el programa Kinovea versión 0.8.15 para insertar las líneas de referencia en la posición inicial del extremo de la barra y el marcado de la trayectoria al ascender. Las imágenes procesadas de los videograbaciones se guardaron en formato JPG, altura de cuadro 720 pixeles, ancho de cuadro 1280 pixeles.

### **Método**

Cada una de las videograbaciones será colocada en el programa computacional Kinovea, con el cual se procesarán digitalmente trazos y se colocarán marcadores digitales en el punto correspondiente al extremo derecho de la barra, justo en el

momento anterior a la separación de las pesas de la plataforma. El primer marcador corresponde a una línea vertical que surge desde el extremo de la barra y se utiliza como punto de origen para plano cartesiano de la imagen; en la figura 4 se ha colocado en color.

Otro marcador se coloca en el mismo instante anterior al levantamiento e igualmente en el extremo de la barra pero este es de color que resalte y se configura para que se desplace en ese extremo de la barra y que permanezca en seguimiento a la imagen de la barra aunque esta cambie de posición, además se da la instrucción al marcador de que al moverse deje señalado visualmente la trayectoria.

El programa tiene una función que despliega valores en el plano cartesiano en el programa Excel para cada cuadro de grabación del punto elegido en la imagen para seguimiento, en este caso el extremo de la barra. Una vez que en el video el levantador realice su ejecución hasta el momento que sostiene la barra sobre sus brazos, se pausa el video y se obtiene una captura de pantalla donde quedarán fijos los elementos de trayectoria, además se puede descargar el archivo de Excel con los valores.

## Puntos a observar

Se analizaron en la hoja de posiciones los valores y signos  $x$  y  $y$  para cada posición de la barra en el levantamiento. Se distinguieron la trayectoria de la barra en sus distintas partes correspondientes a las fases del movimiento de arranque, desde el despegue hasta la captura.

Figura 4. Ejemplo de colocación del marcador de línea vertical de referencia y origen de ejes.



*Nota:* se coloca el origen de la línea vertical de referencia en el extremo de la barra antes de su levantamiento, y sirve como cruce de los ejes al plano de trayectoria.

Se revisará el comportamiento de la trayectoria en las distintas fases del movimiento de arranque, respecto a si el recorrido de la barra cruza hacia el frente o hacia atrás respecto a la línea verde determinada como línea de referencia, lo

cual será medido con la escala de referencias que proporciona el software de análisis y los datos serán mostrados en tabla de Excel para evidenciar la magnitudes de las posiciones.

### **Diseño experimental**

El presente trabajo es una investigación tipo transeccional descriptivo por medio del análisis cualitativo de la trayectoria de la barra realizada por medio de observación estandarizada.

### **Variables**

Variable 1. Tipos de trayectorias identificadas en el levantamiento de arranque de acuerdo a su prueba con peso sub-máximo.

Variable 2. Tipos de trayectorias identificadas de los levantadores en su mejor levantamiento de arranque por categoría de peso corporal

### **Población y muestra**

El presente trabajo se realizó respecto de las medallistas de oro del evento de Universiada Nacional 2013 con los cual se obtiene el siguiente listado de deportistas:

Tabla 1. Campeonas de cada categoría en Universiada nacional

48 Kg	Citlali Pamela Lozas Albarran	UDG
53 Kg	Stephanie Contreras Gonzalez	UAEMEX
58 Kg	Karen Jaqueline Zazueta Salcedo	ITSON
63 Kg	Maria Kassandra Aguiñaga	UAS
69 Kg	Ana Carmen Torres Wong	UES
75 Kg	Priscila Parra Torres	UNISON
+ 75 Kg	Tania Mascorro Osuna	UAS

La razón por la cual se realiza el presente trabajo sobre las campeonas es porque son las representativas del éxito, y con este estudio se requiere saber si su nivel competitivo para ser campeonas nacionales tiene soporte en el uso de la técnica actualizada a nivel mundial.

## Resultados y discusión

Las siete campeonas de la Universiada Nacional 2013 efectuaron en total 20 levantamientos, correspondiendo a 12 para el movimiento de arranque y 8 para el envión como se observa en la tabla 2. Para el arranque dos de ellas fallaron en su primer intento, en el segundo intento fallaron cuatro de ellas y otra más desistió de esa oportunidad. En el tercer intento falló una competidora y otra desistió de realizar el movimiento.

Tabla 2. Levantamientos y pesos en cada intento

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg)			Envión (kg)		
			1	2	3	1	2	3
48	C. Lozas	UDG	64	67X	67	82	85X	85
53	S. Contreras	UAEMEX	70	75X	75	85	95X	95X
58	K. Zazueta	ITSON	76X	76X	76	99	104X	106X
63	M. Aguiñaga	UAS	83	88	91X	105	110X	110X
69	A. Torres	UES	83X	83	87	106	R	R
75	P. Parra	UNISON	76	R	R	95	R	R
75	T. Mascorro	UAS	100	106X	106	125	130X	130X

*Nota:* los levantamientos marcados con X señalan un levantamiento fallido, los que están señalados con R corresponden a intentos desistidos por la competidora.

El índice de efectividad del movimiento de arranque se obtiene al relacionar todos los intentos posibles con los realizados, discriminando dos intentos desistidos de la competidora de la categoría 75 kg, restan 19 de los cuales sólo se realizaron 12 al fallarse siete intentos, por lo que se obtiene un índice de 63% de efectividad en



el movimiento de arranque, destacando que hubo mayores errores en la segunda oportunidad de levantamiento

### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 48 kg

El primer levantamiento de arranque que realizó correspondió a su primer intento con 64 kg, la trayectoria de la barra inicia alejándose del deportista pasando al frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo jalón durante el cual cruza de nuevo al frente para sí concluir con el desliz y captura el cual ocurre al frente de la línea vertical referida. Con lo que corresponde a una trayectoria del Tipo 3 según la descripción de Vorobyev. Ver figura 5.

