

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA SALUD EN TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS
DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN
DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERÍODO JULIO – DICIEMBRE 2016”**

AUTOR (A):

Barros Sisalema Carolina Elizabeth
Lara Samaniego Estefanía Alexandra

TUTOR (A):

PhD. Mireya Pérez Rodríguez

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERIODO JULIO – DICIEMBRE 2016”

Proyecto de Investigación en Licenciatura aprobada en el nombre de la Universidad Nacional de Chimborazo por el siguiente jurado a los...03... días del mes de... Agosto..... del año 2017.

Presentado por: Carolina Elizabeth Barros Sisalema

Dr. Yanco Ocaña

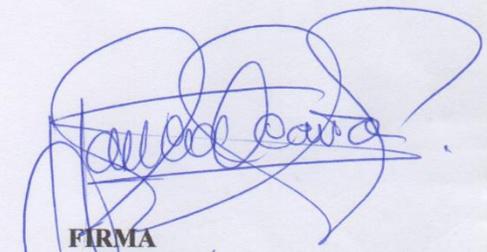
DELEGADO DEL DECANO

MsC. Luis Poalasin

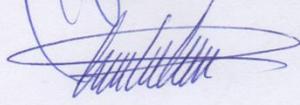
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MsC. Carlos Vargas

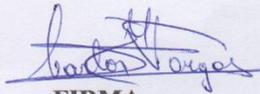
MEIMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA



FIRMA



FIRMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERIODO JULIO – DICIEMBRE 2016”

Proyecto de Investigación en Licenciatura aprobada en el nombre de la Universidad Nacional de Chimborazo por el siguiente jurado a los 03... días del mes de... Agosto..... del año 2017.

Presentado por: Estefanía Alexandra Lara Samaniego

Dr. Yanco Ocaña

DELEGADO DEL DECANO

MsC. Luis Poalasin

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MsC. Carlos Vargas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

FIRMA

FIRMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Mireya Pérez Rodríguez docente de la Carrera de Terapia Física y Deportiva en calidad de Tutora del Proyecto de Investigación **CERTIFICO QUÉ:** El presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Terapia Física y Deportiva con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERÍODO JULIO – DICIEMBRE 2016”**, es de autoría de la Señorita: Carolina Elizabeth Barros Sisalema con C.I. 060493151-9, el mismo que ha sido revisado y analizado con el asesoramiento permanente de mi persona por lo que considero se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad facultando a la parte interesada hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Atentamente:

PhD. Mireya Pérez Rodríguez

TUTORA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Mireya Pérez Rodríguez docente de la Carrera de Terapia Física y Deportiva en calidad de Tutora del Proyecto de Investigación **CERTIFICO QUÉ:** El presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Terapia Física y Deportiva con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERIODO JULIO – DICIEMBRE 2016”**, es de autoría de la Señorita: Estefanía Alexandra Lara Samaniego con C.I. 060394025-5, el mismo que ha sido revisado y analizado con el asesoramiento permanente de mi persona por lo que considero se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad facultando a la parte interesada hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Atentamente:

PhD. Mireya Pérez Rodríguez

TUTORA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA DE TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA

AUTORÍA

Nosotras, Carolina Elizabeth Barros Sisalema con C.I. 060493151-9 y Estefanía Alexandra Lara Samaniego con C.I. 060394025-5, somos responsables de las ideas, doctrinas resultados y propuesta realizadas en la presente investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo, del trabajo titulado **“CARACTERIZACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS EN LOS DEPORTISTAS JUVENILES DE HALTEROFILIA EN LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO PERÍODO JULIO – DICIEMBRE 2016”**.



Srta. Carolina Elizabeth Barros Sisalema

C.I. 060493151-9



Srta. Estefanía Alexandra Lara Samaniego

C.I. 060394025-5

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinita sabiduría brindada.

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a todos los docentes, por compartir sus conocimientos y voluntad, para instruirnos como profesionales.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, y en especial a la Carrera de Terapia Física y Deportiva; por abrir sus puertas para prepararnos y adquirir nuevos conocimientos.

Y un agradecimiento especial a nuestra tutora de tesis PhD Mireya Pérez y al PhD Esteban Loaiza por su apoyo incondicional y sus acertadas sugerencias para el desarrollo de este trabajo. Gracias por su confianza.

CAROLINA ELIZABETH BARROS SISALEMA
ESTEFANIA ALEXANDRA LARA SAMANIEGO

DEDICATORIA

Una de las metas en mi vida es obtener mi Título Profesional, el cual va dedicado a Dios por guiarme con su infinita sabiduría. A mi abuelita Margarita, quien desde el cielo me acompaña en cada paso que doy, colmándome de valor para alcanzar mis metas.

A mis padres Luis Barros y Carmen Sisalema por su apoyo incondicional, su comprensión, amor y por enseñarme valores para enfrentar la vida con valentía, gracias Papitos por estar presente en cada momento.

A mis hermanas Alexandra y Jennyfer Barros por ser mi mejor apoyo, compañía en mis desvelos, y por ser mi alegría diaria. A Paul Vinuesa por no abandonarme en este largo camino, que recorrí junto a él. A mis Abuelitos Antonio Barros, Juana Macas y Victoria Asqui, quienes se sienten orgullosos por mis logros alcanzados y a toda mi familia y amigos por sus palabras de aliento y los buenos momentos compartidos.

A mi compañera de Tesis, mi mejor amiga porque solo ella sabe el esfuerzo y sacrificio que realizamos a lo largo de nuestra carrera, gracias por tu apoyo amiga.

CAROLINA ELIZABETH BARROS SISALEMA

DEDICATORIA

A nuestro Creador por darme la vida y guiarla siempre con su bondad infinita, colmándome de valor para alcanzar mis metas. A mis padres Hugo Lara y Silvia Samaniego ya que ellos han sido mi pilar fundamental para salir adelante y poder culminar esta etapa muy grande, les doy mil gracias por su amor, apoyo, comprensión y por estar presente en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Fernanda, Hugo, Alex, Danny Lara Samaniego porque siempre han estado conmigo sin dejarme en ningún momento son los mejores y siempre les tendré presente, a Jonathan Adriano por estar siempre junto a mí y darme el apoyo que necesito, por jamás abandonarme en esta dura y valiosa etapa.

A mis abuelitos Melida, Abrahm, por estar cuando más les he necesitado y a mi abuelita que desde el cielo me cuida y bendice Celestina y a todos los miembros de mi familia por esas palabras de aliento para seguir adelante y nunca decaer.

A mi compañera y amiga de Tesis que siempre le llevare en mis recuerdos y en mi corazón, por el apoyo incondicional y jamás dejarme sola.

