

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL PIE Y LAS MODIFICACIONES DE LA  
POSTURA EN LOS ATLETAS DE LA MODALIDAD SEMIFONDO 1.500  
METROS DE LA LIGA CAUCANA DE ATLETISMO DE LA CIUDAD DE  
POPAYÁN**

**JULIAN HURTADO CORREA  
JOSUÉ CERÓN MORAN**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN  
EDUCACIÓN FÍSICA RECREACIÓN Y DEPORTES  
POPAYÁN  
2014**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL PIE Y LAS MODIFICACIONES DE LA  
POSTURA EN LOS ATLETAS DE LA MODALIDAD SEMIFONDO 1.500  
METROS DE LA LIGA CAUCANA DE ATLETISMO DE LA CIUDAD DE  
POPAYÁN**

**JULIAN HURTADO CORREA**

**JOSUÉ CERÓN MORAN**

Trabajo de grado para optar el título de Licenciado en Educación Básica con  
énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes

**Mag. NANCY JANNETH MOLANO TOBAR**

Directora

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN,  
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN  
EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES  
POPAYÁN  
2014**

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>1. ÁREATEMÁTICA</b> .....	<b>9</b>
1.1 HISTORIA Y ATLETISMO .....	9
1.2 BIOMECÁNICA Y ALTERACIONES POSTURALES DEL PIE .....	11
1.3 LOCOMOCIÓN EN LA MARCHA Y CARRERA ATLÉTICA .....	14
<b>2. ÁREA PROBLÉMICA</b> .....	<b>18</b>
<b>3. PREGUNTA PROBLEMA</b> .....	<b>19</b>
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	<b>20</b>
<b>5. CONTEXTO ATLETISMO</b> .....	<b>23</b>
5.1 ESCENARIO SOCIOCULTURAL.....	23
<b>6. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>7. OBJETIVOS</b> .....	<b>26</b>
7.1 OBJETIVO GENERAL .....	26
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
<b>8. METODOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
8.1 TIPO DE ESTUDIO.....	27
8.2 HIPÓTESIS .....	27
8.3 VARIABLES .....	27
8.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	28
<b>9. POBLACIÓN</b> .....	<b>30</b>
<b>10. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>11. CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b> .....	<b>32</b>
<b>12. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b> .....	<b>33</b>
<b>13. CONSIDERACIONES ÉTICAS</b> .....	<b>34</b>
<b>14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
14.1 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS .....	36
<b>15. ANÁLISIS DE LA POSTURA</b> .....	<b>37</b>
15.1 VISTA FRONTAL.....	37

15.2	VISTA LATERAL DERECHA .....	38
15.3	VISTA POSTERIOR.....	39
15.3.1	Vista posterior columna vertebral .....	40
15.4	TIPO DE PIE .....	40
15.4.1	Resultados pie izquierdo .....	40
15.4.2	Resultados pie derecho .....	41
<b>16.</b>	<b>ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO .....</b>	<b>42</b>
16.1	FASE DE APOYO. VISTA LATERAL.....	42
16.2	FASE DE BALANCEO VISTA LATERAL .....	43
16.3	FASE DE APOYO VISTA POSTERIOR.....	44
16.4	FASE DE BALANCEO VISTA POSTERIOR .....	44
<b>17.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
17.1	BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO DURANTE LA CARRERA.....	57
<b>18.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>19.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características Socio-Demográficas .....	36
Tabla 2. Vista Frontal.....	38
Tabla 3. Vista lateral derecha .....	39
Tabla 4. Vista posterior .....	39
Tabla 5. Columna Vertebral .....	40
Tabla 6. Pie Izquierdo .....	41
Tabla 7. Pie Derecho .....	41
Tabla 8. Vista lateral ángulos de movimiento .....	43
Tabla 9. Vista posterior ángulos de movimiento .....	44

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato Consentimiento Informado .....	70
Anexo B. Formato Evaluación.....	72
Anexo C. Plantograma .....	73
Anexo D. Fotografías Postura.....	74
Anexo E. Fotograma Software Apic.....	74
Anexo F. Fotos Biomecánica .....	76