Esta competidora falló en su segundo intento de arranque con 67 kilogramos por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su tercer intento, véase la tabla 3.

**Tabla 3. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 48 kg**

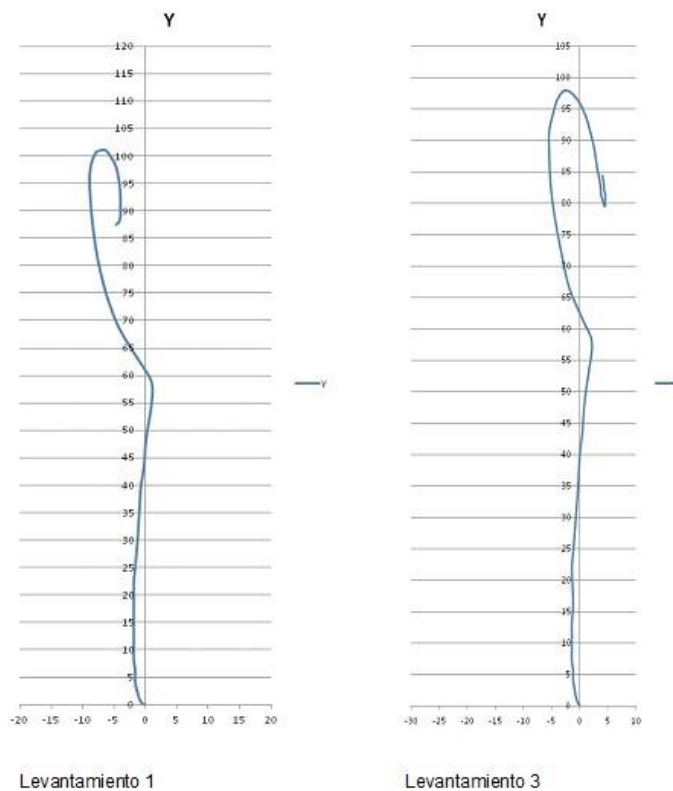
Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
48	C. Lozas	UDG	64	67X	67
TIPOS	DE TRAYECTORIAS		3	-	3

El segundo levantamiento de arranque que efectuó la competidora categoría 48 kg correspondió a su tercer pase a la barra, el cual realizó con 67 kg, la trayectoria de la barra inició alejándose del deportista pasando al frente de la línea vertical de

referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual cruza de nuevo al frente, en la etapa de desliz la trayectoria de la barra cruza hacia atrás de la línea vertical para así concluir con la captura que la fase final de la trayectoria. Con lo que corresponde a una trayectoria del TIPO 3 según la descripción de Vorobyev. Ver figura 5.

Figura 5. Trayectorias de la barra categoría 48 kg.

Categoría 48 Kg.



### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 53 kg

El primer levantamiento de arranque que realizó correspondió a su primer intento con 70 kg, la trayectoria de la barra inicia alejándose del deportista pasando al frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual cruza de nuevo al frente para así concluir con el desliz y la trayectoria de la barra cruza hacia atrás de la línea vertical para así concluir con la captura que sucede atrás de la línea vertical. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 6.

Esta competidora falló en su segundo intento de arranque con 75 kilogramos por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su tercer intento, véase la tabla 4.

Tabla 4. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 53 kg.

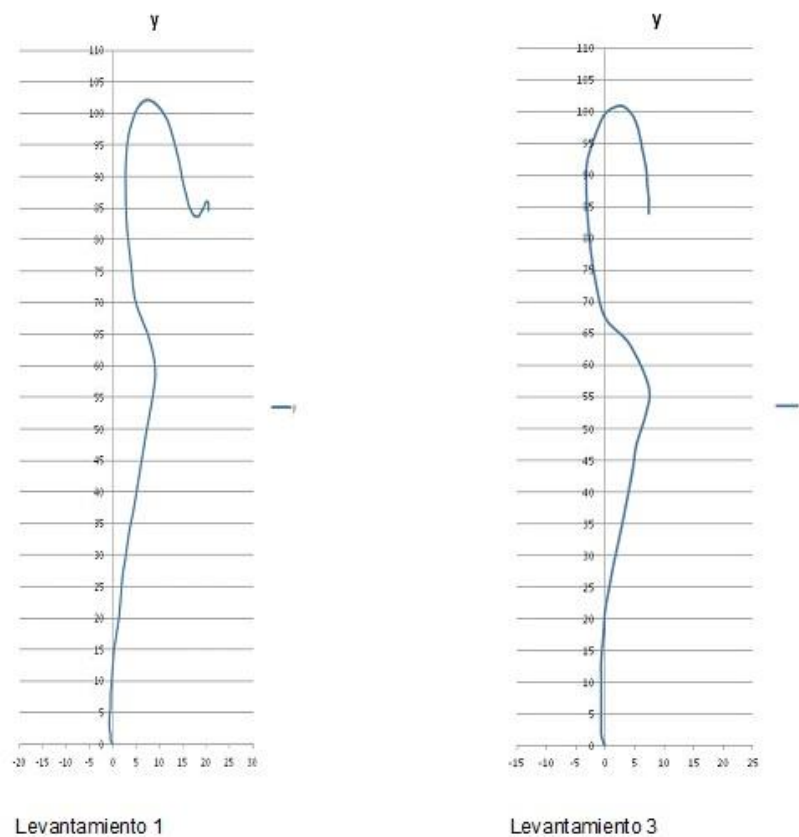
Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
53	S. Contreras	UAEMEX	70	75X	75
TIPOS	DE TRAYECTORIAS		3	-	3

El segundo levantamiento de arranque que efectuó la competidora categoría 53 kg correspondió a su tercer pase a la barra, el cual realizó con 75 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el

segundo Jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 6.

