

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE
LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA
FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CHIMBORAZO.**

AUTOR: MD. EDISON PATRICIO AYNAGUANO PEREZ

DIRECTOR DE DISERTACIÓN:

DR. OSCAR CONCHA

DIRECTOR METODOLÓGICO:

DR. ROMMEL ESPINOZA DE LOS MONTEROS

QUITO 2020

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **EDISON PATRICIO AYNAGUANO PEREZ**, CON CC 0603582263, autor del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CHIMBORAZO**, previa a la obtención del título profesional de **ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE** en la Facultad de **MEDICINA**:

Declaro:

- 1.- Bajo juramento que el presente trabajo no ha sido presentado previamente a ningún grado de calificación profesional, y que las citas expuestas en este texto han sido revisadas en las revisiones bibliográficas.
2. Tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la Senecsyt en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 3.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE al referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, Junio 2020

Md. Edison Patricio Aynaguano Pérez

CC: 0603582263

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación le dedico a Dios por darme la vida y salud.

A mis padre José y Gladys quienes con su inmenso amor, sacrificio jamás me abandonaron. Su ejemplo de perseverancia ha hecho de mí un hombre que no se rinde hasta alcanzar las metas y sueños trazados.

A mi esposa Erika, a mis hijos Jordán y Debie luz de mis ojos por su amor y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Edison Aynaguano P.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza con su manto me ha llenado de amor y de bendiciones ha estado conmigo de una manera incondicional a lo largo de esta carrera.

A la Federación Deportiva de Chimborazo por abrirme las puertas de esta noble institución y poder realizar esta investigación.

Al Doctor Oscar Concha Coordinador del Posgrado de Medicina del Deporte quien ha sido una guía a lo largo de la carrera y la dirección para poder realizar esta investigación

Al Doctor Rommel Espinoza quien ha sabido impartirme sus conocimientos, para poder realizar y culminar esta investigación.

Finalmente Como no mencionar a mis mentores de esta prestigiosa institución quien han sido pieza fundamental y guías para forjarme, entregándome sus conocimientos y su amistad que me han hecho un profesional sabio y lleno de valores necesarios para mi práctica médica como especialista.

Edison Aynaguano

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 HISTORIA DEL ATLETISMO	4
2.1.1 Definición de atletismo.....	4
2.1.2 Definición de la a carrera	5
2.2. BIOMECÁNICA	5
2.2.1 Biomecánica deportiva	6
2.2.2 Biomecánica De La Actividad Física y el Deporte	6
2.2.3 Biomecánica de la carrera	7
2.2.4 Análisis Biomecánico de la Marcha	8
2.2.4.1 Ciclo de la marcha	9
2.2.4.2 Apoyos del pie durante la marcha	9
2.2.4.3 Interacción mecánica del pie con la superficie.....	10
2.2.5 Fases en la carrera	11
2.2.6 Prono-supinación durante la carrera.....	12
2.2.6.1 Angulo de pronosupinación durante la carrera.....	13
2.3 LESIONES.....	15
2.3.1 Lesiones en niños y adolescentes	16

2.3.2 Factores de riesgo biomecánico.....	17
CAPÍTULO III.....	22
3.1 MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.1 JUSTIFICACIÓN.....	22
3.1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
3.1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
3.1.4 OBJETIVOS	23
a. OBJETIVO GENERAL.....	23
b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3.2 METODOLOGÍA	24
3.2.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	24
3.2.2 POBLACIÓN	26
3.2.3 MUESTRA	27
3.2.4 DISEÑO	27
3.2.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	28
a. Criterios de Inclusión:	28
b. Criterios de Exclusión:	28
3.2.6 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS	29
3.2.7 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	29
3.2.8 ASPECTOS BIOÉTICOS.....	30
CAPÍTULO IV	31
4.1 RESULTADOS.....	31
4.1.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	31
4.1.2 DATOS GENERALES.....	31
CAPÍTULO V	37
5.1. DISCUSIÓN.....	37
CAPÍTULO VI.....	39
6.1 CONCLUSIONES	39
6.2 RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas antropométricas	33
Tabla 2. Somatotipo	33
Tabla 3. Grados de pronación y supinación en la carrera	34
Tabla 4. Relación del análisis biomecánico y tipo de lesión	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fases de la marcha	9
Gráfico 2. Zonas de apoyo del pie	10
Gráfico 3. Fases de la carrera.....	11
Gráfico 4. Puntos de referencia de la articulación subastragalina	13
Gráfico 5. Deportistas de fondo y semifondo según el sexo.....	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 6. Deportistas con antecedentes de lesiones	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Se evaluó la relación que existe en el análisis biomecánico de la pronosupinación y las lesiones deportivas durante la carrera en deportistas de la Federación Deportiva del Chimborazo. Se realizó un estudio transversal multicéntrico, con una muestra de 20 deportistas. Con el análisis bivariante se obtuvieron relaciones entre variables analizadas, optando así por el test del Chi cuadrado, por lo que, se trabajó con un nivel de confianza del 95%, considerando como condición de rechazo de la independencia entre variables que el p-valor sea menor que 0,05. Durante el análisis biomecánico se encontró una significancia menor a ($p < 0,05$) en el análisis biomecánico y las lesiones. En las otras variables no se encontraron relaciones. Resultados del análisis univariante: edad media de la práctica fue de $14 \pm 1,62$ años, se determinó que existe un predominio en la práctica deportiva del 55% para hombres y un 45% para las mujeres, los deportistas que presentaron antecedentes de lesiones fue un 70% y tan solo un 30% no presentaron lesiones. El somatotipo mesomórfico para hombres y ectomorfo para mujeres ideal para esta disciplina.

Palabras claves: Pronación, supinación, lesiones deportivas, antropometría, somatotipo

SUMMARY

The relationship that exists in the biomechanical analysis of pronosupination and sports injuries during the race was evaluated in athletes of the Sports Federation of Chimborazo. A multicenter cross-sectional study was carried out, with a sample of 20 athletes. With the bivariate analysis, relationships between the analyzed variables were obtained, thus opting for the Chi square test, therefore, we worked with a confidence level of 95%, considering as a condition of rejection of independence between variables that the p-value is less than 0.05. During the biomechanical analysis, a significance of less than ($p < 0.05$) was found in the biomechanical analysis and the lesions. No relationships were found in the other variables. Univariate analysis results: the average age of the practice was 14 ± 1.62 years, it was determined that there is a predominance in sports practice of 55% for men and 45% for women, the athletes who presented a history of injuries was 70% and only 30% had no injuries. The mesomorphic somatotype for men and ectomorphic for women ideal for this discipline.

Key words: Pronation, supination, sports injuries, anthropometry, somatotype

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El atletismo ha sido practicado desde hace tiempos remotos, la humanidad ha adquirido varias habilidades como correr, saltar con el único fin de sobrevivir o conseguir alimentos, no se puede especificar si fue el primer deporte practicado ya que no se practicaba como competencia (Campo, 2016). En la actualidad el atletismo es un deporte olímpico, competitivo que está regido a unas reglas estrictas para que sea un deporte justo. El nombre surgió desde tiempos remotos del griego “Atlos” que significa esfuerzo (Campos, 2016).

La participación de Ecuador en juegos Olímpicos a lo largo de toda la historia deportiva empezó en el año de 1924 en París en la disciplina de atletismo. En todas las participaciones nunca se obtuvo buenos resultados por lo que era una disciplina olvidada, en el año 1996 en Atlanta llegaría a la meta un compatriota Jefferson Pérez obteniendo el primer lugar. Con este acontecimiento resurgió el atletismo y aumento la práctica del atletismo a nivel nacional. (“F.E.A,” n.d.)

El atletismo no ha tenido mucho protagonismo en los últimos tiempos es por esto la preocupación de realizar la investigación en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo en la disciplina de fondo y semifondo específicamente en tres categorías sub 14 o infantil , en la sub 16 o cadete y la sub 18 o juvenil, estudiando la biomecánica de la carrera (Aedo E, 2007) en especial la pronosupinación de la articulación subastragalina ,con la finalidad de evitar lesiones en estos deportistas que se están encaminando.

Han existido varios estudios de cómo se puede clasificar o definir cuáles son los factores que impiden el mejor rendimiento de los deportistas, pero hasta la actualidad no existe uno que nos ayuden exactamente. Nos hemos planteado un interrogante ¿Existe relación entre la biomecánica de la carrera y las lesiones en atletas de fondo y medio fondo de la Federación Deportiva de Chimborazo? De esta manera queremos obtener una respuesta a la interrogante planteándonos como objetivos la prevalencia de lesiones en los atletas

de fondo y medio fondo, identificar los factores extrínsecos e intrínsecos que provocan lesiones y la relación de los tipos de pisada durante la carrera con las lesiones deportivas.

Todo lo que se encuentre en este trabajo de investigación se ira detallando con la finalidad que sirva para posteriores estudios y mejorar el rendimiento competitivo de los atletas de la Federación Deportiva de Chimborazo tanto a nivel Nacional e internacional. Además será un aporte para los especialistas en medicina deportiva. A diseñar de mejor manera planes de entrenamiento, mejorar la técnica deportiva y lo más importante evitar futuras lesiones en las promesas deportivas como son las categorías infantiles.

Al leer esta investigación será encontrando en cada capítulo la siguiente información:

En el capítulo I se explicara de una forma concreta la información de la investigación que nos dará una guía para desarrollar el actual estudio y la organización de la misma. En el capítulo II se enfatiza sobre el marco teórico de toda la investigación. En la cual se reunirá información de varias bibliografías anteriores y actuales que nos ayudaran a resolver la investigación planteada, basada en la biomecánica de la pronosupinación subastragalina de la carrera, lesiones deportivas.

En el capítulo III, se menciona la metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación; la justificación y problema de la investigación indicando la importancia del porque realizo este estudio investigativo. Los objetivos generales y específicos de esta investigación. Que el tipo de estudio es descriptivo multicentrico. Con una muestra de 20 atletas de fondo y medio fondo de la Federación Deportiva de Chimborazo de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo-Ecuador, en el año 2020.

En este estudio se analizó la relación de la biomecánica de la pronosupinación subastragalina en la carrera y su relación con lesiones en los atletas de fondo y medio fondo, así como diferencias en cuanto a las variables antropométricas en relación a otros estudios. Se encuentra especificadas las variables de estudio, técnica, recolección y procesamiento de los datos utilizando un análisis estadístico para poner en manifiesto las relaciones existentes en cada una de las variables analizadas, optando por un planteamiento como es el test chi-cuadrado.

En el capítulo IV del estudio van a encontrar los resultados obtenidos, además se encontrarán tablas, gráficos y el análisis de cada uno. En el capítulo V se mencionará a la discusión analítica de todos los resultados obtenidos en este estudio.