ESTEFANIA ALEXANDRA LARA SAMANIEGO

RESUMEN

El proyecto de investigación denominado “**Caracterización de las deformidades podálicas en deportistas juveniles de halterofilia de la Federación Deportiva de Chimborazo**”, presenta un estudio descriptivo, comparativo de corte transversal, con muestra de tipo probabilística con 22 deportistas de edades entre 11 – 16 años, pertenecientes a la Federación Deportiva de Chimborazo, divididos en dos grupos, tomando como criterio de inclusión la presencia del tipo de pie cavo, para el grupo A y la presencia de diferentes tipos de pie para el grupo B. Como instrumentos para la determinación de alteraciones podálicas se utiliza el método de plantograma de Roberto Hernández Corvo, y para determinar la Velocidad Vertical Máxima (Vz max) y del tipo de trayectoria según, el software de análisis biomecánico Siliconcoach-Pro, utilizado para el análisis de los diferentes gestos deportivos, por capturas videografías con una cámara Sony-Handycam Profesional-4K, con un margen de error mínimo. Para la comprobación estadística de los resultados se utiliza el paquete SPSS, versión 22.00-IBM. En la verificación de normalidad, se aplica una prueba de Shapiro-Wilk y para la constatación general de significación entre grupos, una prueba paramétrica T-Student en muestras independientes. En las variables cualitativas como es el tipo de trayectoria se utiliza un análisis descriptivo de frecuencias, porcentajes y para su comprobación entre grupos una prueba no paramétrica de Chi- cuadrado de Pearson. El estudio determina la presencia de pie cavo en la mayoría de los deportistas, incidiendo un mayor desarrollo de la Vz max y una trayectoria de tipo B, considerada como defectuosa, todos los resultados son estadísticamente significativos, evidenciando que este tipo de deformidad podálica unilateral es causante de una mala ejecución técnica.

PALABRAS CLAVE

Deformidades podálicas, halterofilia, huellas plantares.

ABSTRACT

This research Project entitled "Characterization of the deformities podalicas in juvenile weightlifter of the Sports Federation of Chimborazo" presented a descriptive, comparative cross - sectional study with a sample of probabilistic type of 22 athletes aged between 11 and 16 years, Belonging to the Sports Federation of Chimborazo, divided into two groups, taking as inclusion criteria the presence of the right and left cavus foot type for group A and the presence of different breech deformities for group B. As instruments for the determination The Roberto Hernández Corvo plantogram method was used to determine the maximum vertical velocity (Vz max) and the type of trajectory according to the biomechanical analysis software Siliconcoach Pro, used for the analysis of the different Sports gestures, through captures videographies with a Sony Handycam® Professional 4K AX1 camera, with a minimum margin of error. For the statistical verification of the results we used the SPSS package, version 22.00 IBM, determining for the quantitative variables, the mean, standard error and standard deviation. For the normality test, a Shapiro-Wilk test was used and for the general test of significance between groups, a T-Student parametric test for independent samples. For the qualitative variables, a descriptive analysis of frequencies and percentages was performed, and for their verification of significance between groups, a non-parametric Pearson Chi-square test. The dy determined the presence of cavus foot in the majority of athletes, affecting a greater development of the Vz max and a type B trajectory, considered as defective, all the results were statistically significant, at a level of P value $<0, 05$, evidencing that this type of breech deformity causes a poor technical execution.

KEY WORDS.

Foot deformities, weightlifting, footprints

Sandra Abarca

Reviewed by: Abarca, Sandra
English Language Teacher



ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo General:.....	4

1.2.2	Objetivos Específicos:	4
2	ESTADO DEL ARTE	5
2.1	ANATOMÍA DE PIE	5
2.2	INERVACIÓN.....	5
2.3	MÚSCULOS QUE ACTUÁN EN LA BIOMECÁNICA DEL PIE	6
2.4	PALANCAS DE PIE	7
2.5	DEFORMIDADES DE PIE.....	7
2.5.1	CONSECUENCIAS DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS	8
2.5.2	CLASIFICACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS	8
2.5.2.1	Pie cavo	8
2.5.2.2	Pie plano	11
2.6	PLANTOGRAMA.....	12
2.6.1	Procedimiento.....	12
2.6.2	Procedimiento para el análisis.....	12
2.6.3	Parámetros del plantograma	12
2.7	HALTEROFILIA.....	13
2.7.1	DEFINICIÓN DE HALTEROFILIA	13
2.7.2	HISTORIA	13
2.7.3	MODALIDADES.....	13

2.7.4	ESTRUCTURA CINEMÁTICA DE LA HALTEROFILIA	14
3	METODOLOGÍA	15
3.1	Diseño de estudio.....	15
3.2	Población y muestra.....	15
3.3	Instrumentos.....	15
3.3.1	Plantograma de Roberto Hernández Corvo	15
3.3.2	Control biomecánico para evaluar la técnica deportiva	17
3.4	Procedimiento.....	17
3.5	Análisis de datos	18
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1	Discusión	25
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
5.1	CONCLUSIONES	27
5.2	RECOMENDACIONES.....	28
	BIBLIOGRAFÍA	29
	ANEXOS	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Inervación del pie	5
Ilustración 2 Modelo de análisis de huella plantar	16
Ilustración 3 Diferentes trayectorias de la barra en la arrancada olímpica	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados en la clasificación del tipo de huella plantar en la halterofilia.....	20
Tabla 2 Análisis del parámetro de la velocidad vertical máxima en halterofilia	22
Tabla 3 Análisis del parámetro de trayectoria de la barra en halterofilia.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de autorización de los deportistas	31
Anexo 2 Toma de muestras de huellas plantares	32

1 INTRODUCCIÓN

La halterofilia, es un deporte basado en el levantamiento de series de discos de metal que son progresivamente más pesados; el cual ha sido considerado deporte oficial desde los juegos olímpicos de Atenas 1896. En nuestros días el levantamiento de pesas olímpico se compete en los ejercicios de arranque y envión, en ambos géneros masculino y femenino, con reglas que permiten competencias más dinámicas que posibilitan la sostenibilidad de este emocionante deporte. (1)

El levantamiento de pesas es un tipo de deporte en donde se deben ejercer los mayores esfuerzos de potencia, explosividad y coordinación, los movimientos se producen en segundos y la sincronización del trabajo muscular y neural, determina la eficacia del gesto técnico. Los avances tecnológicos y en especial el empleo de la biomecánica han permitido determinar con mayor eficiencia los errores técnicos y buscar sus soluciones inmediatas por medio del proceso de entrenamiento. (2)

Para analizar los beneficios del uso de la Halterofilia, se toma en cuenta la estructura cinemática de los levantamientos olímpicos. Primero que nada, se sabe que el arranque y envión se realizan en un solo tiempo. Al existir aceleraciones distintas, en la primera y en la segunda fase, el deportista aprovecha mejor sus posibilidades de fuerza. Entre estas dos aceleraciones existe un descenso de la velocidad de la barra, inevitable pero necesaria para que el deportista adopte una posición adecuada, entendiéndose con esto que el deportista buscará que las articulaciones involucradas estén en un ángulo óptimo para poder realizar la segunda fase, ya sea de la arrancada o envión. (1)

Todos los estudios analizados se centran en la determinación de errores técnicos causados por la mala preparación técnica y física del deportista, pero muy pocos direccionan su trabajo al análisis de las cualidades antropométricas del individuo o en este caso, con los errores o deficiencias técnicas causadas por el tipo de pie que pueden presentar los deportistas. (3)

Teniendo en cuenta que el pie es la base donde se sustenta el cuerpo humano y el principal soporte para realizar los desplazamientos más habituales, esta es una estructura tridimensional, con una compleja biomecánica que le permite cumplir con las funciones de locomoción, amortiguación y equilibrio, por tanto es una pieza fundamental para adoptar la posición bipodal y la realización de la marcha humana, que se evidencian en una adecuada distribución de cargas sobre el sistema musculoesquelético tanto en condiciones estáticas como de movimiento. (4)

El libro de Lesiones deportivas de Bahr Maehlum menciona que en la halterofilia las deformidades más frecuentes en estos deportistas son (las rodillas varas, pie talos, pies cavos, espalda cifótica, escoliosis en C, escoliosis en S) presentando el 86% espalda cifótica que es un trabajo anticipado del tronco. (5)

Es por eso que se decide realizar estudios en jóvenes pesistas, que permita conocer el grado y tipo de incidencia de las deformidades podálicas, en la estática, dinámica corporal y en la ejecución del gesto deportivo.