Figura 6. Trayectorias de la barra categoría 53 kg.

Categoría 53 Kg.



### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 58 kg

El primer levantamiento de arranque que realizó correspondió a su primer intento con 76 kg y falló por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su segundo intento. Véase tabla 5.

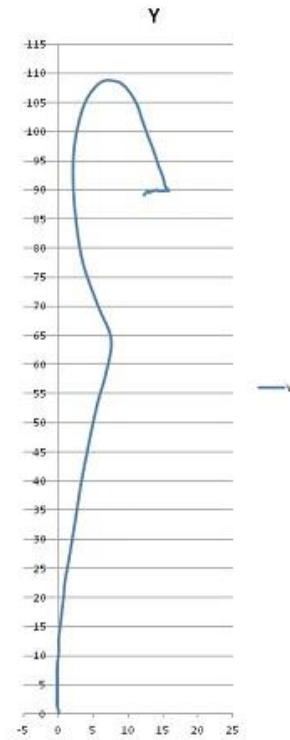
Tabla 5. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 58 kg.

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
58	K. Zazueta	ITSON	76X	76X	76
Tipos de trayectorias			-	-	3

Esta competidora falló en su segundo intento de arranque con 76 kilogramos por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su tercer intento, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 7.

Figura 7. Trayectorias de la barra categoría 58 kg

Categoría 58 Kg.



Levantamiento 3

### **Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 63 kg.**

El primer levantamiento de arranque que realizó correspondió a su primer intento con 83 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura. Con lo

que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev.

Ver figura 8.

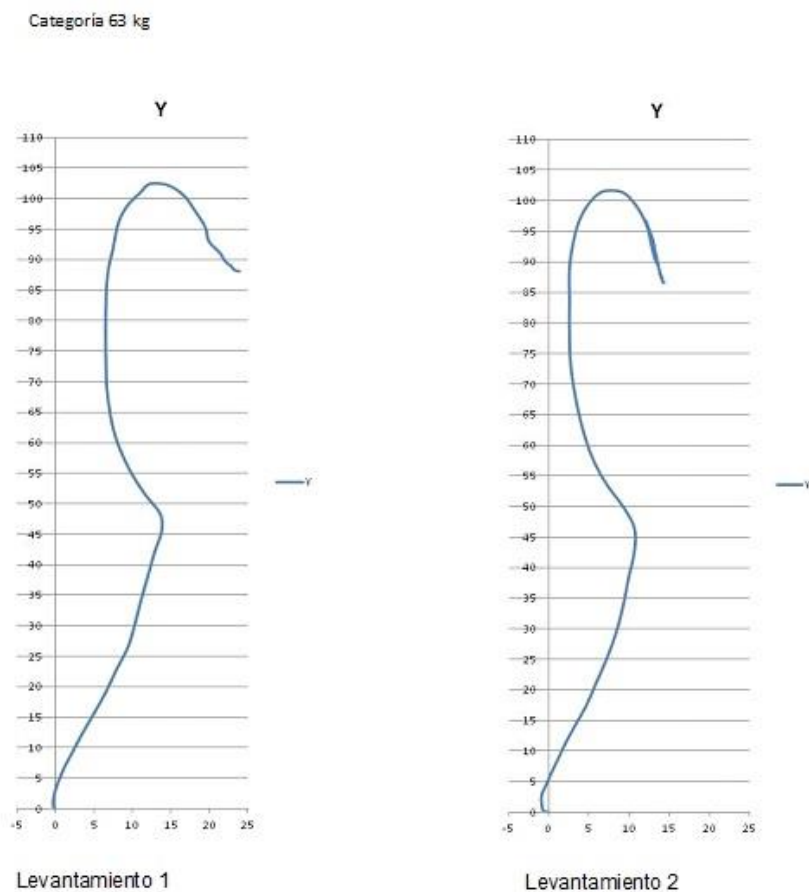
En el segundo levantamiento de arranque que realizo correspondió a su segundo intento con 88 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 8.

Esta competidora fallo en su tercer intento con 91 kg. Véase tabla 6.

Tabla 6. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 63 kg.

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
63	M. Aguiñaga	UAS	83	88	91X
Tipos de trayectorias			3	3	-

Figura 8. Trayectorias de la barra categoría 63 kg



### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 69 kg.

El primer levantamiento de arranque que realizó correspondió a su primer intento con 83 kg falló por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su segundo intento. Véase tabla 7.

Tabla 7. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 69 kg.