En el último capítulo VI se encontrará las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en esta investigación. Además al final vamos a encontrar la bibliografía y anexos de este estudio investigativo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del atletismo

El atletismo es uno de los deportes más antiguos y organizados, los primeros juegos olímpicos fue en el año 776 a.c. con los griegos. Durante muchos años se practicaba el pentatlón, que consistía en lanzamiento de jabalina, de disco, carrera, salto libre y lucha libre. Durante varios siglos no se pudo realizar competencias.(Ruíz, 2015)

En el siglo XIX en el año de 1896 en Atenas se celebran los juegos olímpicos como se practicaban desde la antigüedad. Más adelante ya se celebraba en diferentes países y cada cuatro años. Ya en el año de 1913 se funda el IAAF que no es más por sus siglas en inglés que la Federación Internacional de Atletismo Amateur, con su sede en Londres. Dicha institución es la encargada de establecer las reglas y los records obtenidos por los diferentes atletas.(Moreno, 2000)

En el año de 1924 Ecuador empieza a participar en los juegos olímpicos, en este año se realizó en la VIII edición en París, en donde los primeros representantes de atletismo fueron Alberto Jurado, Alberto Jarrin, Belisario Villacis. Han existido varios deportistas que no alcanzaron grandes participaciones a lo largo de toda la historia, hasta que en el año 1996 en Atlanta vieron llegar al Cuencano Jefferson Pérez en primer lugar conquistando así la medalla de oro en los 20 km marcha.("F.E.A," n.d.)

2.1.1 Definición de atletismo

- El atletismo se define como un deporte de competencia en sus diferentes modalidades individuales o en equipo. El dar una definición es una tarea muy difícil. En la actualidad cuenta con las siguientes modalidades: carreras de velocidad, medio fondo, fondo, carreras de obstáculos, de relevos, marcha atlética, Cross; lanzamiento de disco, jabalina,

martillo y bala; saltos de altura, longitudinal, triple salto y con garrocha, etc. (Moreno, 2000)

2.1.2 Definición de la a carrera

La carrera se considera como una sucesión de impulsos que producen movimientos de avances uniformes. La velocidad del desplazamiento está condicionada por la potencia de los impulsos, por la velocidad del movimiento circular de la pierna libre, y por la fuerza de inercia producida por acciones anteriores.(Mármol et, 2013)

La carrera se distribuye en tres grupos pero para este estudio solo veremos las de resistencia:

- Fondo más de 3000 m
- Medio fondo de 800 a 3000 m

2.2. Biomecánica

La biomecánica es una ciencia que estudia el cuerpo humano y cada parte del aparato locomotor y su funcionamiento. Desde tiempos atrás ya le estudiaban con el propósito de saber el funcionamiento de los órganos del cuerpo humano, músculos, huesos, etc. Una parte fundamental de la biomecánica es la mecánica que mediante sus principios y fundamentos nos han permitido estudiar los movimientos que realizan.(Soares L, 2011)

Con todo lo mencionado anteriormente vamos a decir que la biomecánica es una ciencia multidisciplinaria que engloba varios puntos para su estudio, análisis del comportamiento y funcionamiento del cuerpo humano.(Soares L, 2011)

La biomecánica se divide en cinemática la que estudia los movimientos mediante coordenadas, ángulos y detalla sus movimientos, velocidad y aceleraciones. La cinemática estudia el movimiento técnico que realiza un deportista al realizar una actividad física en dependencia de sus habilidades y destrezas. Por ejemplo las técnicas deportivas o las diferentes habilidades y destrezas que puede ejecutar el hombre.

La biomecánica cinética tiende a centrarse en el estudio, análisis del movimiento y las fuerzas que provocan los mismos cuando este se encuentra en reposo o a su vez estas actúan como una fuerza externa para que vuelva a su estado normal.(Marcos G, 1998)

El estudio de las fuerzas que provoca el movimiento se lo denomina dinámica. Y al estudio de las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantienen en equilibrio estática. (Pifarré et al., 2016). La cinética dinámica estudia por ejemplo las fuerzas implicadas en la marcha, carrera, subir escaleras, u fuerzas que se ejercen sobre un pedal de bicicleta en diferentes fases de pedaleo.(Marcos G, 1998)

El estudio a través de la biomecánica de los movimientos del cuerpo humano han permitido un estudio profundo en el funcionamiento del mismo, utilizando varias alternativas para mejorar la estructura del cuerpo, para un funcionamiento adecuado y que permita al individuo tener una mejor calidad de vida. (Pérez-S et, 2015)

En el deporte nos permite conocer sobre movimientos técnicos específicos e inclusive más allá de eso favorece al desarrollo y mejora profesional de un deportista optimizando su rendimiento mejorando sus resultados y poder evitar lesiones, con ello podemos conocer y comprender el sistema neuromuscular. El especialista en Medicina del Deporte tiene que entender y comprender las características físicas del cuerpo humano el comportamiento biomecánico del cuerpo humano para mejorar el rendimiento humano y prevenir lesiones en el deportista. (Marcos G, 1998)

2.2.1 Biomecánica deportiva

Se ha mencionado a la biomecánica deportiva como la que estudia la acción motora en la actividad deportiva y la actividad física con la finalidad de prevenir las lesiones y perfeccionamiento de gestos técnicos en el deporte, aplicando ciencias asociadas como la mecánica, la física, fisiología, anatomía, entre otras.(Pérez S, 2015)

2.2.2 Biomecánica De La Actividad Física y el Deporte

Nos vamos a enfocar de manera concreta en el estudio de los movimientos o gestos técnicos determinados, que actúan en la ejecución de actividades deportivas y para que

estas se desarrollen de manera correcta, permitiendo conocer cuál es la forma adecuada de la carrera en los deportistas de fondo y medio fondo para mejorar resultados, evitar lesiones y optimizar la técnica, por otro lado las diferentes empresas de marcas consiguen ventajas en la construcción de materiales e implementos deportivos, existen algunos beneficios de dichos materiales, que brindan a los deportistas al momento de correr, saltar, golpear, etc.(Pérez-S, 2015)(Bermudez, 2017).

La investigación de la biomecánica se dirige a varias áreas del movimiento humano como:

- Mecánica del movimiento humano.
- Funcionamiento de los músculos, tendones, ligamentos, cartílagos, y huesos.
- Carga y sobrecarga de estructuras específicas de sistemas vivos.
- Factores influyentes en el desarrollo

En la actualidad la biomecánica deportiva es estudiada en la actividad física, en el deporte además se realiza en sedentarios, capacidades especiales, etc.(Pérez-S et, 2015)

2.2.3 Biomecánica de la carrera

La carrera siempre ha sido relevante desde la antigüedad hasta hoy en día, siempre ha intentado estudiar la marcha y la carrera desde 1836 con los hermanos Weber. Se ha visto obligado a evolucionar, por lo que se ha profundizado los estudios en busca de mejorar el rendimiento y marcas en la carrera competitiva, han utilizado varios métodos externos desde las cámaras, videos, plataformas de fuerzas, con el objetivo de mejorar y evitar lesiones. En las carreras de fondo y medio fondo su práctica ha ido en aumento tanto en carreras profesionales como populares, por lo que se ha podido saber que cada año entre un cuarto y un medio de los atletas a nivel mundial ha sufrido una lesión que ha producido bajas en el rendimiento e incluso su retirada prematura (Novacheck, 1998).

Con este aumento de atletas hay un aumento de lesionados y los mayores beneficiados son empresas productoras de ortesis, ya que estas lesiones se producen por aumento de cargas en el entrenamiento o mala técnica deportiva. Por lo que los fabricantes de estas ortesis han fabricado zapatillas que amortigüen las fuerzas de impacto que se producen durante la carrera. (González H, 2014)

Centrándose en 3 puntos clave: 1. Absorción de impactos en el contacto con el talón reduciendo el pico inicial de la fuerza de reacción; 2 protege en la fase de apoyo contra la superficie; 3 busca alinear la parte delantera del pie distribuyendo las fuerzas uniformemente. El calzado tiene que atenuar el impacto del talón, el control de movimiento del retropié y la parte delantera del pie en la fase de apoyo.(Gonzales A, 2014)

2.2.4 Análisis Biomecánico de la Marcha

El análisis de la marcha es la base de la biomecánica deportiva y clínica. Mediante diferentes técnicas de registro se puede obtener diferentes datos en la cinemática, dinámica y muchos datos más de la marcha humana.(DE LA CRUZ, 2009)

En la biomecánica deportiva podemos analizar los patrones de atletas de elite, diferenciar a los distintos atletas, identificar los problemas técnicos y poder corregirlos. Nos sirve para poder datos anteriores y nuevos comprobando así sus efectos positivos o negativos..

La biomecánica clínica se encarga de estudiar los diferentes patrones de marcha normal y patológica. Específicamente el análisis clínico de la marcha humana se aplica a:

- Diagnóstico para distinguir mejor entre cuadros clínicos parecidos.
- La valoración del grado de lesión.
- La selección terapéutica entre distintas opciones.
- La evaluación de la efectividad del tratamiento o evolución del paciente.

El análisis de la marcha sirve para identificar distintas personas ya que adquieren un patrón de movimiento personal.

2.2.4.1 Ciclo de la marcha

El ciclo de la marcha comprende el lapso temporal entre dos eventos idénticos del movimiento de la marcha y es la unidad básica de medición del análisis de la marcha. (Novacheck, 1998)(González H, 2014)

El ciclo de la marcha se divide en las siguientes fases;

- La fase de apoyo (60%): El pie está en contacto con el suelo. Grafico (1)
- La fase de oscilación (40%): Cuando el mismo pie está en el aire y se prepara para el apoyo siguiente.(DE LA CRUZ, 2009)

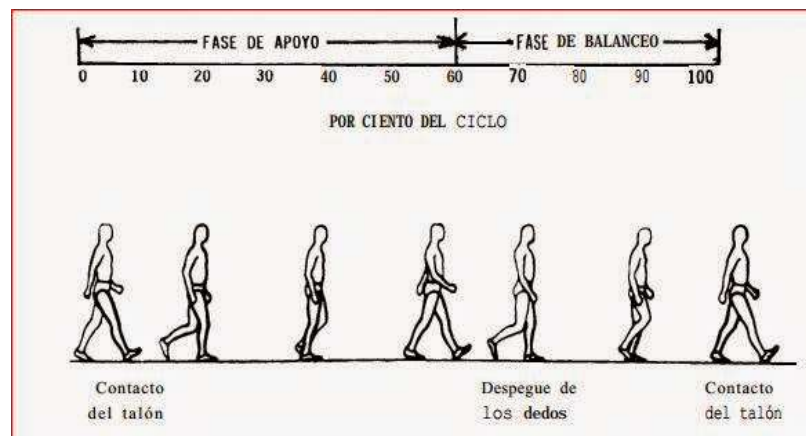


Gráfico 1. Fases de la marcha

Fuente: Biomecánica de la Marcha y la Carrera Marcha humana Normal Fase de Apoyo Fase de Contacto Inicial (CI). Retrieved from http://www.munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20091229110320_blanca_de_la_cruz2.pdf

2.2.4.2 Apoyos del pie durante la marcha

- Apoyo de talón o contacto inicial: Tiene un lugar con la parte con la parte pastero externa del talón para inmediatamente después ir apoyan do el quinto y luego el primer metatarsiano, mientras el peso va a ser transferido de un pie a otro.(González H, 2014)