## INTRODUCCIÓN

Hornillos define que “El atletismo es tan antiguo como la propia humanidad, desde sus comienzos prehistóricos, cuando homo sapiens conquista su verticalidad a través de la bipedestación, la carrera, el salto y el lanzamiento formando parte indivisible de su repertorio motriz como recurso de supervivencia, espíritu deportivo o placer por el movimiento entre otros motivos”<sup>1</sup>. Es de esta forma como esta investigación hace referencia al estudio de la carrera debido a que correr es una de las prácticas básicas del repertorio motriz del ser humano donde “el atletismo es un conjunto de prácticas deportivas integradas por habilidades y destrezas básicas en el comportamiento motor del ser humano”<sup>2</sup>.

Dentro de las diferentes modalidades del atletismo, la carrera de los mil quinientos metros fue la modalidad escogida para esta investigación; debido a su gran exigencia física y la naturalidad que requiere este tipo de desplazamiento. De forma específica se realizó un análisis biomecánico de la articulación del tobillo y postura estática del atleta.

El grupo humano con el cual se llevó a cabo el proceso de investigación fue la liga Caucaña de atletismo, la población con la que se trabajó correspondió a la categoría juvenil en la modalidad de semifondo en 1500 metros, un total de cinco atletas: cuatro hombres y una mujer, con edad promedio de 21 años.

Este trabajo de investigación fue de carácter descriptivo, cuantitativo de corte transversal, donde los datos se hallaron sistemáticamente a través de programas informáticos como APIC 2.0, KINOVEA y SPSS. Para luego realizar el análisis

---

<sup>1</sup>HORNILLOS BAZ, Isidoro. Historia del atletismo. Barcelona,2000. p.5 Disponible en: [http://books.google.com.co/books?id=S1opr\\_HluaMC&pg=PA15&dq=historia+del+atletismo&hl=es&sa=X&ei=xy0AUceREIW68wS5xIGQCg&sqi=2&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=historia%20del%20atletismo&f=false](http://books.google.com.co/books?id=S1opr_HluaMC&pg=PA15&dq=historia+del+atletismo&hl=es&sa=X&ei=xy0AUceREIW68wS5xIGQCg&sqi=2&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=historia%20del%20atletismo&f=false). Consultado el 22 de noviembre de 2012

<sup>2</sup>Ibid., p. 19

estadístico descriptivo bivariado con el objeto de detectar factores de riesgo asociados a las alteraciones osteomusculares, análisis biomecánico e implicaciones osteomusculares del pie analizando la huella plantar a través del plantograma.

El valor de esta investigación radicó en que en anteriores investigaciones no se encontró un estudio que mostrara las características biomecánicas de la articulación del tobillo y las alteraciones posturales presentes en atletas de carreras de 1500 metros; hecho que permitió demostrar y sustentar a través de los posteriores hallazgos dentro de la investigación, donde las alteraciones posturales como el pie cavo favorece la absorción de fuerzas durante la fase de apoyo. Concluyendo que las alteraciones posturales no solo se encuentran en miembros inferiores sino también en miembros superiores, no obstante estas se presentan en menor proporción, dejando claro que los movimientos realizados por la articulación del tobillo se encuentran normales y no se convierten en un factor de riesgo, sino que al contrario, ponen en evidencia ser movimientos favorables para el adecuado funcionamiento de la articulación durante la fase de apoyo en la carrera.



# 1. ÁREATEMÁTICA

## 1.1 HISTORIA Y ATLETISMO

Durante la historia evolutiva del ser humano, el atletismo ha sido una práctica común iniciando la incorporación de aquellos movimientos en el quehacer diario, como también para la supervivencia propia y la de sus familias. Con el trascurso de los años y de dicha evolución, no solo de la parte física sino también la intelectual, se empieza a encontrar los inicios de dichas actividades insertadas a modo de competencia, viéndose como una concepción propia de la especie humana. En este sentido Hornillos plantea que “el atletismo es tan antiguo como la propia humanidad, desde sus comienzos prehistóricos, cuando el homo sapiens conquista su verticalidad a través de la bipedestación, la carrera, el salto y el lanzamiento han formado parte indivisible de su repertorio motriz como recurso de supervivencia, espíritu deportivo o placer por el movimiento entre otros motivos”<sup>3</sup>.