En el proyecto de investigación se realizó una evaluación fisioterapéutica a los deportistas de halterofilia de la Federación Deportiva de Chimborazo en la ciudad de Riobamba, cuyo propósito es encontrar deformidades y evitar que se desarrollen errores en la técnica de la arrancada olímpica ya que este deporte demanda posiciones forzadas y estáticas.

El artículo científico publicado por la revista DIALNET de Diana Vanessa Vargas Bonilla, menciona que de igual manera se ha realizado un estudio semejante en los deportistas colombianos de levantamiento de pesas, atletismo y natación, obteniendo como resultado el 70% de deportistas con pie cavo. En nuestro país, no existe evidencia de artículos científicos relacionados con las deformidades podálicas en levantadores de pesas, ya sea por el desconocimiento de parte de los entrenadores o por la falta de estudios sobre la importancia de este tema.

1.1 PROBLEMA

A nivel mundial se observa el incremento del número de jóvenes que desde muy corta edad practican algún deporte ya sea recreacional o de alto rendimiento. El desarrollo del sistema osteomuscular durante la infancia y la adolescencia está sujeto a múltiples influencias negativas. (5)

En Ecuador las deformidades podálicas son frecuentes en los deportistas de halterofilia quienes entrenan diariamente de dos a tres horas, no siendo de mucha importancia para el personal de salud, la atención médica profesional ha pasado por alto las deformidades podálicas y por falta de actuación e intervención fisioterapéutica se han desencadenado a largo plazo, malas posturas complicando la funcionalidad y la salud de los deportistas. (6)

En la Federación Deportiva de Chimborazo, se ha pasado por alto las deformidades podálicas, perjudicando así al desarrollo del desempeño profesional, los malos hábitos y el entrenamiento diario que son problemas que se generan debido a la combinación de posturas, movimientos y fuerzas que se traducen en sobre – esfuerzo físico y posiblemente fueron adquiridos en la infancia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

- Caracterizar las deformidades podálicas, teniendo en cuenta el grado, incidencia y alteraciones del apoyo plantar, durante la ejecución del gesto deportivo, en deportistas juveniles de halterofilia de la Federación Deportiva de Chimborazo, período Julio – diciembre 2016

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Determinar las deformidades podálicas en los deportistas de halterofilia de la Federación Deportiva de Chimborazo mediante el método del plantograma.
- Analizar biomecánicamente la técnica de ejecución de los deportistas con diferentes deformidades podálicas, durante la realización de la arrancada olímpica como modalidad de la halterofilia.
- Valorar la incidencia de las alteraciones del apoyo plantar en la ejecución de la técnica deportiva.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 ANATOMÍA DE PIE

El pie propiamente dicho, se describe desde la articulación del tobillo hasta los dedos. Los huesos del pie se ordenan en tres segmentos: el proximal o retropié, constituido por el astrágalo y el calcáneo, que forman el tarso posterior, donde se encuentra la articulación subastragalina; el segmento medio, o mediopie, está integrado por el escafoides, cuboides y las tres cuñas, que forman el tarso anterior, donde se encuentra la articulación mediotarsiana o de Lisfranc, y el segmento distal, o antepie, que está constituido por los metatarsianos y las falanges. El esqueleto del pie se mantiene mediante elementos de soporte, generalmente tendinosos o musculoligamentosos, y gracias a su elasticidad el pie puede adaptarse a todas las irregularidades del terreno. (7)

2.2 INERVACIÓN

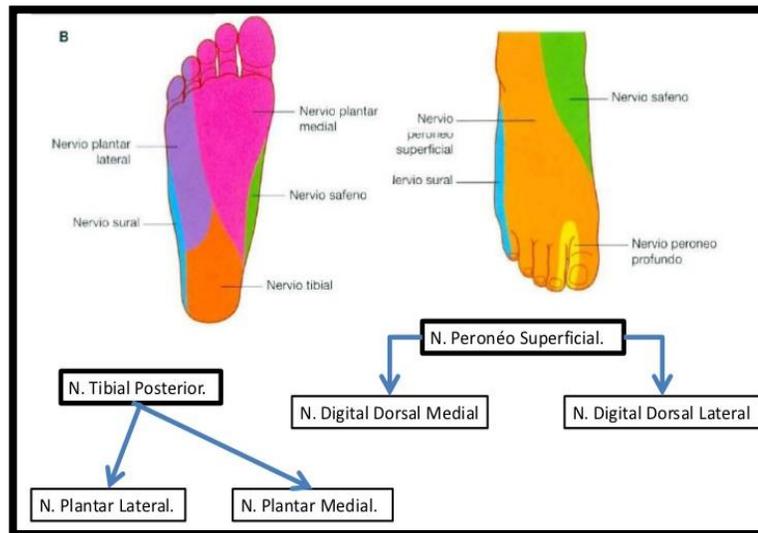


Ilustración Inervación del pie

Fuente: SlideShare – inervación del pie

Leyenda: N= Nervio

El pie está inervado por cinco nervios, cuatro de ellos pertenecen al plexo sacro (ramas del nervio ciático) y estos son:

- Nervio tibial posterior.
- Nervio tibial anterior o peroneo profundo.
- Nervio peroneo superficial o nervio músculo-cutáneo.
- Nervio sural o nervio safeno externo. (8)
- Nervio safeno interno

2.3 MÚSCULOS QUE ACTÚAN EN LA BIOMECÁNICA DEL PIE

Flexión dorsal. - (se acerca el dorso del pie a la cara anterior de la pierna) en este movimiento participan los siguientes músculos:

- Tibial anterior (es el más importante).
- Extensor largo del dedo grueso.
- Extensor común de los dedos.
- Peróneo anterior (10)

Flexión plantar. - (aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna, tratando de poner en línea recta el pie y la pierna) en este movimiento participan los siguientes músculos:

- Tibial posterior.
- Soleo y Gemelos.
- Peróneos laterales largo y corto.
- Flexor largo de los dedos (10)

Supinación o rotación interna (inversión).- (el borde interno del pie se eleva y la planta se gira hacia adentro; se une a la aproximación o inclinación tibial (la punta del pie se acerca al plano medio-sagital) por lo que se le llama también inversión) en este movimiento participan los siguientes músculos:

- Tibial anterior posterior.
- Flexor largo del dedo grueso.
- Flexor largo de los dedos.
- Tríceps sural. (10)

Pronación o rotación externa (eversión).- realiza el movimiento contrario a la supinación, se combina con la separación (la punta del pie se aleja del plano medio-sagital) por lo que también se le llama eversión, en este movimiento participan los siguientes músculos:

- Peróneos laterales largo y corto.
- Extensor común de los dedos.
- Extensor propio del dedo grueso.
- Extensor largo de los dedos. (10)

2.4 PALANCAS DE PIE

Los brazos de palanca que constituyen el pie transmiten los impulsos necesarios para la marcha o el salto y proporcionan amortiguación durante el impacto.