- Apoyo sobre el pie completo o fase de soporte: Esta fase se da al mismo tiempo con la oscilación desde atrás hacia delante de la pierna contralateral, que se va a preparar para recibir un nuevo apoyo. (González H, 2014) En esta fase los tres arcos plantares sufren las mayores deformaciones y la mayoría de las reacciones se equilibrarían por parte de la musculatura que se inserta a lo largo de la tibia, peroné y la musculatura intrínseca del pie. (Marcos G, 1998) (González H, 2014)
- Apoyo sobre el ante pie o fase propulsiva: En esta fase se produce una contracción del tríceps sural que se encarga de impulsar el cuerpo sobre el pie más adelantado, produciéndose una progresiva extensión del tobillo, el talón se despega del suelo y se produce la flexión dorsal de los dedos. (González H, 2014) Gráfico (2)

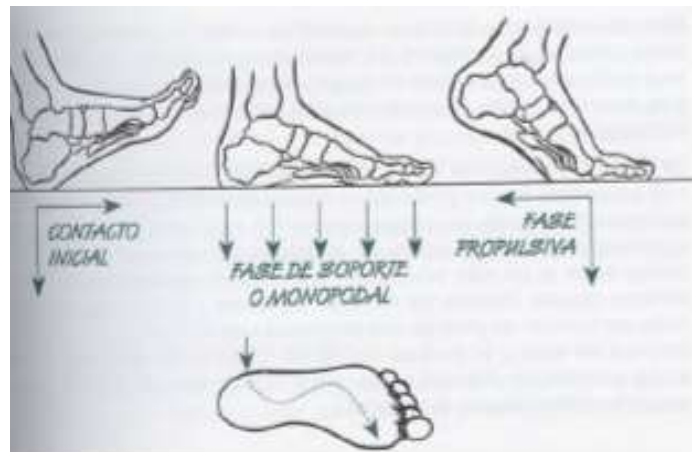


Gráfico 2. Zonas de apoyo del pie

Fuente: Marcos Gutierrez Davila. (1998). BIOMECANICA DEPORTIVA BASES PARA EL ANALISIS. (1998 Editorial Sintesis, Ed.), BIOMECANICA DEPORTIVA. BASES PARA EL ANALISIS (ILUSTRADA, Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

2.2.4.3 Interacción mecánica del pie con la superficie.

Durante las actividades, el pie interactúa mecánicamente con la superficie transmitiendo el cuerpo las fuerzas de reacción generadas sobre el suelo. (González H, 2014) Para esto se necesita de:

- Amortigua la carga derivada del peso corporal y los impactos producidos en el choque del pie con el suelo al caminar o correr.(DE LA CRUZ, 2009)
- Además transmite el impulso proporcionado por la potente musculatura posterior de la pierna.(DE LA CRUZ, 2009).

2.2.5 Fases en la carrera

En los atletas la carrera presenta un patrón de movimientos en el que presenta dos fases:

- I. Fase de apoyo monopodal: el corredor contacta el suelo con un solo pie para tomar apoyo e impulsarse hacia delante.(González H, 2014)
- II. Fase de vuelo: en esta etapa el cuerpo se desplaza hacia delante mientras ambos pies no tienen contacto con el suelo. El ciclo se completa con una nueva fase de apoyo monopodal pero realizada por la pierna contraria. (González H, 2014)Grafico (3)



Gráfico 3. Fases de la carrera

Fuente: Marcos Gutierrez Davila. (1998). BIOMECANICA DEPORTIVA BASES PARA EL ANALISIS. (1998 Editorial Sintesis, Ed.), BIOMECANICA DEPORTIVA. BASES PARA EL ANALISIS (ILUSTRADA, Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

La diferencia entre el ciclo de la marcha y la carrera fundamentalmente se da por:

- La fase de vuelo se presenta exclusivamente durante la carrera.
- La fase de doble apoyo encontraremos en marcha no existe en la carrera en esta fase la carga corporal es transferida desde el apoyo de la pierna más retrasada a la pierna más adelante. Este mecanismo asociada al mecanismo combinado de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, permitiendo el desplazamiento del cuerpo sin cambios en la elevación alcanzada por el centro de masas del cuerpo.(González H, 2014)

La carrera presenta sucesivos apoyos unipodales y vuelos bipodales y en la marcha será apoyos unipodales y bipodales. Durante la carrera según la velocidad que presente las fases de contacto inicial pueden verse alterada(DE LA CRUZ, 2009).

Cuando se corre al impactar el pie contra el suelo se producen unas fuerzas de impacto, mencionada fuerza de impacto es un tipo de fuerza de reacción vertical de la carrera, se definirá como el contacto de dos cuerpos que colisionan durante un breve periodo, aunque dependerá de la velocidad y la técnica de la carrera.(González H, 2014) Las fuerzas de impacto máximas en la carrera oscilan desde 1,6 a 2,3 veces del peso corporal en dependencia de la velocidad a la que aplique el deportista, cuando aplique más velocidad más impacto. Las fuerzas máximas de propulsión fluctúan entre 2,5 y 2,8 veces el peso esto dependerá de la velocidad que se aplique (Álvarez R, 2014) (González H, 2014)

2.2.6 Prono-supinación durante la carrera

La pronación y supinación son movimientos que se realiza en el astrágalo y calcáneo. La articulación subastragalina realiza movimientos en varios planos del espacio exactamente tres, de tal manera que la porción anterior del calcáneo va a realizar tres movimientos en tres direcciones espaciales.(Kapandji A, 2011) En el momento que el calcáneo se inclina en su cara interna este movimiento se definirá como pronación, y si el movimiento es externo se denominara supinación(Fucci S, 2003). La pronación se produce en el

momento de la fase de absorción del impacto, entonces el pie supina en la fase de palanca para producir el “push-off”(Novacheck, 1998). (González H, 2014)

2.2.6.1 Angulo de pronosupinación durante la carrera

Este Angulo toma como puntos de referencia la línea del tendón de Aquiles y la línea vertical medial del calcáneo. Grafico (4). Posición neutra: Se denominara en el momento que estas dos líneas presenten la misma dirección el ángulo toma un valor de cero grados. El calcáneo se encontrara perpendicular al suelo. Si las dos líneas no son paralelas nos encontraremos con pronación o supinación dependiendo a donde se dirija la inclinación del calcáneo con respecto al astrágalo.(Ortega, 2009)

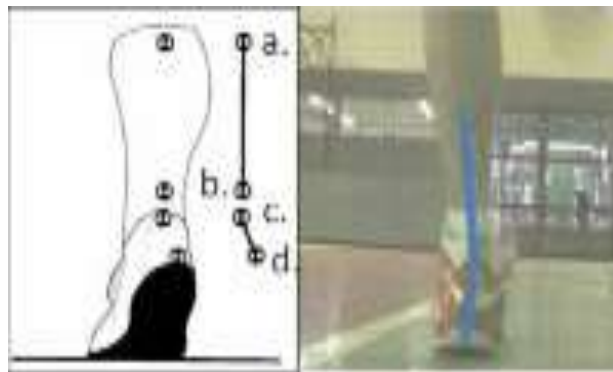


Gráfico 4. Puntos de referencia de la articulación subastragalina

Fuente: Ortega, D. R. (2009). Análisis de la pronación y supinación subastragalinas en la marcha atlética, 2009, 51–58.

La pronación es un mecanismo que nos ayudara a adaptar el pie al terreno y para disminuir las fuerzas del impacto absorbidas. Entonces a mayor pronación más amortiguación.(Rueda M, 2003)

La supinación es un mecanismo que estabiliza el ante pie sobre el retropié de esta manera el pie actúa como una palanca rígida durante la propulsión, protegiendo así el tobillo de inestabilidad y disminuyendo la dependencia de la musculatura peronéa.(González H, 2014)

La pronación máxima suele darse durante el apoyo plantar completo y la supinación máxima suele producirse durante la fase de impulso. (Ortega, 2009)

De acuerdo a lo que se esté realizando como caminar o correr y en gran medida a la velocidad a la que estemos recorriendo, los valores máximos de pronación y supinación se irán modificando. Debemos saber cuáles son los valores normales de pronación y supinación durante la carrera para poder prevenir lesiones y mejorar tiempos ya que un exceso de estos valores nos llevaría a tener problemas durante la carrera.(Ramos P et, 2009)

Se estima que la amplitud de movimiento de la articulación subastragalina varía desde 20 a 62 grados es importante para evitar lesiones que la supinación alcance valores que sean el doble de la pronación.(Peroni L, 2002) (Ortega, 2009)

Valores de la marcha normal:

- Pronación: De 4 a 6 grados.
- Supinación: De 8 a 12 grados

Valores en la carrera:

- Pronación: De 10 a 15 grados
- Supinación: hasta 20 grados

Estos valores van a variar en dependencia de la persona y función de las condiciones del ejercicio como la velocidad, superficie de entrenamiento, frecuencia del entrenamiento.(Peroni L, 2002) (González H, 2014)

Esto quiere decir que no poseemos valores estandarizados y hay que hacer una valoración minuciosa y personalizada ya que todos somos diferentes con el fin de no cometer errores. A medida que aumenta la velocidad durante la carrera aumenta la pronación debido a que es un mecanismo de amortiguación de las fuerzas de impacto y que en consecuencia si existe un aumento de pronación existirá una disminución de la supinación y viceversa.(González H, 2014) (Ortega, 2009)

2.3 Lesiones

El practicar deporte de fondo y medio fondo de todas las edades ha demandado un estudio minucioso por los beneficios y efectos sobre la salud humana, se ha utilizado como forma de prevención enfermedades, a modo terapéutico, recreacionales en diferentes modalidades y a modo de competencia. Sin embargo no podemos pasar por alto que su práctica puede producir riesgos y lesiones que aún falta mucho por estudiarse.

Para correr se requiere una acción coordinada entre las extremidades y el tronco, además de adaptaciones biomecánicas del ciclo normal de la marcha. En carreras de grandes distancias, cada uno de los miembros pélvicos está sometido a un esfuerzo adicional al realizado en las actividades diarias. Toda persona que practica atletismo tiene el riesgo de sufrir algún tipo de lesión, pero hay más factores que se asocian en forma frecuente con la presencia de lesiones.(Soidán & Arufe, 2003)

En diversos estudios publicados acerca de la incidencia de lesiones en atletismo existe una gran controversia, debido a la falta de protocolos comunes de investigación y su complejidad; así como por el gran número de factores que intervienen en la producción de una lesión y la dificultad de su diagnóstico.(Soidán & Arufe, 2003)

Los factores de riesgo han sido estudiados por diversos autores y que nos podrían orientar sobre los mecanismos de producción de las lesiones en los atletas, son: biomecánica de la carrera, alineaciones, disimetrías, etc. Constitución morfológica , antropometría , alimentación, nutrición, e hidratación, desarrollo óptimo de las cualidades físicas según el tipo de esfuerzo, calzado, calentamiento previo al entrenamiento y a la competencia, hora del día y época del año, especialidad practicada, factores psicológicos, exceso de entrenamiento, estrés, fatiga , sueño , descanso, ambientales tales como clima, superficie de entrenamiento si entrena otro deportes, antecedentes deportivos, lesiones anteriores entre otras.(Soidán & Arufe, 2003)

2.3.1 Lesiones en niños y adolescentes

Los niños y adolescentes se han ido involucrando más en la actividad deportiva, con ello han aumentado el número de lesiones que han sido preocupantes. En estas edades, los ligamentos en las articulaciones mayores son más fuertes y resistentes a la tensión en las placas epifisarias adyacentes y por eso es común las lesiones ligamentarias en el adulto en el niño se producirá en la placa de crecimiento. Las lesiones musculotendinosas del adulto en los niños se conviertan en avulsiones apofisarias. Lo que va implicar que en niños se realice una exploración clínica y radiológica.(Tauton J, 2002)

El periostio del esqueleto inmaduro es más grueso y menos adherido a la fisis y metafisis que en el adulto: en la metafisis el periostio se inserta en el área pericondral de la placa epifisaria y de la epífisis y la disposición de las fibras de Sharpey aparecerán con la maduración esquelética.(Pifarré San Agustín et al., 2016)

Otra diferencia con el adulto es que el hueso esqueléticamente inmaduro es más poroso, vascular y con menos contenido mineral lo que le hace más susceptible a fuerzas menores, con patrón de fractura diferente, pero le lleva a una remodelación y curación más rápida.