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
69	A.Torres	UES	83X	83	87
TIPOS	DE TRAYECTORIAS		-	2	3

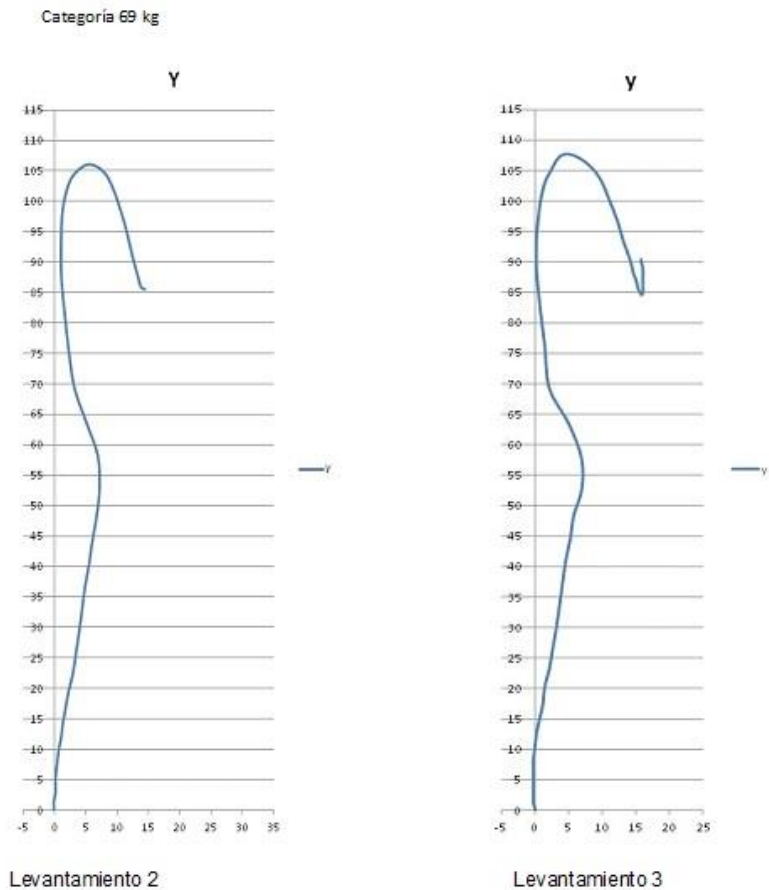


El primer levantamiento de arranque que efectuó la competidora categoría 69 kg correspondió a su segundo pase a la barra, el cual realizó con 83 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando la trayectoria hacia atrás de la línea vertical de referencia, de donde inicia el segundo Jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 2** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 9.

El segundo levantamiento de arranque que efectuó la competidora categoría 69 kg correspondió a su tercer pase a la barra, el cual realizó con 87 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo jalón durante el cual se mantiene por detrás de la línea vertical igualmente en la etapa de desliz y captura.

Por lo anterior se determina que la trayectoria corresponde al **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev como se ilustra en la figura 9.

Figura 9. Trayectorias de la barra categoría 69 kg.



### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría 75 kg.

El primer levantamiento de arranque que realizó la competidora correspondió a su primer intento con 76 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual cruza de nuevo al frente, en la etapa de desliz la trayectoria de la barra cruza hacia atrás de la línea vertical para así concluir con la captura que sucede atrás de la línea

vertical. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver Figura 10.

En el segundo levantamiento y tercero la competidora se retira, ya que no necesita de otro intento para ganar el campeonato. Véase tabla 8.

Figura 10. Trayectorias de la barra categoría 75 kg.

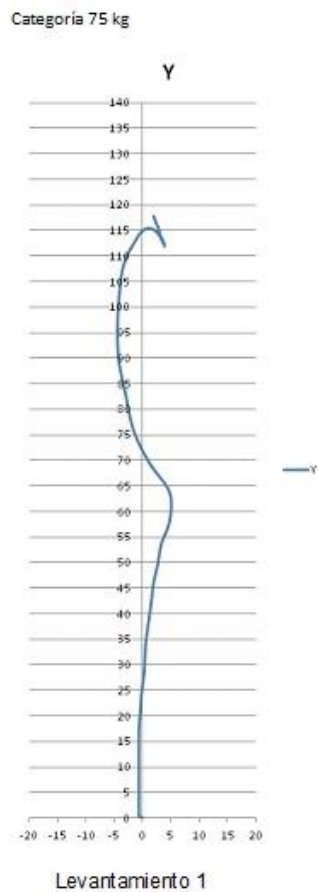


Tabla 8. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría 75 kg.

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
75	P. Parra	UNISON	76	R	R
TIPOS	DE TRAYECTORIAS		3	-	-

### Trayectorias de levantamientos por la competidora categoría +75 kg.

El primer levantamiento de arranque que realizó la competidora correspondió a su primer intento con 100 kg, la competidora realiza el primer jalón pasando brevemente la trayectoria hacia el frente de la línea vertical de referencia, posteriormente cruza hacia atrás de esta línea iniciándose el segundo Jalón durante el cual cruza de nuevo al frente, en la etapa de desliz la trayectoria de la barra cruza hacia atrás de la línea vertical para así concluir con la captura que sucede atrás de la línea vertical. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 3** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 11.