Cuando el pie está en reposo recuerda una palanca de 2º género: la resistencia se sitúa entre el punto de apoyo (cabezas de los metatarsianos) y la potencia (tendón de Aquiles). Cuando se levanta el talón del suelo, el centro de gravedad se desplaza hacia delante, quedando la resistencia por delante del punto de apoyo. (11)

2.5 DEFORMIDADES DE PIE

Antes de empezar a describir la enfermedad de las deformidades más frecuentes del pie, es necesario hacer unas consideraciones y diferenciar el concepto de malformación y deformidad, pues ambas dan lugar a enfermedades diferentes en cuanto a diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento. (12)

La diferencia entre deformidad y malformación tiene lugar en el momento en que se han producido. La malformación se establece en el período embrionario del desarrollo y comporta siempre una alteración anatómica. La deformidad presenta siempre una integridad anatómica (están presentes todos los huesos, los músculos y las diferentes estructuras del órgano deformado). El fallo se ha producido durante el período fetal y afecta a la evolución y posterior crecimiento de estructuras ya formadas y completas. Es por este mecanismo por el que pueden aparecer (13)

Las deformidades del pie pueden afectar a una o a varias articulaciones del mismo, así como a los tejidos blandos circundantes. Aunque pueden ser adquiridas, la mayor parte son congénitas.

2.5.1 CONSECUENCIAS DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS

- Disminución de la resistencia del pie para la bipedestación y la marcha.
- Trastornos vasculares.
- Dolores de tipo neuropático.
- Que suden los pies en exceso.
- Se producen callosidades.
- Los dedos se recogen (gatillos).
- Alteración de la estática del pie, en el apoyo de los puntos preparados para ese fin, y en la marcha. (12)

2.5.2 CLASIFICACIÓN DE LAS DEFORMIDADES PODÁLICAS

2.5.2.1 Pie cavo

Es el pie que presenta un aumento anormal de la altura de la bóveda plantar en el medio-pie por flexión acentuada de los metatarsianos. Este tipo de pie se identifica por un arco excesivamente marcado desde la punta de los dedos hasta el talón, incluyendo una elevación acentuada en los metatarsos dando una apariencia de lo que comúnmente se conoce como dedos en garra.

El pie cavo ocasiona un exceso de tensión al andar, dolores en la planta del pie, y dureza en los metatarsos y se puede tratar con ejercicios de elevación del ante-pie cuando la deformidad es flexible.

El pie de la persona que presenta este tipo de deformación no deja huella de la parte central de la planta ni de los dedos. (14)

➤ **Biomecánica de la deformidad pie cavo**

En el levantamiento de pesas, debido a la constante sobrecarga a la que es sometido el pie por los altos pesos manejados, se hubiera esperado una tendencia al pie plano, dado que este factor es considerado por algunos autores como determinante en el aplanamiento del arco plantar longitudinal.

Para algunos autores la estructura estática del pie no tiene necesariamente una relación con el comportamiento dinámico o una biomecánica anormal, sin embargo otros estudios han demostrado que tanto la presencia de pie plano, como la de pie cavo, se relacionan con inadecuada absorción de los impactos. (9)

Uno de los factores biomecánicos es el levantamiento de peso que requiere un mayor esfuerzo de la cadera y pierna que golpea contra el suelo, aumentando el riesgo de dolor o lesión en esta zona.

El factor biomecánico que produce con más frecuencia pie cavo en levantadores de pesas, es la eversión excesiva (desplazamiento del pie después de contactar con el suelo) durante la competencia o entrenamiento. Después de la eversión, el pie gira hacia la cara plantar lateral (supinación), después se eleva sobre los dedos antes de despegar del suelo y desplazar el peso hacia el centro del cuerpo humano, regresando bruscamente el pie a una posición anatómica.

➤ **Características**

- Arcos longitudinales están muy elevados.
- Distensión del tríceps sural (soleo, gemelos) y del tendón de Aquiles.
- Los músculos flexores desplazan el calcáneo hacia delante.
- El astrágalo se dorsiflexiona.
- La aponeurosis plantar se contrae.
- Acortamiento de los extensores comunes de los dedos.
- Apoyo en el calcáneo y en el metatarso. (13)

Es de tener en cuenta de que los pacientes con estos tipos de pie suelen presentar una hipertonia (exceso de contracción) muscular, tienen los grupos musculares acortados y en especial el sistema flexor que corresponde al Aquileo-plantar, acortamiento de los isquiotibiales, de esta forma el centro de gravedad de su pelvis varia, les condiciona toda la biomecánica de la marcha.

Los pies cavos sufrirán una tracción excesiva de la fascia y harán que el pie se supine. Acostumbran a tener un Aquiles y unos peroneos cortos eso hace un varo de retropié y marcha con poco apoyo del talón.

Los deportistas de nivel suelen presentar por sobre entrenamiento la tendencia de esta deformidad que con el tiempo si no se compensa suele ir más allá. Además, de ser fuente de frecuentes lesiones ligamentosas, musculares y óseas en especial al nivel del pie, tobillos y rodillas.

Clínicamente existen trastornos en la marcha, con tensión permanente y contractura dolorosa en la planta del pie, metatarsalgias y durezas en la zona de la cabeza de los metatarsianos y con dificultades para el calzado por la garra de los dedos y la joroba del dorso del pie.

Al comienzo, la deformidad es flexible ya que puede ser corregida mediante la simple elevación del ante-pie.

Los pies cavos con ligera alteración morfológica y sin trastornos funcionales nunca deben ser tratados quirúrgicamente. La cirugía sólo está indicada ante una deformidad grave, y de alguna manera incapacitante en adolescentes y adultos, o con evidencia de mala evolución en los niños, pues en éstos la deformidad y el trastorno funcional suelen ser muy discretos.

Sin embargo, con el paso de los años se van haciendo cada vez más rígidos y comienza a manifestarse la sintomatología característica de la edad adulta. (14)

➤ **Alteraciones en la edad adulta como consecuencia del pie cavo**

- Metatarsalgia: dolor en las almohadillas de la planta de los dedos al apoyar.

- Talalgia: dolor en el talón al apoyar.
- Hiperqueratosis plantares: durezas dolorosas en las zonas de mayor apoyo.
- Dedos en garra (flexionados hacia dentro).
- Aparición de tendinitis.
- Dificultad para calzarse.
- Lumbalgias frecuentes.
- Dificultad o cansancio extremo para permanecer de pie sin moverse. (15)

2.5.2.2 Pie plano

Es un término genérico poco preciso que se utiliza para describir cualquier cuadro del pie en el que la bóveda plantar es demasiado baja o está desaparecida, creando un área de máximo contacto de la planta del pie con el suelo, el retropié presenta una deformidad en valgo y el ante-pie se encuentra abducido.

El pie plano es una afección que consiste en la carencia de arco plantar. Según Javier Torralba Estellés, presidente de la Asociación Española de Cirugía Podológica (AECP), esta malformación es de las más frecuentes y afecta a alrededor del 20 por ciento de la población española. Aunque la mayoría de los casos de pies planos no causan molestias, los deportistas con este trastorno que hayan realizado deporte durante un tiempo prolongado pueden sufrir inflamación de la fascia debido al sobreuso del pie, lo que se traduce en una intensa sensación de dolor. (14)

➤ **Características**

- Caída del arco longitudinal.
- Dolor de la planta del pie
- Desviación hacia fuera y hacia delante del calcáneo.
- Elongación de los ligamentos, en especial el calcáneo-escafoides.
- Atrofia de los músculos tibial posterior, peroneo lateral largo.
- Tendón de Aquiles distendido.
- Distensión de los músculos plantares.

- Apoyo total en la planta del pie.