Existe un sin número de lesiones como las de las placas de crecimiento, apofisarias, fracturas en tallo verde, pero las más frecuentes a estas edades son las de las partes blandas que incluyen contusiones, distensiones.(Hernán Guzmán, 2012) En un estudio por el año 94, arrojo los siguientes datos, entre los 10 y 18 años la incidencia de lesiones fue de 2.94 de cada 100 por cada año y más del 50% fueron contusiones o distensiones. En las niñas la incidencia aumento con la edad y fue máxima a los 15 y en los niños has los 17 años. Por sexo la probabilidad fue superior en niños que en niñas.(Ciro et al., 2007)

Un factor que predispone a una lesión es la respuesta de elongación musculo-tendinosa que va por el crecimiento de los huesos largos, en especial en la fase de la adolescencia, lo que resulta en la pérdida de flexibilidad de la articulación que le predispone a lesiones agudas y de sobrecarga.(Hernán Guzmán, 2012)

2.3.2 Factores de riesgo biomecánico

Desde el punto de vista biomecánico todo daño o lesión ocurre cuando se traspasa el límite de esfuerzo máximo de un material (beer et al., 2004). Este límite depende de varios factores, entre los que están son la composición, la resistencia y las dimensiones de la estructura afectada, el número de ciclos de carga aplicados, el tipo de carga aplicada, la presencia de fallas o defectos en el tejido y el uso de elementos de protección, que disminuye el efecto de las fuerzas lesivas.(Suarez, 2011)

En el caso específico de las lesiones en corredores, estos factores etiológicos pueden agruparse en 3 categorías:

- Los asociados a condiciones propias del entrenamiento y práctica deportiva
- Los relacionados con las características anatómicas y funcionales del deportista
- Condiciones previas al sistema musculo esquelético como traumas o síntomas dolorosos.

Estas condiciones pueden presentarse de manera individual o relacionarse entre sí con lo que eleva el riesgo de lesión y fatiga al aumentar las fuerzas y momentos de fuerza que se generan sobre el sistema osteomuscular.(Suarez, 2011)

En el entrenamiento y la ejecución deportiva, los factores de riesgo especialmente se asocian a la magnitud de la carga, su función de aplicación y los periodos de recuperación a nivel tisular las lesiones por sobreuso son el resultado de micro traumas locales que pueden producir daño en forma de degeneración celular y extracelular, los que suelen ser los más probables.(Suarez, 2011)

Cuando el atleta modifica el entrenamiento, en búsqueda de obtener mejores resultados o en competencia, cuando los tejidos son llevados al extremo de su propia resistencia (Wilder et al., 2004), tal es el caso que al aumentar las distancias recorridas y la intensidad del entrenamiento, los materiales del sistema osteomuscular son sometidos a altos ciclos de carga o repetitividad que generan un aumento en su energía interna modificándose sus propiedades mecánicas por su condición de materiales visco elásticas.(Suarez, 2011)

Esta situación incrementa la posibilidad de ruptura parcial o total de los tejidos al modificar los límites de deformación elástica y plástica del tejido, acelerando en muchos

casos el fracaso del material a manera preventiva se recomienda no correr más de 20 millas por hora a fin de limitar este efecto acumulativo (Wilder et al., 2004).(Suarez, 2011)

Otro de los factores de riesgo de la biomecánica asociado a correr se observa en las fuerzas de impacto que se genera durante su ejecución. Al momento de correr siempre uno de los pies están en contacto con el suelo y las fuerzas de impacto escasamente superan el peso corporal, la ejecución de la carrera va a implicar una serie de modificaciones que en dependencia de su velocidad pueden superar de 1,5 a 5 veces el peso corporal. (Suarez, 2011)

Se considera que cuando se soporta 2,5 veces el peso corporal un corredor absorbe una carga aproximadamente 110 toneladas en cada pie por cada 1,6 km recorridos (Shephard et al., 1996) (Suarez, 2011). Estas cargas son aplicadas durante el primer 10% de la zancada en la fase de apoyo al momento del contacto de talón y en el último 65-75% durante el despegue del mismo, por periodos rápidos de tiempo que oscilan entre 10 y 30 ms (Hreliac et al., 2004). (Suarez, 2011)

La estructura trabecular del hueso esponjoso favorece la absorción de la mayor parte de estas cargas compresivas; en virtud de los ciclos de carga aplicada la posibilidad de fractura por estrés aumentan, así como por sobrecarga sobre los tejidos blandos, que posee una menor resistencia a este tipo de fuerzas. De esto podemos decir que para prevenir lesiones, al aumentar la intensidad del entrenamiento y la magnitud de la carga, es necesaria una disminución en la frecuencia de la aplicación de la misma.(Suarez L, 2011)

En las condiciones anatómicas y funcionales del deporte se consideran factores de riesgo: la presencia de alteraciones en el rango de movilidad articular, la discrepancia en la longitud de las extremidades, el excesivo o poco arco plantar, los desbalances musculares, así como la presencia de desalinamientos posturales como tibia vara, pie pronador , excesivo ángulo Q todos ellos, de una u otra manera conlleva una concentración de esfuerzo sobre ciertas áreas o dan origen al desacoplamiento durante la ejecución técnica.(Martín S, 1999)(Suarez, 2011)

Las lesiones por imbalances se asocian con la pérdida de una adecuada relación funcional entre grupos musculares, que producen cambios en la longitud muscular, bien sea de acortamiento o alargamiento, los cuales repercuten en su capacidad de generación de

fuerza y en la movilidad articular, provocando alteraciones cinemáticas durante la ejecución del gesto que aumentan el riesgo de lesión. (Zajac, Neptune, & Kautz, 2003) (Suarez, 2011)

Las variaciones anatómicas entre hombres y mujeres son otro factor de riesgo importante de analizar, dado que en estas últimas se reportan una mayor prevalencia e incidencia de lesiones. Una pelvis más ancha, una mayor aducción de cadera, un mayor arco de movilidad articular, especialmente en rotación interna, así como la tendencia a un mayor genu valgo, conlleva un aumento en la carga excéntrica de la musculatura externa y ocasionan un aumento en la fricción de la banda iliotibial.(Gage JR, 1990) (Suarez, 2011)

Estos parámetros unidos a la presencia de un ángulo Q significativamente mayor en las mujeres, pueden ocasionar mal alineamiento, dolor patelofemoral, así como el aumento de las fuerzas de reacción en miembro inferior y provocan un mayor riesgo de fracturas tibiales por estrés (Ferber et al., 2003) (Graut et al., 2008).

Otro factor importante de mencionar es el desacoplamiento de la cadera cinemática. Este se entiende como la alteración en la secuencia normal del movimiento durante la ejecución de la técnica deportiva. En norma durante la carrera al momento del apoyo inicial, debe darse casi de manera simultánea la pronación del tobillo, la rotación tibial interna y la flexión de rodilla, mientras que en el apoyo terminal la inversión del calcáneo y el talo deben ir acompañados de rotación externa tibia y extensión de rodilla sin que se presenten variaciones significativas ante los cambios de velocidad o superficie de contacto. (Martín S, 1999) (Suarez, 2011)

Cuando se producen alteraciones en esta secuencia, como en el caso de un aumento en el tiempo de pronación del pie, ocurre un aumento en la presión de contacto de la faceta lateral de la patela que puede generar daño en el cartílago, aumentando el riesgo de padecer condromalacia patelar, así mismo en aquellos deportistas que presentan una mayor pronación al momento del contacto inicial ocasionado por un aumento en el rango de movilidad articular en inversión y eversión del pie, se genera un desacoplamiento en el movimiento que ocasiona un mayor esfuerzo sobre la musculatura anterior de la pierna, aumentando el estrés sobre la tibia (Deleo et al ., 2004).(Suarez, 2011)

Las alteraciones en la movilidad de la cadera, especialmente en el plano frontal, se ha evidenciado como un factor desencadenante de desacoplamiento a nivel distal,

sustentando en el hecho de que los rotadores externos de cadera y los abductores juegan un papel crítico en la posición del pie durante la fase de apoyo unipodal, contribuyendo a una adecuada cinemática del gesto (Snyder et al., 2009).(Suarez, 2011)

Otro factor de riesgo frecuentemente asociado a lesión en corredores es la presencia de un exceso o poco arco plantar, dado que la presencia de estas alteraciones se asocian a una deficiencia distribución de presiones plantares, que disminuye la capacidad de absorción de fuerzas (Williams et al., 2004) (Suarez, 2011). Sin embargo, la relación entre la altura del arco plantar y el riesgo de lesión no siempre es evidente, debido quizá a que la compleja estructura del pie y las diferencias estructurales entre individuos permiten adaptaciones que disminuyen esa posibilidad (Nakhaee et al., 2008) (Suarez, 2011).

El uso de elementos de protección, como un calzado acorde al tipo de deporte que se practique así como el de ortesis para corrección de morfológicas con miras a reducir el riesgo de lesión no ha sido estudiado a profundidad. Algunos estudios han reportado poca influencia de estos factores en la modificación del gesto (Gross et al., 1991), sin embargo existe poca evidencia de sus efectos protectores (Richards et al., 2009) (Suarez, 2011).

Es de suma importancia los antecedentes de lesión ya que es un elemento clave para la aparición de nuevas lesiones dado que mecánicamente la presencia de fallos en cualquier material disminuye significativamente su capacidad de resistencia haciéndolo más susceptible al daño y por otra parte la presencia de factores anexos como dolor, pérdida de propiocepción, movilidad y fuerza, compensatoriamente generan sobrecargas en otras zonas corporales que deben ser abordadas con un adecuado proceso de rehabilitación a fin de reducir las posibilidades de una nueva lesión.(Suarez, 2011)

Un pie pronador será responsable de alteraciones en la parte externa de la rodilla de la cadera y de que algunos músculos trabajen forzosamente. Un pie supinador da problemas en la parte interna de la cadera y la rodilla.(Suarez, 2011)

Una pronación anormal del pie conduce a movimientos anormales de la articulación del tobillo en la carrera produce miles de ciclos repetitivos conduciendo a un aumento de la rotación interno de la tibia produciéndonos diferentes lesiones(Novacheck, 1998) (Suarez, 2011). La pronación conlleva movimientos de la articulares del retropié y de la zona medial del pie causada por la absorción del impacto en la fase de contacto con el suelo (Suarez, 2011).