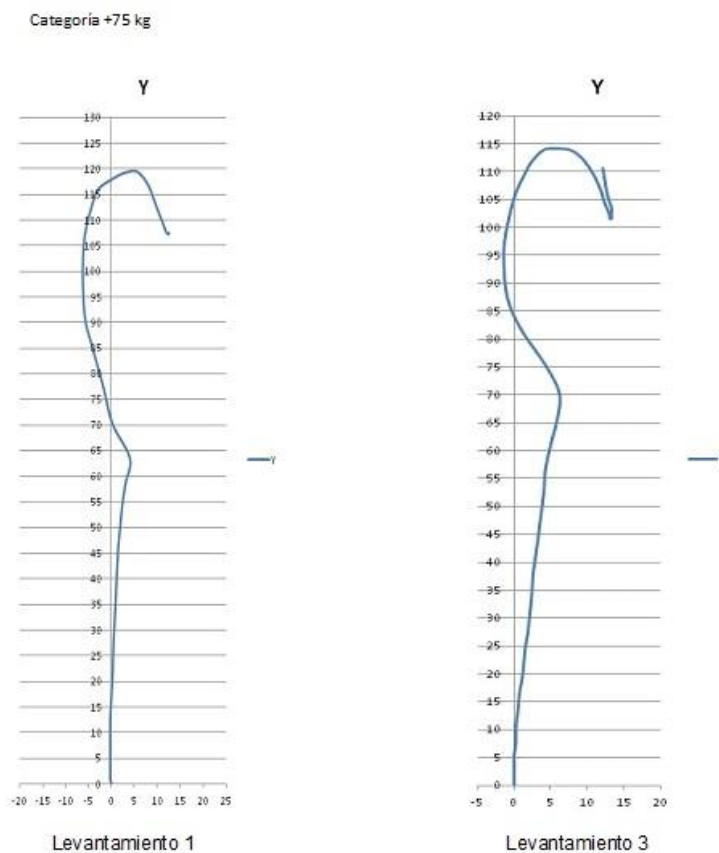
Esta competidora falló en su segundo intento de arranque con 106 kg por lo que aplicó una estrategia de repetir este mismo peso en su tercer intento, Ver tabla 9.

Tabla 9. Pesos y tipo de trayectoria de la campeona en la categoría +75 kg.

Cat. (kg)	Competidora	Institución	Arranque (kg) y Tipo de Trayectoria		
			1	2	3
75	T. Mascorro	UAS	100	106X	106
Tipos de trayectorias			3	-	1

El segundo levantamiento de arranque que efectuó la competidora categoría +75 kg correspondió a su tercer pase a la barra, el cual realizó con 106 kg, , la competidora realiza el primer jalón pasando la trayectoria hacia atrás de la línea vertical de referencia, de donde inicia el segundo Jalón durante el cual cruza de nuevo al frente, en la etapa de desliz la trayectoria de la barra cruza hacia atrás de la línea vertical para así concluir con la captura que sucede atrás de la línea vertical. Con lo que corresponde a una trayectoria del **TIPO 1** según la descripción de Vorobyev. Ver figura 11.

Figura 11. Trayectorias de la barra categoría + 75 kg



## Análisis de posiciones claves.

Para determinar el valor y signo del movimiento en el plano cartesiano en las imágenes, se utilizan marcadores digitales en las imágenes en las cuales se marca una línea vertical desde el punto que tenía la barra en su posición inicial en el suelo como se observa en la figura 11, el programa tiene una función que despliega valores “x” y “y” en Excel para cada cuadro de grabación del punto que se elige, en este caso el extremo de la barra.

Figura 12. Ejemplo de colocación del punto de origen de los ejes



### Análisis de la posición de inicio de primer jalón.

De los doce levantamientos, diez tuvieron un despegue hacia el frente del atleta en su primer jalón, observándose valores negativos en x, lo que caracteriza a los levantamientos del tipo 3 que separa los centros de gravedad del atleta y de la barra, los levantamientos donde la barra se acercó al deportista son de 83 kg de la campeona en la categoría 69 kg y el levantamiento con 106 kg de la campeona de la categoría +75 donde se observan valores x positivos.

Figura 13. Análisis de la fase de primer jalón



Tabla 10. Valores máximos en x del primer jalón

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo	48 kg		53 kg		58 kg	63 kg		69 kg		75 kg	+ 75 kg		MEDIA	DS
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg		
Valores Máximos del Primer Jalón en "x"	x	-1.86	-1.42	-0.7	-0.7	-0.24	-0.24	-0.93	3.96	-0.24	-0.71	-0.24	3.08	-0.02	1.74
	y	8.13	7.13	1.85	2.56	1.43	0.24	1.4	29.07	1.2	0.47	0.71	42.66	8.07	13.54
	Tiempo	0.23	0.2	0.1	0.13	0.06	0.03	0.06	0.5	0.1	0.03	0.06	0.53	0.17	0.17

## Análisis de la posición de inicio de segundo jalón

En la posición de inicio de segundo jalón el valor x con signo positivo indica el desplazamiento horizontal hacia la posición del deportista, y el valor y indica a que altura ocurrió, en las campeonas que realizaron dos intentos, su segundo intento requirió más tiempo que el primer levantamiento, exceptuando a la campeona en la categoría 48 kg que permaneció estable.

Figura 14. Posición de inicio del segundo jalón



Tabla 11. Máximo valor en x al inicio del segundo jalón

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo	48 kg		53 kg		58 kg	63 kg		69 kg		75 kg	+ 75 kg		MEDIA	DS
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg		
Max. Acercamiento al atleta al inicio del 2do jalón	x	0.93	2.14	7.42	9.09	7.59	13.78	10.67	7.21	6.96	4.74	4.02	6.16	6.73	3.55
	y	58.83	58	56.61	59.67	64.36	45.56	46.41	52.56	52.6	58.05	63.59	70.38	57.22	7.20
	Tiempo	0.73	0.73	0.63	0.7	0.7	0.5	0.53	0.7	0.73	0.6	0.66	0.73	0.66	0.08

Esta posición posibilita la aplicación de los grupos musculares más fuertes como cuádriceps, gemelos y deltoides, la aplicación correcta de la fuerza sucede si la



barra se encuentra colocada acercando los centros de gravedad del atleta y la barra

### **Análisis de la posición de final de segundo jalón**

Al adoptar esta posición el levantador ha utilizado todos los potenciales musculares para lograr la altura necesaria para el desliz, se observan las piernas y pies extendidos, el signo del valor  $x$  nos revela si la barra se mantiene hacia al frente o atrás de su posición inicial en reposo, un valor negativo señala que existe un exceso de desplazamiento horizontal y la barra se colocó al frente de su posición original alejándose del levantador, un valor positivo indica que la barra se encuentra acercada al deportista con respecto a la posición al despegue.