Los deportes en que más se produce o actividad determinado genere pie plano, existen algunas actividades que en un paciente que tiene pie plano podría asociarse a algunos problemas. Por ejemplo las personas que tienen pie plano y trotan largas distancias están en riesgo de presentar problemas del tendón de Aquiles o problemas de sobrecarga. (16)

2.6 PLANTOGRAMA

El plantograma es un método exploratorio de la huella plantar del sujeto; permite detectar el espacio real de apoyo de los pies del individuo mediante la medición de la huella plantar, cuando está en bipedestación; registra el polígono de apoyo y las deficiencias o trastornos existentes en la base de sustentación, la valoración es cuantificada. Además, permite una orientación sobre las diversas presiones, con gamas de puntos de presión, huellas más oscuras o ausencias de ellas. (17)

2.6.1 Procedimiento

El sujeto sentado se le impregna la planta de los pies con pintura de agua, seguidamente se le pide que apoye la planta de los pies sobre la cartulina blanca y se coloca en bipedestación; nuevamente sentado, se le pide que levante los pies sin crear una imagen de doble apoyo.

2.6.2 Procedimiento para el análisis

Durante la observación de la huella plantar, se debe, identificar correctamente los bordes del pie para una mejor detección tanto de la forma como tipo de pie.

En toda huella plantar se puede identificar partes como; dedos, antepie (talón anterior), medio pie y talón posterior, se mide la longitud total del pie, desde el borde posterior del retropié hasta el borde del dedo más sobresaliente.

2.6.3 Parámetros del plantograma

- Apoyo de dedos

- Arco anterior
- Arco longitud
- Reborde interno
- Reborde externo (17)

2.7 HALTEROFILIA

2.7.1 DEFINICIÓN DE HALTEROFILIA

Halterofilia (o levantamiento de pesas), es un deporte basado en el levantamiento de series de discos de metal que son progresivamente más pesados; el cual ha sido considerado deporte oficial desde los juegos olímpicos de Atenas 1896. (18)

2.7.2 HISTORIA

La halterofilia como uno de los deportes más antiguo del mundo, la halterofilia puede considerarse como deporte a partir del siglo. XIX, a pesar de practicarse como entretenimiento desde el año 3600 A.C. El siglo. XIX fue la época en la que se realizaban concursos de fuerza en tabernas consistentes en levantar barras de hierro con enormes bolas de metal en los extremos. Aunque al principio solo se practicaba a modo de exhibición en circos, se comenzaron a realizar torneos de principiantes en los que varios clubes competían entre sí en levantamiento de pesas. (19)

2.7.3 MODALIDADES

Envi3n

Modalidad de envi3n o dos tiempos: el deportista debe elevar la barra desde el suelo con un primer movimiento hasta el hombro y con el segundo movimiento elevarla sobre su cabeza. (18)

Arranque

Modalidad de arranque: el deportista debe levantar la barra con los brazos extendidos desde el suelo por encima de su cabeza en un solo movimiento. (18)

2.7.4 ESTRUCTURA CINEMÁTICA DE LA HALTEROFILIA

Para analizar los beneficios del uso de la Halterofilia, se debe analizar la estructura cinemática de los levantamientos olímpicos. Primero que nada, se sabe que el arranque y la envi6n se realizan en un solo tiempo, pero se pueden diferenciar claramente a cuatro fases donde en ellas se generan dos tracciones por el deportista, las cuales tienen velocidades y aceleraciones distintas.

Al existir aceleraciones distintas, en la primera y en la segunda fase, el deportista aprovecha mejor sus posibilidades de fuerza. Entre estas dos aceleraciones existe un descenso de la velocidad de la barra, inevitable, pero necesaria para que el deportista adopte una posici6n adecuada, entendiéndose con esto que el deportista buscará que las articulaciones involucradas est6n en un ángulo 6ptimo para poder realizar la segunda fase, ya sea de la arrancada o el clean. (1)

3 METODOLOGÍA

3.1 Diseño de estudio

Se realizó un estudio descriptivo, no experimental de corte transversal, el carácter de la investigación es mixta, tanto cuantitativa al analizar las variables numéricas de la edad, peso corporal y velocidad vertical máxima de ejecución, este último tomado como parámetros de evaluación de la técnica deportiva, desde un punto de vista biomecánico, así como cualitativa por el análisis de las deformidades podálicas y el tipo de trayectoria de la barra que presentaron los participantes, de igual manera como un parámetro de evaluación biomecánico de la técnica deportiva.

3.2 Población y muestra

La población en estudio constituyó 22 deportistas de los registros de la Federación Deportiva de Chimborazo.

Para el presente estudio se realizó un muestreo probabilístico, ya que se trabajó con los 22 deportista que constituyeron toda la población, divididos en dos grupos tomando como criterio de inclusión para el primero la presencia de pie cavo ($n = 11$) tanto derecha como izquierda y para el segundo la presencia de las demás deformidades podálicas ($n = 11$) como son: normal y plano en ambos pies sin unilateralidad.

3.3 Instrumentos

Tomando en cuenta las variables de estudio, en el presente proyecto se utilizaron los instrumentos siguientes.

3.3.1 Plantograma de Roberto Hernández Corvo

Para la determinación de las diferentes deformidades podálicas que presentaron los deportistas participantes, se utilizó el método de plantograma de Roberto Hernández Corvo, este se basa en el análisis de imágenes, obtenidas de la impresión de la huella plantar, a partir

de entintar ambos pies. En la impresión de la huella plantar, se realizan trazos para obtener el ancho del metatarso (x) y el ancho del apoyo externo (y), con la finalidad de aplicar la fórmula de valoración del propio autor:

$$(x - y)/x * 100 = \% \text{ de } x$$

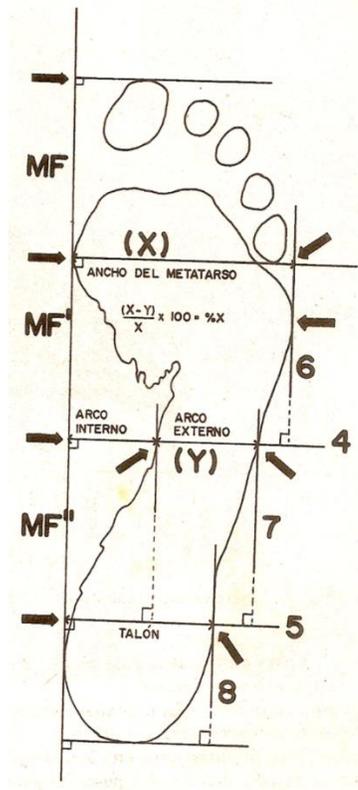


Ilustración 2 Modelo de análisis de huella plantar

Fuente: Plantograma Roberto Hernández Corvo

De acuerdo con el resultado el % de x, se obtendrá:

Pie plano: 0 a 34,9%

Cavo: 60 a 74,9%

Plano normal: 35 a 39,9%

Cavo fuerte: 75 a 84,9%

Normal: 40 a 54,9%

Cavo extremo: 85 a 100%

Normal cavo: 55 a 59,9%

Las medidas obtenidas se introducen en el programa “Apoyo Plantar”, plantilla desarrollada en Excel por la PhD. Mireya Pérez, como complemento a la metodología de Hernández Corvo, el cual permite clasificar los tipos de pies según datos obtenidos en el análisis de las huellas plantares.

Los datos a introducir en el programa son:

Nombre y Apellidos. Ancho del metatarso: X; Ancho de la impresión: Y; Medida fundamental: MF. Longitud de la impresión y Ancho del talón: ta.