2.3.3 Lesiones más comunes con pie pronador excesivo:

- Fractura de los metatarsianos.
- Fascitis plantar
- Tendinitis del tendón de Aquiles
- Síndrome de estrés tibial(Cheung, & Ng, 2011)

Se ha intentado buscar la solución con diferentes apoyos externos como:

- Plantillas con apoyo externo
- Zapatos ortopédicos para correr ayudando a la desaceleración de la pronación del pie durante la fase de contacto y también limitándolo en la fase de apoyo.
- Cintas adhesivas terapéuticas controlando los movimientos articulares del pie aplicando una presión externa máxima.(Cheung, & Ng, 2011)

En varios estudios realizados se ha visto que en una proporción mayor al 50% existió alguna mejoría no se podrá utilizar en todos los atletas lesionados ya está comprobado que las artesas plantares provocan estrés adicional empeorando aún más la lesión.

2.3.4 Los ángulos de eversión e inversión del tobillo(Novacheck, 1998)

- Angulo de movimiento de pronación en la primera fase fue de 11 grados.
- Angulo de movimiento de supinación en la segunda fase de 16 grados.
- Angulo de movimiento de pronación en la fase final de – 3 grados.

CAPÍTULO III

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen un sin número de personas que practican deporte sin una previa prescripción deportiva por personal calificado y preparado como un Médico Deportólogo por lo que se puede obtener resultados, indeseables e irreversibles para la salud, como la presencia de lesiones agudas, crónicas que al deportista le puede significar una limitación e incluso llegar a ser la causa del retiro prematuro del deportista (González Hernández, 2014).

En la provincia de Chimborazo no existe estudios de la biomecánica de la carrera y por ende existe muchos deportistas con lesiones de miembros inferiores las mismas que la presentan por lo menos una vez por año. Es por esta razón que este trabajo está enfocado en estos deportistas con la intención de ayudarles y prevenir lesiones, con el propósito de mejorar su rendimiento, de tal manera se torna importante llevar a cabo un estudio biomecánico de la carrera, analizando tipo de pisada, detectar zonas de presiones, estática y dinámica.

3.1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El alto índice de lesiones en los atletas de fondo y semifondo, en profesional de alto rendimiento, amateur y no profesionales, es causa de interés de los médicos especialistas en medicina del deporte. Por lo cual vemos la necesidad de realizar un estudio profundo, con la finalidad de analizar los factores de riesgo que puede conllevar a provocar las lesiones osteomusculares y así poder prescribir un correcto manejo de manera preventiva, mejorando el rendimiento deportivo y evitando el retiro prematuro del deportista.

Las lesiones de los miembros inferiores son las más comunes en los deportistas que practican atletismo, según datos estadísticos, existe un 17-24% de lesiones tanto en

poblaciones deportivas y no deportivas. Dentro de las lesiones en los deportistas, tanto en el entrenamiento como en la competición la asociación deportológica de España manifiesta presentarse un 12- 15 %. Con respecto a los deportistas que no recibieron previamente un estudio médico deportológico estos presentaron un costo elevado en los centros médicos en EE.UU. de alrededor de 2 billones de dólares en atención al deportista ya lesionado (Del & Locomotor, 2005).

Por lo mencionado anteriormente es importante establecer, la prevalencia de este tipo de lesiones en los deportistas, así como también conocer los costos de dichas atenciones médicas, en la provincia para poder evaluar, prevenir y recuperar al deportista tempranamente evitando de tal manera, grandes pérdidas de talento humano y económicas.

3.1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tan importante es la evaluación biomecánica de los deportistas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva de Chimborazo para evitar lesiones?

3.1.4 OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

Determinar la prevalencia de lesiones en los atletas de fondo y medio fondo de la Federación Deportiva de Chimborazo.

b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores extrínsecos e intrínsecos que causan las lesiones deportivas en los atletas de la Federación Deportiva de Chimborazo,

- Relacionar los diferentes tipos de pisada durante la carrera con las lesiones deportivas más frecuentes en los atletas de fondo y semifondo.
- Precisar la efectividad del uso de apoyos externos para la identificación de la biomecánica de la carrera.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Indicador	Escala	Tipo de variable	Escala de medida
Género	Es el conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética.	Sexo	1= Masculino 2= Femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa Porcentaje
Edad	La edad está referida al tiempo de existencia de alguna persona, o cualquier otro ser animado o inanimado, desde su creación o nacimiento, hasta la actualidad.	Años	16 – 26 27 - 36 mayores a 36	Categórica	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa Porcentaje

Peso	Está marcado por su constitución corporal, su edad y sexo	Kg	40-45 46-50 51-55 56-60	Categórica	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa Porcentaje
Índice de masa corporal (IMC)	Es una razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo	Peso/talla ²	Bajo pesos =1 Peso normal=2 Sobrepeso =3	Cualitativa Ordinal	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa Porcentaje
Somatotipo	Según el manual de Heath-Carter, el somatotipo es una cuantificación de la forma y composición del cuerpo humano. Por definición, se expresa en términos de tres componentes: 1. Endomorfia, la relativa gordura del sujeto. 2. Mesomorfia, la relativa robustez muscular esquelética. 3. Ectomorfia, la esbeltez relativa del cuerpo.	Manual de Heath-Carter	Ectomorfo =1 Mesomorfo =2 Endomorfo =3	Cualitativa Ordinal	Frecuencia absoluta Frecuencia relativa Porcentaje
Tipo de pisada en la carrera	La articulación subastragalina realiza movimientos en varios planos del espacio exactamente tres, de tal manera que la porción anterior del calcáneo va a realizar tres	Ángulos de pronosupinación	Pronada=1 Neutra=2 Supinada=3	Cualitativa Nominal Polidicotómica	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa

	movimientos en tres direcciones espaciales				Porcentaje
Antecedentes de lesiones	Lesión es el daño, percance o contratiempo que ocurra durante la competición o los entrenamientos pueden ser agudas o crónicas.		Si=1 No=2	Cualitativa Nominal Dicotómica	Frecuencia absoluta Frecuencia relativa Porcentaje
Tipo de lesión	Las lesiones osteomusculares son lesiones inflamatorias o degenerativas en el sistema musculoesquelético, con afectación, articular, muscular o tendinosas.		Lesión ligamentos a=1 Lesión muscular=2 Lesión ósea=3 Tendinopatía=4	Cualitativa Nominal Poli dicotómica	Frecuencia Absoluta Frecuencia Relativa Porcentaje

Elaborado: Aynaguano, E (2020)

3.2.2 POBLACIÓN

La Federación Deportiva de Chimborazo cuenta con 500 deportistas aproximadamente, deportistas pertenecientes a las diferentes disciplinas del deporte. Aquellos deportistas que se dedican al atletismo de fondo y semifondo corresponden a un total de 20 individuos entre las diferentes categorías que la conforman según registros.

3.2.3 MUESTRA

La muestra estuvo constituida por 20 deportistas descritos en la población, por lo que, el criterio para la selección de la muestra fue de tipo no probabilístico consecutivo en el que se escogieron aquellos individuos que cumplían con los criterios de inclusión y que además deseaban participar libre y voluntariamente en el estudio.

3.2.4 DISEÑO

Se trata de un estudio de descriptivo, relacional, se determinó el tipo de pisada al correr con ayuda del programa kinovea (software gratuito de libre acceso versión 0.8.15) y su relación con las lesiones en los atletas de la Federación Deportiva de Chimborazo.

Una vez que se obtuvieron los permisos respectivos con la Federación Deportiva de Chimborazo con apoyo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y posterior a la firma y autorización de los padres y de los deportistas del consentimiento informado se procedió a la recolección de algunos datos con ayuda de la historia clínica como la edad, sexo, medidas antropométricas, lesiones número y ubicación, disciplina deportiva, años de práctica.

Un segundo estudio se realizó en el campo con la ayuda de una video grabadora estos datos se extrapolaron a un software para analizar el tipo de pisada midiendo los ángulos de cada deportista. Con los datos obtenidos de lesiones, antropometría y el tipo de pisada al correr analizado con el software kinovea gratuito se extrapolo a una tabla de datos en Excel en donde se realizó lo siguiente:

- Primero se procedió a realizar una historia clínica completa que incluya datos generales enfocándonos en antecedentes de lesiones de los miembros inferiores durante la práctica deportiva ya sea en entrenamiento o competencia.

- Para una valoración antropométrica se utilizó las técnicas de medición recomendada por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometria como son : peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros, perímetros, se calculó las variables antropométricas como el índice de masa corporal (IMC) o de Quetelet (Berral,2004), para saber el Somatotipo de cada deportista se utilizó el método de Heath y Carter (1990), para poder interpretar el somatotipo de cada deportista del estudio y saber si es Ectomorfo, Mesomorfo y Endomorfo.
- Para lo toma de datos de los ángulos de pisada durante la marcha, se procedió a tomar puntos de referencia los dos primeros puntos se marcaron en la línea del tendón de Aquiles y con una separación de 15 cm. Los otros dos puntos se marcaron para una línea vertical en el calcáneo. Estos puntos van a formar dos líneas que en posición neutra van a formar un ángulo de 0 grados y cuando existe pronación o supinación formaran ángulos diferentes a 0.
- Al final los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico IBM SPSS versión 25V en donde se llevó a cabo el estudio de la relación entre el análisis biomecánico de la carrera y las lesiones en los atletas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva de Chimborazo.

3.2.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

a. Criterios de Inclusión:

- 1) Género masculino y femenino.
- 2) Deportistas de fondo y semifondo.
- 3) Lesiones previas antes de la intervención
- 4) Que practiquen solo la disciplina de atletismo

b. Criterios de Exclusión:

- 1) Deportistas de otras categorías
- 2) Que practiquen varios deportes

- 3) Lesiones en otros sitios que no sean del miembro inferior
- 4) Malformaciones congénitas de pie

3.2.6 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los resultados para cada tipo de variable se realizó primero un análisis descriptivo univariado, permitiendo destacar características generales de la muestra relativa a cada variable cuyos resultados se desarrollaron en cada uno de los apartados de esta investigación.

Luego se procedió a realizar un análisis bivariado para analizar las semejanzas existentes en cada una de las variables analizadas y el aspecto ligado al perfil de los deportistas investigados, con el objetivo de determinar semejanzas y diferencias entre variables se optó por un estudio del chi-cuadrado para dos variables cualitativas en este sentido se trabajó con un nivel de confianza del 95%, considerando como condición de rechazo entre variables que el p-valor fuese menor a 0,05

3.2.7 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de datos primero se realizó en el consultorio médico con una historia clínica completa en donde incluían los datos: Edad, sexo, y énfasis en las lesiones deportivas, examen físico completo este proceso de recolección duro aproximadamente 3 meses en doble horario en la mañana y tarde por cada deportista evaluado el tiempo de examinación era alrededor de una hora.