Figura 15. Final de segundo jalón



Tabla 12. Valor en x al final del segundo jalón

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo cm-cs	48 kg		53 kg		58 kg	63 kg		69 kg		75 kg	+ 75 kg		MEDIA	DS
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg		
Final del 2do. Jalón	x	-6.05	-4.51	-1.63	3.96	2.13	6.54	2.55	2.33	1.44	-3.08	-4.02	-0.94	-0.11	3.85
	y	74.18	77.9	73.08	75.76	90.01	73.83	77.73	75.58	76.38	82.93	84.86	87.44	79.14	5.71
	Tiempo	0.83	0.86	0.73	0.8	0.83	0.7	0.73	0.83	0.86	0.73	0.76	0.83	0.79	0.06

Figura 16. Análisis de la posición de máximo alejamiento de la barra después del segundo jalón



Posterior al final del segundo jalón la barra sigue elevándose en una proyección semicircular pudiendo alejarse aún más del deportista, en este momento el levantador flexiona las rodillas para colocarse bajo la barra

Tabla 13 . Valor en x después del segundo jalón

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo cm-cs	48 kg		53 kg		58 kg	63 kg		69 kg		75 kg	+ 75 kg		MEDIA	DS
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg		
Max. Alejamiento de la barra	x	-8.84	-5.46	-3.25	3.26	2.61	6.54	2.55	1.17	0.24	-4.5	-6.15	-1.42	-1.10	#####
	y	95.58	87.89	88.39	96.04	99.98	82.01	83.3	87.91	88.63	95.72	96.92	93.84	91.35	#####
	Tiempo	0.96	0.93	0.83	0.93	0.9	0.73	0.76	0.9	0.93	0.8	0.83	0.86	0.86	#####

De la tabla 13 se observa como los segundos levantamientos disminuyen el valor en x de este desplazamiento

### Análisis de posición de máxima altura de la barra

En el análisis de esta posición de la barra el valor y es la altura lograda con respecto al inicio del levantamiento y el tiempo nos indica la rapidez con que el deportista ha logrado esta punto.

Figura 17. Máxima altura de la barra



Tabla 14. Máxima altura de la barra.

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo cm-cs	48 kg		53 kg		58 kg		63 kg		69 kg		75 kg		+ 75 kg		MEDIA	DS
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg				
Max. Altura de la barra en "y"	x	-7.21	-2.85	3.01	6.99	7.59	12.15	7.42	5.59	5.04	0.71	5.2	5.69	4.11	#####		
	y	100.93	97.86	100.92	102.1	108.77	102.34	101.63	106.05	107.6	115.39	119.62	114.22	106.45	#####		
	Tiempo	1.06	1.06	1	1.03	1.03	0.93	0.96	1.1	1.13	1	1.06	1.06	1.04	#####		

Las competidoras de las categorías 48 y +75 kg realizaron un tiempo similar en sus dos levantamientos no obstante que se incrementó el peso, las competidoras de las categorías 53, 63, y 69 kg aumentaron el tiempo de ejecución para este punto.

Figura 18. Análisis de la posición mínima de captura y de máximo acercamiento de la barra.



La posición de captura logra una altura mínima, donde el atleta está totalmente flexionado sosteniendo la barra, aquí puede la barra haber sido desplazada aún más hacia atrás.

Tabla 15. Altura mínima de captura y máximo valor en x

CATEGORIAS / PESO	Eje/tiempo cm-cs	<b>48 kg</b>		<b>53 kg</b>		<b>58 kg</b>	<b>63 kg</b>		<b>69 kg</b>		<b>75 kg</b>	<b>+ 75 kg</b>		<b>MEDIA</b>	<b>DS</b>
		64 kg	67 kg	70 kg	75 kg	76 kg	83 kg	88 kg	83 kg	87 kg	76 kg	100 kg	106 kg		
<b>Altura mínima de captura en "y"</b>	<b>x</b>	-4.65	4.28	7.42	17.25	15.67	23.59	14.38	14.19	15.58	3.79	12.29	13.04	<i>11.40</i>	#####
	<b>y</b>	87.44	79.57	83.91	83.91	90.25	88.09	86.55	85.58	84.54	112.31	107.32	102.14	90.97	#####
	<b>Tiempo</b>	1.4	1.43	1.3	1.36	1.43	1.3	1.33	1.46	1.5	1.16	1.3	1.33	1.36	#####
<b>Max. Movimiento atrás(captura)</b>	<b>x</b>	-3.96	4.52	7.42	18.64	15.97	23.83	14.38	14.42	16.09	3.79	12.53	13.27	<i>11.74</i>	#####
	<b>y</b>	92.55	79.81	86.3	83.91	90.01	88.09	86.55	85.58	84.79	112.31	107.56	101.66	91.59	#####
	<b>Tiempo</b>	1.23	1.5	1.2	1.46	1.5	1.33	1.33	1.5	1.56	1.16	1.33	1.4	1.38	#####