En cuanto al ser humano y su origen, sobresale dentro de la evolución como uno de los pasos más importantes aquella situación donde la especie humana pasa de desplazarse en posición cuadrúpeda a posición erguida, situación que trajo consigo una serie de cambios a nivel físico, intelectual y por consiguiente una forma de vida diferente. Hornillos plantea como “el atletismo comprende la inclusión de las tres habilidades básicas en el comportamiento motriz del ser humano: desplazamientos, saltos y lanzamientos que juegan un importante papel dentro del espíritu deportivo”<sup>4</sup>, también representan una gran importancia como herramienta dentro de la educación física sin ignorar el valor dentro de la recreación, ocio y salud.

---

<sup>3</sup>Ibid., p. 5

<sup>4</sup>Ibid., p.14

Desde el origen de la humanidad el ser humano se caracterizó por desenvolverse en un medio muy agreste en el cual lo fundamental era mantenerse fuerte, consumiendo sobre todo carne de otros seres, fue de esta manera como aparece la cacería, la cual exigió de la especie humana el desarrollo de habilidades básicas como son el salto, la carrera y el lanzamiento, prácticas en las cuales el pie por ser la primera superficie de contacto con el suelo juega un papel de vital importancia, prácticas que inicialmente fueron cotidianas con los años se constituyeron en una formas estructuradas de deporte: el atletismo.

En el trascurso de la historia el atletismo se ha convertido cada vez en un deporte de gran competitividad y esencialmente de gran exigencia física como lo es la carrera de los mil quinientos metros, modalidad estudiada en esta investigación, dicha exigencia produjo en el cuerpo de quienes practican este deporte el surgimiento de alteraciones posturales que dificultaron el rendimiento. Es en ese momento en el cual aparecen personas empíricas para darle explicación a lo concerniente a estas alteraciones que desde luego pasaron por dar definiciones sobre naturales o metafísicas, que con el trascurso del tiempo y con la llegada de la ciencia a estas sociedades como una forma de explicar cada fenómeno natural de una forma menos metafísica, si no que por el contrario se le dio una mayor importancia a la ciencia, especialmente cuando esta empieza a realizar investigaciones desde el deporte y dentro de este el entrenamiento analizado desde las perspectivas biomédicas.

La carrera de mil quinientos metros es de alta exigencia física lo que trae como consecuencia la aparición de lesiones generadas por su práctica, hecho que ha sido estudiado por la ciencia del deporte encontrado una variedad de lesiones producidas en las carreras largas, las cuales han sido resultado de movimientos repetitivos y sobrecarga, haciéndose característico las lesiones en miembros inferiores debido a que estos tienen mayor cercanía con la superficie de

contacto, además son los segmentos que participan en el desplazamiento dentro de este deporte.

En los segmentos que constituyen la estructura ósea de los miembros inferiores, no se debe dejar aislado el hecho de que toda esta agrupación de partes trabaja en conjunto y lo que afecta a una, afectará a lo demás.

Cuando se habla específicamente del pie, este a su vez se subdivide en otras partes como lo es el talón, estructura que se afecta frecuentemente por el entrenamiento, ocasionando al deportista tanto daños funcionales como también molestias e intenso dolor.

## **1.2 BIOMECÁNICA Y ALTERACIONES POSTURALES DEL PIE**

Aguilar define "la biomecánica como una disciplina que estudia los modelos, fenómenos y leyes que son relevantes en el movimiento de un ser vivo. Para estudiar el movimiento hay que considerar tres aspectos distintos: el control del movimiento, la estructura del cuerpo que se mueve y las fuerzas tanto externas como internas"<sup>5</sup>.