Seguidamente se procedió a realizar una valoración antropométrica con la menor cantidad de prendas y del lado derecho para evitar márgenes de error para ello se utilizó las técnicas de medición recomendadas por la Sociedad Internacional para el de la Cine antropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry –ISAK 2001) para registrar varias medidas.

- Peso corporal y talla: Bascula y tallimetro de marca Health Matherke
- Pliegues cutáneos: Calibrador Caliper Lange.

- Diámetros: Calibrador Digital Pro pie de rey 150mm
- Perímetros: Cinta métrica milimetrada antropométrica.

El segundo escenario se realizó a campo abierto en la pista del estadio Fernando Guerrero de la Federación Deportiva de Chimborazo a doble jornada en la mañana de 9 a 10 am y en la tarde de 3 a 4 pm.

- Se marcó 4 puntos en la cara posterior del tobillo. Los dos primeros puntos se marcaron en la línea del tendón de Aquiles y con una separación de 10 cm. Los puntos 3 y 4 se marcaron para establecer una línea vertical en el calcáneo.
- Los deportistas corrieron una distancia de 20 m en línea recta.
- Una video cámara de alta resolución HD marca Canon se colocó en la parte posterior con el fin de grabar al deportista desde atrás.
- Antes de realizar la filmación los atletas realizaron un calentamiento con un trote de unos 10 minutos.
- Posteriormente se extrapolo los videos a una computadora portátil Intel procesor N3050, mediante un software gratuito Kinovea analizaremos la biomecánica de la carrera la máxima pronación y la máxima supinación con sus respectivos ángulos.

Los datos fueron extrapolados a Excel para su análisis en el programa Cine Gyn 2000 para el cálculo del Somatotipo, los ángulos de pronosupinación se obtuvieron con ayuda del software Kinovea, posteriormente los datos fueron analizados en el programa IBM SPSS V25 de esta manera se realizó el análisis estadístico

3.2.8 ASPECTOS BIOÉTICOS

La confidencialidad de los deportistas estudiados será preservada al no incluir el nombre ni imagen de cada individuo. El permiso para la realización de este estudio se obtuvo del presidente de la Federación Deportiva de Chimborazo Ingeniero Vinicio Chávez y el Entrenador de Atletismo Licenciado Álvaro Jaime, con ayuda de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el consentimiento fue firmado y aprobado por los padres y deportistas previas a la explicación del estudio.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS

4.1.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En este estudio participaron un total de 20 atletas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva de Chimborazo elegida la muestra por conveniencia, este grupo forma legalmente parte de la Federación, quienes previa autorización de la institución y autorización de los padres con firmas de consentimiento informado del representante y deportista se procedió a evaluar la biomecánica de la carrera donde todos cumplieron con los criterios de inclusión, participando en su totalidad, las cuales colaboraron según las especificaciones e indicaciones para las pruebas, las cuales se realizó con éxito.

Para escoger la prueba estadística adecuada de los datos recogidos se realizó una prueba de Shapiro- Wilk que nos permitió verificar las puntuaciones de las muestras siguen una distribución normal.

4.1.2 DATOS GENERALES

En este estudio se contó con una población de 20 deportistas que practican la disciplina de fondo y semifondo con una edad media de $14 \pm 1,62$ años de edad. Se determinó que el predominio de los pacientes es de género masculino con el 55 % y el 45% femenino. En cuanto a los deportistas que presentaron antecedentes de lesiones durante la práctica deportiva se obtuvo que el 70% presentaron lesiones y tan solo un 30% no presentaron lesiones.

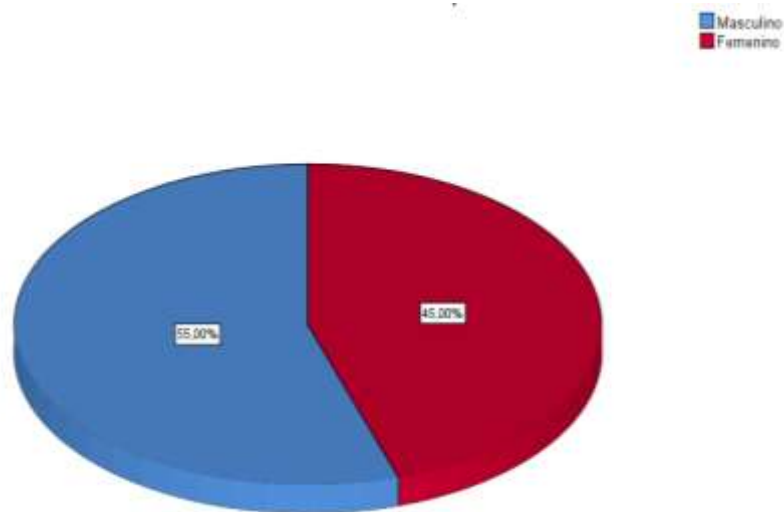


Gráfico 5. Deportistas de fondo y semifondo según sexo

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

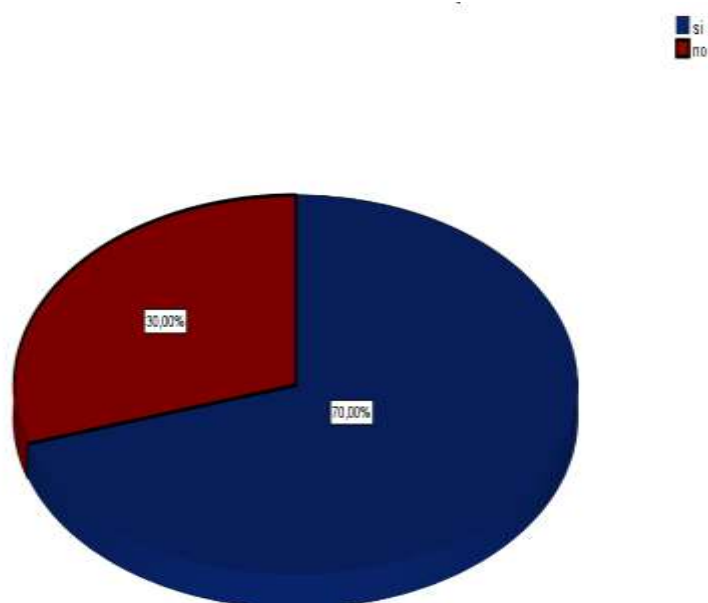


Gráfico 6. Deportistas con antecedentes de lesiones

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

Tabla 2. Medidas antropométricas

		Peso del deportista	Talla del deportista	IMC del deportista
N	Válido	20	20	20
	Perdidos	0	0	0
Media		45,7950	154,7500	19,0027
Desv. Desviación		7,22776	6,55242	1,40241
Mínimo		35,00	146,00	16,20
Máximo		69,00	175,00	22,53

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

El peso del deportista medio fue de $45,79 \pm 7,22$ kg, el atleta con menos peso fue de 35,00 Kg y el deportista con mayor peso fue de 69,00 kg. La talla del atleta más alto fue de $175,00 \pm 22,53$ cm, la talla media de los atletas fue de 154,75 cm y la estatura más baja de los atletas fue de 146,00 cm. Con esto se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) donde se obtuvo un valor medio de 19,00 y un valor máximo de 22,53 dándonos un resultado dentro de los parámetros normales según la Organización Mundial de la Salud, un valor mínimo de 16,20 clasificándolo como bajo peso en la población general.

Tabla 3. Somatotipo del deportista según sexo

Somatotipo	Sexo del deportista	N	Media	Desv. Desviación
Ectomorfo	Masculino	4	2,2000	,08165
	Femenino	7	2,2286	,13801

Mesomorfo	Masculino	7	2,9429	,19024
	Femenino	2	2,6000	,00000

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,430 ^a	1	,064		
Corrección de continuidad ^b	1,961	1	,161		
Razón de verosimilitud	3,570	1	,059		
Prueba exacta de Fisher				,092	,080
Asociación lineal por lineal	3,259	1	,071		
N de casos válidos	20				

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

Análisis: El somatotipo con mayor influencia en hombres es el componente mesomorfo con una media de $2,49 \pm 0,19$ y en el mujeres un componente ectomorfo con una media de $2,28 \pm 0,13$. Además se evidencia una estadística para no rechazar la hipótesis nula con un valor de p de 0,06. Por lo que se concluye que no existe una relación de independencia entre el sexo y el somatotipo del deportista.

Tabla 4. Grados de pronación y supinación en la carrera.

Sexo del deportista	Análisis de la biomecánica	N	Media	Desv. Desviación
Masculino	Pronado no lesionado	1	15,3000	.000

	Pronado lesionado	6	18,1500	1,44187
	Supinado no lesionado	3	20,4000	,36056
	Supinado lesionado	1	22,0000	.000
Femenino	Pronado no lesionado	3	13,9333	,73711
	Pronado lesionado	6	18,3667	,82624

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,848 ^a	3	,183
Razón de verosimilitud	6,391	3	,094
Asociación lineal por lineal	2,273	1	,132
N de casos válidos	20		

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

Análisis: En el momento de análisis de la medición de los grados de prono-supinación máxima con ayuda del programa kinovea en el momento de la carrera se pudo evidenciar mayor número de deportistas pronadores lesionados en ambos sexos con una media de 18,15 +/- 1,44 en hombres y 18,36 +/- 0,82 en mujeres, con una desviación estándar que muestra que los datos no se encuentran dispersos.

Se evidencia una estadística para no rechazar la hipótesis nula con un valor de p de 0.94. Por lo que se concluye que no existe una relación de independencia entre sexo y el grado de pronosupinación.

Tabla 5. Relación del análisis biomecánico y tipo de lesión

			Tipo de lesión					Total	
			Lesión ligamentaria	Lesión Muscular	Lesión ósea	Tendinopatía	Ninguna		
Análisis de la biomecánica	Pronado no lesionado	Recuento	0	0	0	0	4	4	
		% dentro de Tipo de lesión	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	57,1%	20,0%	
	Pronado lesionado	Recuento	2	1	3	6	0	12	
		% dentro de Tipo de lesión	66,7%	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	60,0%	
	Supinado no lesionado	Recuento	0	0	0	0	3	3	
		% dentro de Tipo de lesión	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	42,9%	15,0%	
	Supinado lesionado	Recuento	1	0	0	0	0	1	
		% dentro de Tipo de lesión	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	
	Total		Recuento	3	1	3	6	7	20
			% dentro de Tipo de lesión	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,556 ^a	12	,012
Razón de verosimilitud	29,130	12	,004
Asociación lineal por lineal	1,990	1	,158
N de casos válidos	20		

Fuente: Datos del estudio

Elaborado: Aynaguano, E 2020

Análisis: Se evidencia una estadística para rechazar la hipótesis nula con un valor de p menor a 0,05 y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo que se concluye que existe una relación de independencia entre el análisis biomecánico de la carrera y las lesiones en los atletas de la Federación Deportiva de Chimborazo.