Se introducen los datos de cada pie (izquierdo y derecho) por separado, posibilitando detectar si existe unilateralidad en el pie de acuerdo con el apoyo plantar.

3.3.2 Control biomecánico para evaluar la técnica deportiva

Para poder evaluar la técnica deportiva, se determinó la evaluación de dos parámetros biomecánicos que determinan la ejecución de la técnica de la arrancada olímpica, siendo esta una de las modalidades de la halterofilia, estos parámetros fueron la Velocidad Vertical Máxima (Vz max) y del tipo de trayectoria de la barra durante la ejecución del gesto técnico. Como instrumento de evaluación de los parámetros descritos, se utilizó el software de análisis biomecánico Kinovea versión 8.15 diseñado para el análisis biomecánico de los diferentes gestos deportivos, mediante capturas videografías con una cámara Sony Handycam® Profesional 4K AX1 con un margen de error mínimo.

3.4 Procedimiento

El procedimiento a seguir en este estudio fue:

- Caracterización de la muestra de estudio.
- Aplicación del método del plantograma para determinar alteraciones en las huellas plantares.
- División de dos grupos con 11 participantes cada uno, en base al criterio de inclusión determinado.

- Realización de la video-captura de la ejecución técnica de la arrancada olímpica.
- Análisis biomecánico, para determinar la velocidad vertical máxima y el tipo de trayectoria, determinado por los estudios de Vorabyov (1978) que tipifica tres tipos de trayectoria A; B y C. Caracterizándolas de la siguiente manera:

La trayectoria A, fue presentada como la menos adecuada de las tres; la trayectoria B, fue considerada como técnica defectuosa que requería el desplazamiento de los pies hacia atrás para conseguir el encaje; y por último, la trayectoria C, que se presentaba como la técnica más correcta por suponer una trayectoria más vertical gracias a la reducción de los desplazamientos horizontales de la barra (Ilustración 3).

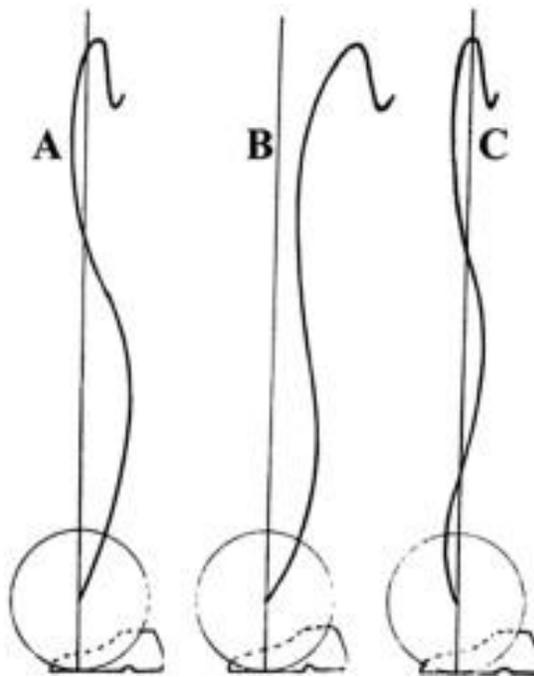


Ilustración 3 Diferentes trayectorias de la barra en la arrancada olímpica

Fuente: Adaptado de Vorobyev, 1978

- Análisis estadístico de los resultados obtenidos.
- Desarrollo de conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

3.5 Análisis de datos

En la comprobación estadística de los resultados se utilizó el paquete SPSS, versión 22.00 IBM - USA, determinando para las variables cuantitativas o categóricas como es la edad,

peso corporal y parámetro de la velocidad vertical máxima (Vz max): la media, error estándar, desviación estándar, los rangos mínimos y máximos. La comprobación general de los resultados obtenidos entre los grupos, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y una prueba paramétrica T-Student para muestras independientes. En las variables cualitativas como es el tipo de trayectoria, se utilizó un análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes, en su comprobación de significación entre grupos, se utilizó una prueba no paramétrica de Chi-cuadrado de Pearson

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra quedó constituida por 22 deportistas, rango de edad entre 11 – 16 años, divididos en un grupo A constituida por 11 participantes, edad promedio $13,18 \pm 0,40$ entre 11 – 15 años y una desviación estándar de 1,328, con un peso medio de $56,945 \pm 3,15$ y un grupo B, edad

promedio $13,64 \pm 0,48$ entre 11 – 16 años y una desviación estándar de 1,567, con un peso medio de $58,236 \pm 271$.

Determinación de las distintas alteraciones en el apoyo plantar: El análisis de esta variable de la muestra, en relación a las distintas deformidades podálicas existentes, determinó que un 50,0% (f=11) presentaban en su pie derecho un tipo de pie cavo, un 18,2% (f=4) un tipo de pie normal, un 27,3% (f=6) un tipo de pie normal cavo y un 4,5% (f=1) un tipo de pie plano normal, encontrando la prevalencia del pie cavo entre los participantes.

Se determinó que un 72,70% (f=16) presentaba en su pie izquierdo un tipo de deformidad como pie cavo, un 18,2% (f=4) un tipo de pie normal, un 4,5% (f=1) un tipo de pie plano y un 4,5% (f=1) un tipo de pie plano normal, concluyendo que al igual que el pie izquierdo existe una prevalencia del tipo de deformidad determinado como pie cavo, entre los participantes.

Una vez dividido los grupos de participantes, según los criterios de inclusión de los mismos se encontraron que el grupo A se conformó en un 100% tanto en el pie derecho como en el izquierdo por deportista que presentaron netamente un pie cavo.

Para el grupo B se determinó que en el pie derecho un 36,4% (f=4) presentó un pie normal, un 54,5% (f=6) un pie normal cavo y un 9,1% (f=1) un pie plano normal. Para el pie izquierdo un 45,5% (f=5) un pie cavo, un 36,4% un pie normal, un 9,1% (f=1) un pie plano y un 9,1% (f=1) un pie plano normal (Tabla № 1).

Tabla 1 Resultados en la clasificación del tipo de huella plantar en la halterofilia

CI	MF_PD	Clasificación PD	MF_PI	Clasificación PI
1*	5	Cavo	5	Cavo
2*	5,2	Cavo	5	Cavo

3*	5,7	Cavo	6,3	Cavo
4*	5,5	Cavo	6,3	Cavo
5*	5,9	Cavo	4,7	Cavo
6*	7,1	Cavo	7	Cavo
7*	5,2	Cavo	5,5	Cavo
8*	5,4	Cavo	5,9	Cavo
9*	4,9	Cavo	4,6	Cavo
10*	5,4	Cavo	5,4	Cavo
11*	5,2	Cavo	5,3	Cavo
12**	5,5	Normal Cavo	5,7	Cavo
13**	3,6	Plano Normal	4,1	Plano Normal
14**	6,2	Normal	5,5	Plano
15**	5,5	Normal Cavo	5,8	Cavo
16**	5,7	Normal Cavo	6,2	Normal
17**	6,4	Normal Cavo	6,1	Normal
18**	6,4	Normal Cavo	6,9	Cavo
19**	6,7	Normal	6,2	Cavo
20**	4,8	Normal	4,6	Normal
21**	4,4	Normal	4	Normal
22**	4,7	Normal Cavo	4,6	Cavo

(*)Grupo A. (**) Grupo B.