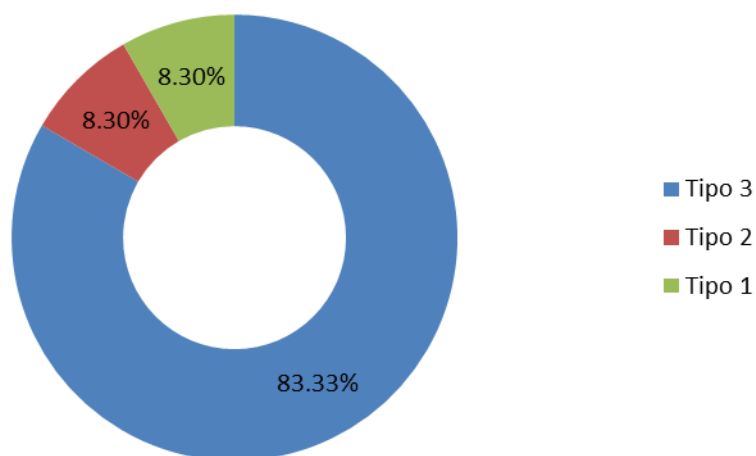
## Conclusiones

Al analizar los 12 levantamientos de arranque de las 7 medallistas de Universiada Nacional 2013, como se observa en la tabla 16, considerando a todos los levantamientos con peso inicial o máximo se obtiene que el 83% (10 levantamientos) desarrollaron una trayectoria ajustada al tipo tres, las trayectorias uno y dos, estuvieron presente solamente una ocasión respectivamente cada uno de estos tipos dando un valor de 8.33 % c/u (Ver la figura 18).

Tabla 16. Tipos de trayectorias distribuidos en los intentos de cada campeona

Cat. (kg)	Institución o Corporal	Arranque (kg) y tipo de trayectoria	Frecuencia de las trayectorias		
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
48 kg	UDG	47.73	<b>3</b>		<b>3</b>
53 kg	UAEMEX	53	<b>3</b>		<b>3</b>
58 kg	ITSON				<b>3</b>
63 kg	UAS	62.69	<b>3</b>	<b>3</b>	
69 kg	UES	63.98		<b>2</b>	<b>3</b>
75 kg	UNISON	75	<b>3</b>		
+75 kg	UAS	108.2	<b>3</b>		<b>1</b>
					<b>10</b>
				<b>1</b>	<b>1</b>

Figura 19. Porcentajes de cada tipo de trayectoria en todos los levantamientos de las campeonas

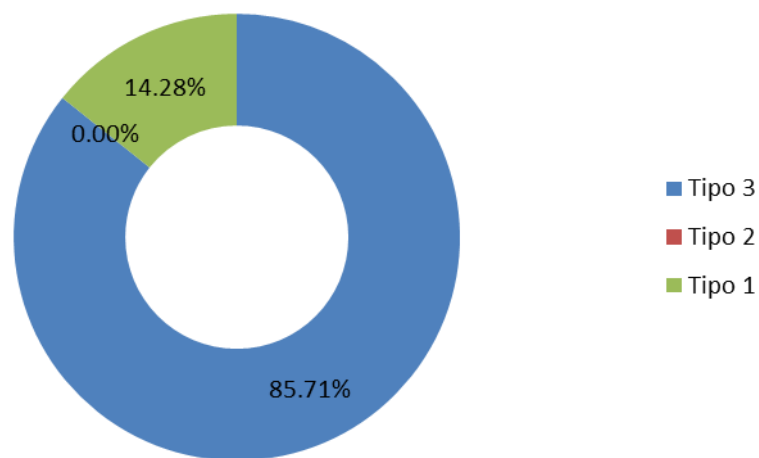


Al examinar a las campeonas nacionales en su mejor levantamiento, es decir el realizado con el mayor peso, y por lo tanto un máximo de exigencia física y psicológica se encuentra que predomina la trayectoria tipo tres al encontrarla en seis ocasiones, en el mejor levantamiento de las competidoras 48, 53, 58, 63, 69 y 75 kg, solamente la competidora de +75 kg exhibió una trayectoria ajustándose al tipo uno como se observa en el gráfico de la figura 19.

La casi nula presencia de la trayectoria tipo dos en general en todos los levantamientos analizados, inclusive en los mejores levantamientos revelan dos situaciones imperantes en nuestras deportistas: por una parte un falta de

actualización de la técnica de las competidoras acorde a los mejores estándares actuales y por otra parte la presencia de trayectorias con fallas técnicas.

Figura 20 . Porcentaje de levantamientos por tipo de trayectoria en su mejor marca



Se afirma lo anterior ya que los datos del estudio revelan una presencia importante de la trayectoria tipo tres en este nivel competitivo, lo que indica que no se ha puesto cuidado a esta parte de la técnica, particularmente por el hecho de que al iniciar el primer jalón se aleje la barra del levantador por enfrente de la línea vertical de referencia, contrario a lo recomendado por las investigaciones iniciales para este deporte y respaldado por las recientes (Vorobyev, 1978; Bartonletz, 1996; Galván 2008)



## Recomendaciones

Los resultados del presente trabajo nos demandan realizar un plan de acción inmediato para que las levantadoras universitarias realicen una técnica más conveniente, la intención es que haya una mayor presencia de la trayectoria tipo dos, para lo cual se proponen las siguientes actividades:

- Realizar capacitaciones actualizadas de los métodos y medios de enseñanza y control de la técnica del levantamiento de pesas.
- Elaborar manuales de práctica, material didáctico y libros de texto donde se actualice el modelo de técnica, con el fin de hacer accesible la información más reciente, en el aspecto de la técnica deportiva a todos los sectores que participan en el sistema deportivo.
- Generar una cultura en los entrenadores de evaluación y control permanente de la técnica deportiva, recibiendo con mentalidad abierta las recomendaciones y actualizaciones que les hagan las ciencias auxiliares al deporte.