El pie es una de las estructuras de soporte para la mayoría de los movimientos que ejecuta el ser humano y particularmente en la práctica de atletismo es la parte corporal que soporta todo el impacto, razón por la cual para la investigación se determinó focalizar el análisis en este segmento específicamente en la fase de

---

<sup>5</sup>AGUILAR, Miguel, AGUILAR GUTIÉRREZ, Miguel. Biomecánica: la física y la fisiología. Madrid .2000. p.17 Disponible en:<http://books.google.com.co/books?id=k3nPlvZnY7gC&printsec=frontcover&dq=Biomec%C3%A1nica:+la+f%C3%ADsica+y+la+fisiolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&ei=-sQ4UcmrI5DU8wSC1oGYDA&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=Biomec%C3%A1nica%3A%20la%20f%C3%ADsica%20y%20la%20fisiolog%C3%ADa&f=false> . Consultado el 7 de marzo de 2013

apoyo durante la carrera dada la sobrecarga que recibe el pie y sus respectivas estructuras.

Dentro de la práctica del atletismo y sus diferentes modalidades de carrera; el pie es una de las estructuras más exigida, en este sentido Viladot resalta que

La carrera exige más por parte del deportista dado que se alcanza una mayor velocidad y esto significa que el pie choca sobre la superficie de carrera una mayor cantidad de veces, dependiendo del terreno, el corredor, la longitud del salto, la velocidad y la fuerza de impacto sobre el suelo que puede ser hasta 8 veces superior al peso del cuerpo, demostrando que los movimientos angulares de tobillo, rodilla y cadera son superiores en la carrera.<sup>6</sup>

Por lo anterior, el pie tiene un alto protagonismo tanto en la funcionalidad en el desplazamiento del atleta como en estados patológicos derivados de la misma práctica. Las modificaciones que puede experimentar esta estructura es tanto a nivel muscular como óseo, debido a el impacto repetitivo que este segmento realiza sobre el suelo en razón a que soporta todo el peso corporal sobre distintas superficies realizando movimientos biomecánicos, así “el pie choca en el suelo por la punta, el impacto en el suelo tiende en un primer momento a disminuir la bóveda y al equinismo, pero de inmediato se produce una contracción muscular de los flexores largos y cortos, que arquea más el pie, aumenta el equinismo y fuerza”<sup>7</sup>.

El apoyo del pie sobre la superficie realiza unos cambios a nivel postural y biomecánico en la estructura del pie, modificándolo en el instante pero con el riesgo de producir o reproducir alteraciones de tipo postural dentro de la estructura de este alterando consigo dicho movimiento en el que actúa, produciendo molestias físicas, alterando el bienestar del sujeto, por ende el rendimiento deportivo

---

<sup>6</sup>VILADOT PERICE, Antonio. Quince lesiones sobre podologías del pie. Barcelona, 2000. p.269 Disponible en: [http://books.google.com.co/books?id=p\\_AnIVAPbscC&printsec=frontcover&dq=Quince+lecciones+sobre+patologias+del+pie&hl=es&sa=X&ei=8CgAUfi9C4PM9QSbmYCIBQ&ved=0CCsQ6AEwAA](http://books.google.com.co/books?id=p_AnIVAPbscC&printsec=frontcover&dq=Quince+lecciones+sobre+patologias+del+pie&hl=es&sa=X&ei=8CgAUfi9C4PM9QSbmYCIBQ&ved=0CCsQ6AEwAA) . Consultado el 13 de agosto de 2012

<sup>7</sup>Ibid., p. 269

y una disminución notable que puede llegar a repercutir no solo la parte física sino también la parte mental.

Un estudio realizado por Franco<sup>8</sup>, evidenció que de ciento treinta y cinco atletas, uno presenta el pie normal plano, once el pie normal, veintinueve el pie normal cavo, cuarenta y nueve el pie cavo, cuatro el pie cavo fuerte y uno el pie cavo extremo lo cual muestra que aquellos deportistas en su gran mayoría poseen una alteración postural a nivel del pie.