Para poder evaluar biomecánicamente la técnica de ejecución de esta modalidad dentro de la halterofilia en los deportistas con diferentes deformidades podálicas, se determinaron dos parámetros biomecánicos que caracterizan la correcta o incorrecta ejecución del gesto técnica.

En el análisis descriptivo del parámetro de la velocidad vertical máxima (Vz_{max}) de esta variable cuantitativa, se determinó una media de $1,58 \pm 0,024 \text{ m/s}^2$, con intervalos entre $1,52 - 1,72 \text{ m/s}^2$, con una desviación estándar de $0,064 \text{ m/s}^2$ para el grupo A, conformada por deportistas con la deformidad podálica denominada “pie cavo” y $1,65 \pm 0,019 \text{ m/s}^2$, intervalos entre $1,45 - 1,67 \text{ m/s}^2$, con una desviación estándar de $0,080 \text{ m/s}^2$ para el grupo B, integrada

por deportistas con diferentes deformidades podálicas con exclusión del pie cavo. (Tabla № 2).

Tabla 2 Análisis del parámetro de la velocidad vertical máxima en halterofilia

CI	V_MAX
1*	1,45
2*	1,56
3*	1,71
4*	1,67
5*	1,68
6*	1,72
7*	1,56
8*	1,58
9*	1,71
10*	1,57
11*	1,59
12**	1,65
13**	1,73
14**	1,64
15**	1,7
16**	1,68
17**	1,49
18**	1,56
19**	1,61
20**	1,63
21**	1,54
22**	1,67

(*) Grupo A, () Grupo B, P valor < 0,05.**

El análisis del parámetro del tipo de trayectoria de frecuencias y porcentajes para esta variable determinó que en el grupo A un 9,1% (f=1) presentó una trayectoria de tipo A, 72,7 (f=8) una trayectoria de tipo B y un 18,2% (f=2) una trayectoria de tipo C.

En el grupo B un 9,1% (f=1) presentó una trayectoria de tipo A, 18,2% (f=2) una trayectoria de tipo B y un 72,7%(f=8) una trayectoria de tipo C. (Tabla № 3).

Tabla 3 Análisis del parámetro de trayectoria de la barra en halterofilia

CI	TIPO DE TRAYECTORIA
1*	B
2*	B
3*	A
4*	B
5*	B
6*	C
7*	B
8*	B
9*	C
10*	B
11*	B
12**	A
13**	C
14**	C
15**	C
16**	C
17**	C
18**	C
19**	C
20**	C
21**	B
22**	B

(*) Grupo A, () Grupo B, P valor < 0,05.**

La investigación permitió analizar el comportamiento de los dos parámetros biomecánicos en relación al tipo de deformidad presentada, evidenciando que en el grupo A en donde solo existía la presencia de pie cavo la media de la Vz max fue de $1,65 \pm 0,019 \text{ m/s}^2$, en relación al grupo B en donde existían diferentes tipos de deformidades podálicas, la media fue de $1,58 \pm 0,024 \text{ m/s}^2$, es decir, que la presencia de pie cavo en los deportistas permite un mayor

desarrollo de la Vz max, que en muchos de los casos se produce por un impulso innecesario, provocado por un golpe de la cadera con la barra.

Dichos resultados fueron sometidos a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras < 60 datos, que determinó un P-valor $> 0,05$, concluyendo que los datos tanto para el grupo A como para el grupo B se encontraban dentro de una distribución normal y cumplen con los requisitos para la aplicación de pruebas paramétricas.

Tomando en cuenta el criterio de normalidad se aplicó una prueba T-Students para muestras independientes determinando un P valor $< 0,05$, evidenciando que existe una diferencia significativa entre los resultados alcanzados por los dos grupos con diferentes deformidades podálicas en estudio, en relación a esta variable.

El análisis del tipo de trayectoria de la barra en relación a los grupos por deformidad podálica presentada, evidenció que en el grupo A con la presencia solo de pie cavo, el mayor porcentaje, 72,7% presentó una trayectoria tipo B que caracteriza al levantamiento como técnica defectuosa que requería el desplazamiento de los pies hacia atrás para conseguir el encaje, determinando la presencia de errores técnicos como causantes. En relación al grupo B, caracterizada por la presencia de distintas deformidades podálicas, en su mayoría 72,7 % presentó una trayectoria de tipo C, considerada como la técnica más correcta por suponer una trayectoria más vertical gracias a la reducción de los desplazamientos horizontales de la barra.

Es decir que la presencia de pie cavo causa el cometimiento de errores técnicos, que se pueden determinar en base a este parámetro biomecánico, pero no afecta en la estática corporal ya que la afectación debe ser por la unilateralidad de los pies.

La comprobación estadística para determinar si existe una diferencia entre los grupos en relación tipo de trayectoria determinó un P valor $< 0,05$, evidenciando que, si existe una diferencia significativa entre los grupos, en relación a esta variable.

4.1 Discusión

El objetivo de la investigación planteada era caracterizar las deformidades podálicas, teniendo en cuenta el grado, incidencia y alteraciones del apoyo plantar y parámetros biomecánicos (velocidad vertical máxima y tipo de trayectoria) durante la ejecución del gesto técnico de la arrancada olímpica. Los resultados de la aplicación del plantograma determinaron que existe una prevalencia del tipo de pie cavo 50,0% en la huella plantar derecha y un 72,70% en la huella plantar izquierda, con menores porcentajes en los demás tipos de pie.

Datos que se pueden relacionar con los estudios realizados en Colombia en el año 2008 en donde se analizó una muestra de 347 participantes en donde el 20,4% eran levantadores de pesas y presentaron un 46% en el pie derecho y un 32% en el pie izquierdo presencia de tipo de pie cavo. (20)

De igual manera en Colombia durante el desarrollo de los Juegos Deportivos Nacionales se analizó a una muestra de 280 deportistas de los cuales el 17,6% eran de la disciplina del levantamiento de pesas y después del análisis de la huella plantear presentaron un 46% de tipo de pie cavo en el pie derecho y un 26% izquierdo. (21)

Lo que determina que la prevalencia del tipo de pie cavo entre los levantadores de pesas es muy frecuente.

El análisis del parámetro de velocidad vertical máxima ($V_z \text{ max}$) dio como resultado para el grupo A: $M=1,65\pm 0,06$; $P = 0,032$ y para el grupo B $1,58\pm 0,08$; $P = 0,32$, realizando el análisis estadístico teniendo como base la variable del grupo se determinó que las muestras tienen una diferencia significativa entre sus resultados es decir el tipo de pie cavo incide en la variable de la velocidad vertical máxima, mostrando un parámetro más alto que en los participantes que presentan un tipo de pie diferente, tomando en cuenta que el pie cavo no perjudica a la estática y dinámica corporal.

Investigaciones similares en donde se determinó el parámetro en estudio y el tipo de pie de cada deportista son muy escasas, pero independientemente se han realizado estudios sobre la velocidad vertical máxima en deportistas españoles en el año 2013 en donde evaluaron este parámetro en 31 levantadores de pesas que presentaron un media de $1,72\pm 0,08$.

En el estudio se analizó que la mayoría de participantes sin importar el grupo en el que se encuentre presentan una prevalencia de tipo de trayectoria “B” con un 45,5% en relación a el estudio anterior en donde la mayoría de levantadores presentan una trayectoria de tipo “C” como la más correcta ya que intersecta la vertical un mayor número de veces.