CAPÍTULO V

5.1. DISCUSIÓN

El atletismo es un deporte practicado a nivel profesional, amateur y no profesional, pero a nivel Nacional no se cuenta con los suficientes registros de estudios realizados a nivel de deportistas amateur. Por lo que se consideraría un valor estadísticamente significativo un estudio descriptivo relacional del análisis biomecánico de la carrera y las lesiones en los atletas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva de Chimborazo.

En el estudio realizado se encontró hallazgos muy importantes, como las edades de los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo están dentro de los valores medios encontrados fondo y semifondo con una edad media de $14,00 \pm 1,62$ años que coincide con estudios realizados en niños atletas (Martín et, 2017).

En cuanto al sexo de los deportista de fondo y semifondo hubo un predominio del sexo masculino con un 55% en comparación a las mujeres datos semejantes a estudios realizados en todas las edades (Moreno et, 2008)

El peso corporal medio fue de 45,79 con una desviación estándar de $\pm 7,22$ kg y con un índice de masa corporal dentro de los parámetros normales para un deportista en la que la economía deportiva es alta con un valor medio de 19,00 % y una desviación estándar de 1,4 además se encontró como un valor mínimo de 16,20 % y un valor máximo de 22,53% estos valores tanto mínimos como máximos en la población de estudio harán que se desarrolle positivamente en esta disciplina deportiva creando un desarrollo físico durante la competencia.(Gutiérrez, et, 2015)

En los deportistas de sexo masculino que practicaban la disciplina de fondo y medio fondo se obtuvo un somatotipo de predominio mesomorfico, con esto interpretaremos que el deportista posee un bajo porcentaje graso para su estatura, en el sexo femenino hubo un predominio ectomorfico similar a otros estudios que le ayuda a desempeñar de mejor manera su disciplina deportiva (Esteban et, 2015). Aunque no hubo un nivel de significancia menor a $p < 0,05$.

Con ayuda del programa kinovea y una video cámara se pudo extraer los ángulos de pronosupinación, en el sexo masculino, presentaron un ángulo de pronación en los deportistas lesionados con una media 18,15 con una desviación estándar de 1,4 y en las mujeres presentaron un ángulo de pronación en las deportistas lesionadas con una media de 18,36 con una desviación de 0,82 en ambos casos existió un predominio de pronación máxima durante la carrera en deportistas con antecedentes de lesión esto nos indica que ha mayor grado de pronación máxima, mayor va a ser el número de deportistas lesionados. Aunque no hubo un nivel de significancia menor a $p < 0,05$.

Se encontró un nivel de significancia menor a ($p < 0,05$) rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, en el análisis biomecánico en la carrera y las lesiones en los atletas estos presentaron un mayor número de tendinopatías, seguida de lesiones óseas.

En esta investigación existieron muchas limitaciones que pueden afectar al resultado del estudio como el tamaño de la muestra escasa para poder sacar una conclusión robusta con respecto a los atletas de fono y medio fondo de la Federación Deportiva de Chimborazo, así como la falta de una plataforma de fuerzas que nos ayuden con valores de fuerzas de impacto para poder dilucidar si frente a un deportista pronador máximo con fuerzas de impacto menor sea menos lesiva y viceversa. Con la exposición de estas limitaciones se pretende que en futuras investigaciones resuelva estos problemas y se puede minimizar aún más el error.

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

- Los resultados que se encontraron en este estudio fueron positivos para el análisis biomecánico en los deportistas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva del Chimborazo, ayudándonos a prevenir las lesiones deportivas, estos resultados fueron similares a otros estudios realizados en los deportistas.
- En los niños y adolescentes atletas las lesiones deportivas se presentaron en una frecuencia similar tanto en hombres como en mujeres, que practicaban atletismo y que presentaron lesiones deportivas en los atletas de la Federación Deportiva de Chimborazo, similar a otros estudios realizados en deportistas.
- El estudio realizado en la Federación Deportiva de Chimborazo se encontró que el somatotipo de los hombre fue mesomorfico y el de las mujeres ectomorfico estos somatotipos son los ideales para esta disciplina deportiva, estos resultados van a la par de otros estudios realizados.
- En cuanto al grado de pronación y supinación máximo de los atletas se encontró que existe un predominio de lesiones en los deportistas pronadores independiente del genero del deportista, además se pudo evidenciar que los deportistas, similares a otros estudios
- El análisis biomecánico con diferentes apoyos externos como el programa kinovea que fue utilizado en este estudio para verificar el grado de la pronación y supinación esta estadísticamente relacionado con lesiones deportivas en los atletas de fondo y semifondo, su estudio nos ayudara a prevenir lesiones deportivas y mejorar el rendimiento deportivo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Los deportistas que practican fondo y semifondo deben ser evaluados por Médicos calificados y especializados para que puedan ser valorados y estudiados desde el punto biomecánico y comprobar si existe una pronación o supinación excesiva y poder evitar lesiones.
- El análisis biomecánico del deportista debe realizarse en diferentes escenarios tanto en estática y dinámica con los diferentes apoyos externo como la video grabadora con su software (Kinovea gratuito), goniómetro, etc. Con el fin de evitar lesiones y mejorar el rendimiento deportivo.
- El estudio del deportista, debe ser realizado por un médico especialista en Medicina Deportiva de forma individual de acuerdo a sus requerimientos y su edad con el fin de evitar lesiones deportivas por mala técnica o sobrecarga durante el entrenamiento.
- Todo esto ha llevado a que tome un papel fundamental e imprescindible nuestro apoyo como especialista de Medicina del Deporte en la Federación Deportiva de Chimborazo, para realizar una adecuada valoración Medico Deportológica, con el seguimiento adecuado y los controles antes, durante y después del entrenamiento.
- Hago un llamado a todos los colegas especialistas de Medica Deportiva que sigan investigando y publicando más para poder tener datos estadísticos confiables que nos sirvan para posteriores estudios y velar por el bienestar de nuestros deportistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aedo Muñoz Esteban Ariel, B. G. A. F. (2007). Conceptualización de la Biomecánica Deportiva y Biomecánica de la Educación Física. *Umce, 1*, 68. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4347425.pdf>
- Álvarez Romero, D. (2014). Valoración biomecánica de la carrera de velocidad [Trabajo fin de grado], 1–23.
- Bermudez, S. R. (2017). *Entrenamiento Deportivo y Ciencias del Deporte 1*. Manizales.
- Cheung, R. T. H., Chung, R. C. K., & Ng, G. Y. F. (2011). Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: A meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 45*(9), 743–751. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.079780>
- Ciro, O., Alberto, J., Rodríguez, C., Paola, M., Arango, V., Giraldo, P., ... Cristina, I. (2007). INCIDENCIA DE LAS LESIONES DEPORTIVAS EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. *Lesiones Deportivas, 20*(2), 167–177.
- DE LA CRUZ, B. (2009). Biomecánica de la Marcha y la Carrera Marcha humana Normal Fase de Apoyo Fase de Contacto Inicial (CI). Retrieved from http://www.munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20091229110320blanca_de_la_cruz2.pdf
- Del, P., & Locomotor, A. (2005). Lesiones de tobillo: diferencias entre lesiones deportivas y no deportivas Ankle injuries: differences between sport and non sport injuries, *3*(2), 87–100. Retrieved from <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/lesiones-tobillo.pdf>

Esteban Roberto Godoy-Cumillaf, A., Antonio Valdés-Badilla, P., Salvador Soler, N., Inés Carmona-López, M., & José Fernández, J. (2015). Características Antropométricas de Adolescentes Pertenecientes a Distintas Escuelas Deportivas Formativas Anthropometric Characteristics of Adolescents from Different Sports Training Schools. *Int. J. Morphol*, 33(3), 1065–1070.

F.E.A. (n.d.). Retrieved May 28, 2020, from <http://www.feagle.org.ec/historia2.php>

Fucci, S. (2003). *Lecciones basicas de biomecanica del aparato locomotor* (Cuarta). Madrid: ELSEIVER.

G, D. C. (2016). La iniciación deportiva en el Atletismo, (January 2004).

Gage JR. (1990). *A nálisis de la marcha : sus fases y variables espacio - temporales. surgical treatment of knee dysfunction in cerebral palsy. clin. Orthop.*

GONZALES, A. (2014). Servicio de análisis biomecánico para corredores populares. <https://doi.org/10.1038/132817a0>

González Hernández, A. (2014). Servicio de análisis biomecánico para corredores populares[Trabajo fin de grado].

Gutiérrez, R., Aldea, L., Cavia, M. del M., & Alonso-Torre, S. R. (2015). Relación entre la composición corporal y la práctica deportiva en adolescentes. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 336–345. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.9112>

- Hernán Guzmán, P. (2012). Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(3), 267–273. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70310-3](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70310-3)
- J. Tauton. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Sports Medicine*, 95–102.
- KAPANDJI, A. (2011). FISILOGIA ARTICULAR DEL MIEMBRO INFERIOR.
- Marcos Gutierrez Davila. (1998). *BIOMECANICA DEPORTIVA BASES PARA EL ANALISIS*. (1998 Editorial Sintesis, Ed.), *BIOMECANICA DEPORTIVA BASES PARA EL ANALISIS (ILUSTRADA, Vol. 53)*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mármol, A. G., & Valenzuela, A. V. (2013). El atletismo desde una perspectiva pedagógica. *Acciónmotriz*, 1(11), 39–46.
- Martín, L., & Estupiñán, M. (2017). Sport injuries in children. A twenty year study. *Medisur*, 15(6), 819–825.
- Martín Noguerras, A., Calvo Arenillas, J. L., Orejuela Rodríguez, J., Barbero Iglesias, F. J., & Sánchez Sánchez, C. (1999a). Fases de la marcha humana. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 2(1), 44–49. Retrieved from <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
- Martín Noguerras, A., Calvo Arenillas, J. L., Orejuela Rodríguez, J., Barbero Iglesias, F.

- J., & Sánchez Sánchez, C. (1999b). Fases de la marcha humana. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 2(1), 44–49. Retrieved from <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
- Moreno, G. J. (2000). 0. Historia Del Atletismo, 1–8. Retrieved from <http://educafis.wordpress.com/>
- Moreno Pascual, C., Rodríguez Pérez, V., & Seco Calvo, J. (2008). Epidemiology of sports injuries. *Fisioterapia*, 30(1), 40–48. [https://doi.org/10.1016/S0211-5638\(08\)72954-7](https://doi.org/10.1016/S0211-5638(08)72954-7)
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait and Posture*, 7(1), 77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6)
- Ortega, D. R. (2009). Análisis de la pronación y supinación subastragalinas en la marcha atlética, 2009, 51–58.
- Pérez-Soriano, P., & Llana Belloch, S. (2015). *Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte. Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte, 2015, ISBN 978-84-9910-180-4, págs. 381-397 (Vol. 53)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Peroni, L. (2002). LAS RELACIONES ENTRE LAS INESTABILIDADES DEL APOYO PLANTAR Y LAS ALTERACIONES DE LA BIOMECANICA. *Medicina*.