Dado lo complejo que significa dejar atrás una forma de trabajo consolidada, para dar entrada a una nueva técnica deportiva, se requiere que todos los



componentes del sistema deportivo, desde los especialistas en las ciencias auxiliares del deporte, administradores y entrenadores, asumamos el compromiso para que se efectúe:

1. Evaluaciones en entrenamiento y competencias nacionales, de las características cinemáticas y dinámicas del levantamiento de pesas, para detectar las deficiencias y corregirlas aprovechando el conocimiento científico actualizado.
2. Que las entidades deportivas, llámense, institutos, universidades, asociaciones, destinen recursos financieros para la adquisición de materiales y tecnología, así mismo apoyen la capacitación de personal para creación de laboratorios de biomecánica, que fortalezcan las tareas de control, desarrollo e investigación de la técnica deportiva.

## Bibliografía

### Libros

- Campos, J. & Cervera, V. (2001). *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo* (1ª. ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Cuervo, C. & González A. (1990). *Levantamiento de pesas deporte de fuerza*. Cuba. Editorial: Pueblo y Educación.
- Donskoi, D. (1988). *Biomecánica con fundamentos de la técnica deportiva*. (1era reimpresión de la edición en español. Mabel Santos Amigo, Trad.). La Habana Cuba. Editorial: Pueblo y Educación. (Trabajo original publicado en 1971).
- Grosser, M. & Neumaier, A. (1990). *Técnicas de entrenamiento*. (Simón Wolfgang, Trad.) México. Ediciones Roca. S.A. (Trabajo original publicado en 1982).
- Luchkin, N. (1970). *Levantamiento de pesas* (Segunda edición en español. Amadeo Usón, Trad.). La Habana, Cuba: Ediciones Deportivas.

- Vorobyev, A. (1978). *A Textbook on Weightlifting* [Un libro de texto de levantamiento de pesas]. (Brice W.J. Trad. del ruso a inglés). Budapest: International Weightlifting Federation.
- Zatsiorsky, V. (1989). *Metrología deportiva*. Ed. Planeta

### **Artículos de revistas**

- Bartonlet, K.E. (1996). Biomechanics of the snatch: Toward a Higher Training Efficiency [Hacia una eficiencia superior de entrenamiento]. *Strength and Conditioning Journal*, 18, (3) 24-31.
- Bauman, W., Gross, V., Quade, K., Galbierz, P. & Schwirtz, A. (1988). The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 world championships [La técnica de arranque de los levantadores de pesas de categoría mundial en el campeonato mundial de 1985]. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4, 68-89.
- Campos, J. C. & Rabadé J. J.(2009). Análisis cinemático de la trayectoria de la barra en la arrancada y su relación con el rendimiento. *Apunts educación física y deportes*, 96, 59-65.
- Garhammer, J. (1985). Biomechanical profiles of olympic weightlifters [Perfiles biomecánicos de los levantadores de pesas de Juegos Olímpicos]. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 122-130.

- Gourgoulis, V., Nickos A., Giorgios M., & Athanasios G. (2000). Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of greek weightlifters [Análisis tridimensional de la cinemática del arranque en levantadores de pesas griegos]. *Journal of Sports Sciences*, 18, 643-652.
- Isaka, T., Okada, J., & Funato, K. (1996). Kinematical analysis of the barbell during the snatch movement of elite asian weightlifters [Análisis cinemático de la barra durante el movimiento de arranque de los levantadores de élite asiáticos]. *Journal of applied biomechanics*, 12, 508-516.
- Okada, J., Lijima, K., Fukunaga, T., Kikuchi, T., & Kato, K. (2008) Kinematic analysis of the snatch technique used by japanese and international female weightlifters at the 2006 Junior World Championship [Análisis cinemático de la técnica del arranque usada por levantadoras de pesas internacionales y japonesas en el Campeonato Mundial Juvenil de 2006]. *International Journal of Sport and Health Science*, 6, 194-202.

## **Ponencias**

- Garhammer J. (1998). *Weightlifting performance and techniques of men and women* [Desempeño y técnicas en levantamiento de pesas de hombres y mujeres]. Ponencia presentada en: First International Conference on Weightlifting and Strength Training, Lahti, Finland. [Primera conferencia internacional en levantamiento de pesas y entrenamiento de poder, Lahti, Finlandia]. Recuperado en: [http://www.csulb.edu/~atlastwl/IntConf\\_WL\\_StrTraining.pdf](http://www.csulb.edu/~atlastwl/IntConf_WL_StrTraining.pdf)

## Internet

- Galván, M. (2008). Técnica de los ejercicios de competición, *Fedehalter Revista Digital de la Federación Española de Halterofilia*, año III, 2008. Recuperado en: [http://www.fedehalter.org/revistas/halter\\_digital/MANOLO-2.pdf](http://www.fedehalter.org/revistas/halter_digital/MANOLO-2.pdf)
- Musser, L. (2010), *The effect of anthropometry on barbell trajectory for elite female weightlifters at the 2009 pan american championships* [Efecto de la antropometría en la trayectoria de la barra de las levantadoras de pesas de élite en los Campeonatos Panamericanos de 2009]. Disertación de tesis de Maestría en el Departamento de Cinesiología de la Universidad Estatal de California, 2010. *Master Abstracts International*, 49-02, p., Oct. 2010. Recuperado en: <http://pqdtopen.proquest.com/#viewpdf?dispub=1486708>