La mayoría de estudios acerca de esta temática, como es el tipo de pie y la disciplina deportiva que se practica solo tratan de caracterizar este parámetro, pero no lo relacionan con el cometimiento de errores técnico y peor aún con los parámetros biomecánicos, por tal razón se considera que esta investigación aporta en el desarrollo del proceso de entrenamiento y la metodología de correcciones de errores técnicos que se pueden presentar durante la ejecución de la arrancada olímpica como consecuencia de alteraciones en el apoyo plantar causadas por la unilateralidad podálica.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El tipo de deformidad podálica que más frecuentemente presentan los levantadores de pesas es el pie cavo caracterizado por un arco longitudinal superior a lo normal y se corrobora por la relación de los resultados alcanzados en otras investigaciones, dejando como un planteamiento para próximas investigaciones por qué este tipo de pie caracteriza a la mayoría de levantadores.
2. Biomecánicamente se analizó la Vz max y el tipo de trayectoria, como parámetros de evaluación de la técnica de ejecución de la arrancada olímpica, como una modalidad de la halterofilia, determinado que la presencia de pie cavo evidencia mayor desarrollo de la Vz max y la presencia de una trayectoria tipo B, que en ambos casos identifica defectos en la ejecución técnica.
3. La relación entre el tipo de pie y la variable de la velocidad vertical máxima (Vz max) estadísticamente presentan una diferencia, evidenciando que la presencia del pie cavo promueve a la ejecución de una trayectoria defectuosa que obligará a cometer errores en fases posteriores de la técnica con el propósito de compensar y no perder el levantamiento, lo cual puede justificarse por la necesidad de controlar el centro de gravedad por la curvatura presentada y los puntos de apoyo.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Profundizar en los estudios relacionados con la influencia de la Halterofilia en las alteraciones de huellas plantares, así como en las causas que originan las mismas teniendo en cuenta los contextos y escenarios en el que se desarrolla este tipo de deporte.
2. A los entrenadores y profesionales de salud que están relacionados en este ámbito deportivo, evaluar las diferentes deformidades podálicas existentes en los jóvenes deportistas que van a iniciarse en la halterofilia, por su incidencia en el desempeño deportivo y su calidad de vida del deportista.
3. Evaluar biomecánicamente la técnica de los deportistas, ya que es un deporte extremadamente coordinado, este proceso ayudara al entrenador a corregir errores en etapas tempranas de la formación deportiva. Deben tener en cuenta la relación entre las deformidades podálicas y los parámetros biomecánicos de control de la técnica, ya que de esta manera se puede economizar tiempo en el proceso de prevención de lesiones y corrección de errores técnicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrades JAB. Vida Sana Ecuador. [Online].; 2016 [cited 2017 Enero 30. Available from: <http://www.vidasanaecuador.com/2014/10/todo-sobre-la-halterofilia-en-que.html>.
2. Gutierrez JJdAJLL. Caracterización del tipo de vuelo en relación con variables biomecánicas. In Evrard.. Buenos Aires: Apunts; 2014. p. 68-78.
3. Gómez Salaazar L. Caracterización de la huella plantar en deportistas colombianos. In. Colombia: Entramado; 2010. p. 158-167.
4. Viladot A,VA. El pie en el deporte quince lesiones sobre patologías del pie. In. Barcelona: Springer; 2008. p. 191-215.
5. Bahr, R. ; Maehlum, S. ; Bolic, T. Lesiones Deportivas, Diagnóstico, Tratamiento y Rehabilitación. Tercera Edición ed. Alcocer A, editor. Madrid: Panamericana; 2007.
6. Cevallos JF. Ministerio del Deporte. [Online].; 2011 [cited 2016 Junio 15. Available from: www.deporte.gob.ec.
7. Gardner.; Gray. ; O" Rahilly. Anatomía Humana. Quinta Edición ed.: Nueva Editorial Interamericana; 2012.
8. More K. Anatomía con Orientación Clínica. Séptima Edición ed. Barcelona: Lippincottt Williams & Wilkins; 2013.
9. Daniel's. ; Worthingham. Técnicas de balance muscular. Novena Edición ed. España: Elsevier España, S.I.; 1984.
10. Kendall's. músculos pruebas, funciones, dolor postural. quinta edición ed. madrid: marban libros, s.l.; 2007.
11. Mena R. Ciencias Clinicas y Patológicas. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2016; 15(1).
12. Cifuentes L. Órtesis y Prótesis Quito: Latinoamericana; 2010.
13. Guyton, A. ; Hall, J. Tratado de la fisiología médica. In. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España S.A.U.

14. Hernández-Corvo R. Morfología funcional deportiva: Sistema locomotor. Badalona, España: Paidotribo. ; 1989.
15. Everett G. Halterofilia España: Paidotribo; 2015.
16. Etxazarra U. teinteresa.es.Halterofilia. [Online].; 2012. Available from: http://www.teinteresa.es/Microsites/Londres_2012/Deportes/Halterofilia/Halterofilia-deportes-ancestrales-historia_0_742726075.html.
17. Franco NVyV. Halterofilia Colombia; 2008.
18. Salazar G. Juegos Deportivos Colombia; 2010.
19. Taboadela C. Goniometría. In. Buenos Aires: Asociart ART; 2007.

ANEXOS

ANEXO 1 Hoja de autorización de los deportistas

Yo _____ con cédula de identidad

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Carolina Barros – Estefanía Lara. He sido informado de la meta de este estudio.

Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista o lo que fuera según el caso.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando este haya concluido.

FECHA:

.....

Firma del participante

ANEXO 2 Toma de muestras de huellas plantares



Fotografía 1 Toma de muestra de la huella plantar a los deportistas

Fuentes: Federación Deportiva de Chimborazo

Elaborado por: Carolina Barros y Estefania Lara



Fotografía 2 Huella plantar de pie plano

Fuentes: Federación Deportiva de Chimborazo

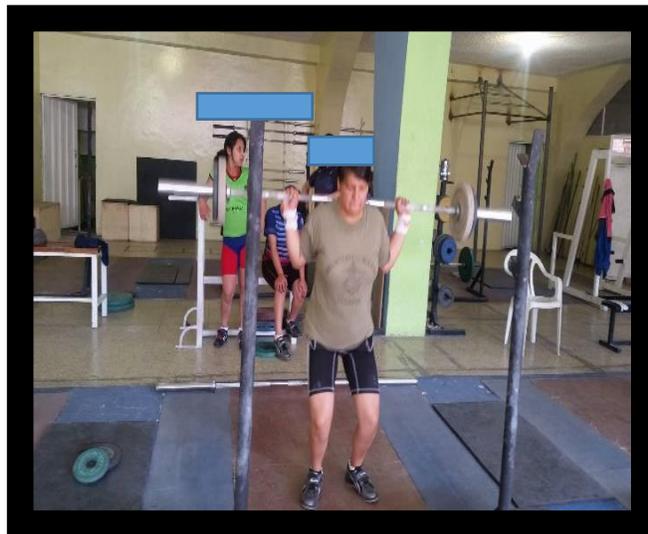
Elaborado por: Carolina Barros y Estefania Lara



Fotografía 3 Huella plantar pie cavo

Fuentes: Federación Deportiva de Chimborazo

Elaborado por: Carolina Barros y Estefania Lara



Fotografía 4 Biomecánica de levantamiento de pesas

Fuentes: Federación Deportiva de Chimborazo

Elaborado por: Carolina Barros y Estefania Lara



Fotografía 5 Biomecánica del arranque olímpico

Fuentes: Federación Deportiva de Chimborazo

Elaborado por: Carolina Barros y Estefanía Lara