Pifarré San Agustín, F., Escoda Mora, J., Casal Castells, A., Prats Armengol, T., Carles Gomà, S., & Levy Benasuly, A. E. (2016). Las lesiones por sobrecarga en las extremidades inferiores desde el punto de vista biomecánico. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 10(2), 106–121.

https://doi.org/10.5209/rev_ricp.2016.v10.n2.52309

Ramos Parracé, C., López Laiseca, J., Monje Mahecha, J., & Figueroa Calderón, C. (2009). Cálculo de la pronosupinación subastragalina en deportistas de baloncesto de la Universidad Surcolombiana. *Educación Física y Deporte*, 28(2), 107–116.

Rueda, M. (2003). Introducción a La Introducción a La Αποπτωσηξ. *British Journal of Cancer*, 3, 1–25. Retrieved from

<http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art55/int55.htm>

Ruíz, A. A. B. (2015). ATLETISMO DE PISTA OLÍMPICO: SEÑALES HISTÓRICAS, 3(2), 54–67. Retrieved from

<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Soares Leite Werlayne Stuart. (2011). Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos. Retrieved from

<http://www.efdeportes.com/efd145/biomecanica-aplicada-ao-esporte.htm>

Soidán, G., & Arufe, J. L. (2003). Pruebas De Velocidad , Medio Fondo Y Fondo Analysis of the Most Frequent Injuries in Tests of Speed , Half and Long Distances. *Vuelta*, 3, 260–270.

Suarez, G. R. (2011). *BIOMECANICA DEPORTIVA Y APLICADA*. (G. R. Suarez, Ed.), Universidad de Antioquia (primera, Vol. 11). Medellín- Colombia.

Zajac, F. E., Neptune, R. R., & Kautz, S. A. (2003). Biomechanics and muscle coordination of human walking: Part II: Lessons from dynamical simulations and clinical implications. *Gait and Posture*, *17*(1), 1–17.
[https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(02\)00069-3](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(02)00069-3)

ANEXOS

1. Anexo Matriz de Historia clínica de recolección de datos

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO.

Historia Clínica Deportológica

DATOS PERSONALES 03/12/2018

FECHA:

Nombre y Apellidos:

CI:

Fecha de nacimiento:

Etnia:

Edad actual:

Ocupación:

Sexo:

Estado

civil:

Provincia:

Lugar de nacimiento:

Lugar de residencia:

Domicilio:

Teléfono:

Email:

ANTECEDENTES PERSONALES:

Enfermedades:

Operaciones:

Alergias:

Antecedente traumatológico (lesiones):

Hábitos:

Alcohol:

Tabaco:

Droga:

Fármacos:

Alimentación:

Suplementos:

ANTECEDENTES DEPORTIVOS

Deporte que practica:

Deporte actual:

Logros deportivos (si procede):

Número de días que entrena a la semana:

Horas de entrenamiento al día: Horario:

Total de horas de entrenamiento a la semana:

Tipo de entrenamiento:

Horas que duerme al día:

Temporada de descanso deportivo al año:

Otras actividades:

Observaciones:

Antecedentes patológicos familiares:

MOTIVO DE LA CONSULTA:

ENFERMEDAD ACTUAL:

INTERROGATORIO POR APARATOS:

-Piel y faneras:

-Cabeza:

Necesidad de corrección óptica (usas lentes):

-Aparato respiratorio:

-Aparato circulatorio:

-Aparato digestivo:

-Aparato urinario:

-Aparato genital:

-Aparato locomotor:

-Aparato nervioso:

- Hematológico:

-Sistema endocrino:

Examen físico

Peso: Talla: IMC: TA: FC:

SAT O2: Riesgo cardiovascular:

Cabeza:

Pirámide nasal:

Cavidad bucal:

Oído:

Corazón:

Pulmones:

Abdomen:

Tren superior:

Tren inferior:

Columna:

Goniometría:

Hombro:

Codo:

Muñeca:

Cadera:

Rodilla:

Tobillo:

Antropometría:

Elaborado: Aynaguano Edison (2020)

2. Matriz de Antropometría

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO.

ANTROPOMETRIA

Apellido y nombre:

Fecha de evaluación:

Edad :

Evaluador:

MEDICIONES BÁSICAS

1	Peso corporal	<input type="text"/>
2	Estatura máxima	<input type="text"/>

DIÁMETROS (CM)

3	Muñeca	<input type="text"/>
4	Humeral	<input type="text"/>
5	Femoral	<input type="text"/>

PERÍMETROS (CM)

6	Brazo relajado	<input type="text"/>
7	Brazo flexionado	<input type="text"/>
8	Cintura mínima	<input type="text"/>
9	Cadera máxima	<input type="text"/>
10	Pantorrilla máximo	<input type="text"/>

PLIEGUES (MM)

11	Triceps	<input type="text"/>
12	Subscapular	<input type="text"/>
13	Biceps	<input type="text"/>
14	Cresta Iliaca	<input type="text"/>
15	Supraespinal	<input type="text"/>
16	Abdominal	<input type="text"/>
17	Músculo anterior	<input type="text"/>
18	Pantorrilla medial	<input type="text"/>

Fuente: (ISAK) Sociedad para el avance de la cineantropometría

Elaborado: Aynaguano E (2020)

3. Matriz de ángulos de Pronosupinación en el patrón del corredor




PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO.

ANGULOS PRONOSUPINACION PATRON DEL CORREDOR

NUMERO	NEUTRO	PRONADO	SUPINADOR
DE DEPORTISTA			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Elaborado: Aynaguano Edison (2020)

ANEXO 3. Consentimiento informado

Documento de Consentimiento informado para deportistas hombres y mujeres que practican atletismo fondo y semi fondo en la Federación deportiva de Chimborazo que acudan a la valoración de biomecánica de la carrera.

Nombre del Investigador Principal. Md. EDISON AYNAGUANO PEREZ

Nombre de la Organización. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR.

Nombre del Patrocinador. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DL ECUADOR

Nombre de la Propuesta y versión. Análisis biomecánico de la carrera y su relación con lesiones

Este Documento de Consentimiento Informado tiene dos partes:

- Información (proporciona información sobre el estudio)
- Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar)

Se le dará una copia del Documento completo de Consentimiento Informado

PARTE I: Información

Introducción

Soy estudiante de posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito) me encuentro realizando el proyecto de investigación previo a la obtención de especialista en Medicina del Deporte. El tema a investigar es el estudio de la carrera su anatomía, funcionalidad las anomalías para evitar las lesiones, en los deportistas de atletismo en la modalidad de fondo y semi fondo en la Federación Deportiva de Chimborazo. Le voy a dar información e invitarle a participar de esta investigación. Antes de decidirse, puede hablar con alguien que le explique sobre la investigación. Puede que haya algunas palabras que no entienda, por favor, pregúnteme que gustosa le explicare con detalle acerca de los procedimientos.

Propósito

El estudio biomecánico de la carrera nos va ayudar a una evaluación correcta y profunda de la carrera de tanto en estática como dinámica es por eso de la importancia de este estudio porque nos va a ayudar a identificar las características morfológicas y funcionales que nos puedan conllevar a una posible causa de lesión.

Es por esto el análisis será realizara con el paciente en dos lugares en el consultorio y en la pista con ayuda de una cámara de video y el programa kinovea.

Tipo de Intervención de Investigación

Esta investigación incluirá el análisis en el consultorio tanto de pie como acostado y el programa kinovea con el deportista en estático y dinámico.

Selección de participantes

Participaran deportistas que practiquen atletismo fondo y semi fondo en la federación deportiva de Chimborazo, que cumplan con los criterios de inclusión mencionados y definidos

Participación Voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Tanto si elige participar o no, continuarán todos practicando el deporte que ustedes deseen en la federación deportiva.

PROCEDIMIENTO

Se le procederá al deportista a realizar una historia clínica detalla, examen físico completo incluyendo peso, talla, etc. Además se va a estudiar la huella plantar sin calcetines en decúbito y en bipedestación para analizar el tipo de pisada, posterior a lo cual se le analizara en la pista de atletismo con la cámara de video y con ayuda del programa de kinovea analizaremos la biomecánica en sus fases de la marcha.

Descripción del Proceso

Durante la investigación.

En la pista de atletismo se le iniciara grabando la salida en vista anterior, posterior y

lateral con la cámara de video se analizara la marcha.

Duración

La investigación durará 3 meses en total.

Riesgos

Mínimos con fatiga muscular.

Molestias

Al participar en esta investigación es posible que experimente molestias al momento de correr en la pista con dolores musculares.

Beneficios

Determinar cuáles son las causas de lesiones osteomusculares e identificarlos para tratar la causa y tratar de modificarla para prevenir las lesiones o recuperarle de una manera pronta y oportuna.

Confidencialidad

No se compartirá la identidad de aquellos que participen en la investigación. La información que se recoja a través de este proyecto de investigación se mantendrá confidencial. La información acerca de usted que se recogerá durante la investigación será puesta fuera de alcance y nadie, sino los investigadores tendrán acceso a verla. Cualquier información acerca de usted tendrá un número en vez de su nombre. Solo los investigadores sabrán cuál es su número.

Compartiendo los Resultados

El conocimiento que obtengamos por realizar esta investigación se compartirá con usted. No se compartirá información confidencial. Se publicaran los resultados para que otras personas interesadas puedan aprender de esta investigación.

Derecho a negarse o retirarse

Usted no tiene por qué participar en esta investigación si no desea hacerlo y el negarse a participar no le afectara en ninguna forma a que siga practicando en la federación. Usted seguirá teniendo todos los beneficios que da la federación. Es su elección y todos sus

derechos serán respetados.

Esta propuesta ha sido revisada y aprobada por el Comité de evaluación ética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que es un comité cuya tarea es asegurarse de que se proteja de daños a los participantes en la investigación.

PARTE II: Formulario de Consentimiento

He sido invitado a participar en la investigación sobre el análisis biomecánico de la carrera y su relación con lesiones en atletas de fondo y semifondo en la federación deportiva para lo cual me realizarán una serie de análisis en el consultorio y en el campo de entrenamiento no invasivos. He sido informado adecuadamente de que los riesgos son mínimos y pueden incluir solo fatiga muscular sin violar mi intimidad. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

Nombre del Participante _____

Firma del Participante _____

Fecha _____ hora:

Día/mes/año

Si es analfabeto

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el

individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre del testigo _____ Y Huella dactilar del participante

Firma del testigo _____

Fecha _____ hora:

Día/mes/año

He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre del Investigador _____

Firma del Investigador _____

Fecha _____

Día/mes/año

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de Consentimiento Informado _____ (iniciales del investigador/asistente)

TOMA DE PESO Y TALLA EN EL CONSULTORIO CON AYUDA DEL PERSONAL DE SALUD DE LA FEDERACION DEPORTIVA DE CHIMBORAZO



EXAMEN FISICO DEL DEPORTISTA EN EL CONSULTORIO



EXAMEN ANTROPOMETRICO DEL DEPORTISTA EN EL GIMNASIO DE LA FDCH



VIDEO GRABADORA EN EL ESTADIO FERNADO GUERRERRO



ANALISIS BIOMECANICO DE LA CARRERA CON EL PROGRAMA KINOVEA