La práctica del atletismo podría generar alteraciones a nivel de la planta del pie, pero se debe tener en cuenta que en la mayoría de los casos la causa es congénita, tal como lo afirma Fernández, donde “las modificaciones de los arcos plantares son de tipo congénitas”<sup>9</sup>, y no solo pueden depender de la práctica de un deporte, siendo este último una causa poco significativa en la generación de alteración en el pie. Franco en este mismo sentido, realizó un estudio a personas sedentarias y a deportistas donde concluyó que “la práctica deportiva no es un factor influyente en las modificaciones con respecto a simetrías o asimetría en la huella plantar de un individuo”<sup>10</sup>.

Pero en oposición a la tesis anterior Elvira citado por Berdejo del Fresno, encontró que “en la marcha atlética no causa asimetrías ni adaptaciones concretas en el pie, pero si diferencias significativas entre pies”<sup>11</sup>. Por lo tanto fisiológicamente la

---

<sup>8</sup>FRANCO A, Juan Manuel. Análisis descriptivo de las características de la huella plantar de los deportistas de natación, halterofilia, atletismo y estudiantes sedentarios .Cali: 2011. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265419645012> Consultado el 13 de agosto de 2012

<sup>9</sup>FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Agustín y LEÓN PÉREZ, Sofía. Caracterización del apoyo plantar en deportistas elites. La Habana. p. 7. Disponible en: <http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/105/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20apoyo%20plantar.pdf>. Consultado el 13 de agosto de 2012

<sup>10</sup>FRANCO A, Op. Cit. p. 162

<sup>11</sup>BERDEJO DEL FRESNO, D, LARA SÁNCHEZ, AJ, MARTÍNEZ LÓPEZ, E. J, CACHÓN ZAGALAZ, J, LARA DIÉGUEZ, S.Alteraciones de la Huella Plantaren Función de la Actividad Física. p. 33. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.pdf> Consultada el 26 de febrero de 2014

generación del pie cavo puede ser, por el tipo de deporte que se practica, esta alteración que muestran los atletas de este estudio es frecuente y a la vez coincide con lo encontrado por varios autores como (Sirgo y Aguado, 1991; Aydog *et al.*, 2005a y 2005b; Caín *et al.*, 2007), citados por Berdejo del Fresno *et. al.*, que apoyan la idea que "el deporte produce variedad de cambios en el tipo de pie y que a la vez son de manera homogénea"<sup>12</sup>.

De lo anterior se puede constatar que aquellas personas que practican este deporte en su gran mayoría padecen una alteración de tipo postural, por causa de las superficies, modalidades del deporte, calzado utilizado para la práctica y otra serie de factores relacionadas con los movimientos repetitivos que realizan los miembros inferiores durante el desplazamiento, específicamente la carrera, donde la postura del pie es la más afectada.

Entre las alteraciones posturales comunes se encuentra el pie cavo y pie plano, al respecto Muñoz dice que "el pie cavo consiste en el aumento anormal de la altura de la bóveda plantar en el medio pie por flexión acentuada de los metatarsianos y el pie plano es cuando la bóveda plantar es demasiado baja o está desaparecida, creando un área de máximo contacto de la planta del pie con el suelo"<sup>13</sup>.

### **1.3 LOCOMOCIÓN EN LA MARCHA Y CARRERA ATLÉTICA**

Dorón, define la locomoción como "el conjunto de movimientos mediante los cuales un organismo se desplaza de un lugar hacia otro; la locomoción es un proceso rítmico estereotipado específico (marcha salto, reptación, vuelo, natación)

---

<sup>12</sup>Ibid., p.33

<sup>13</sup>MUÑOZ, Jesús. Deformidades del Pie. Madrid España. 2006. pp. 255-256 Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?f=10&pident\\_articulo=80000202&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=51&ty=75&accion=L&origen=apccontinuada&web=www.apcontinuada.com&lan=es&fichero=v4n4a202pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?f=10&pident_articulo=80000202&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=51&ty=75&accion=L&origen=apccontinuada&web=www.apcontinuada.com&lan=es&fichero=v4n4a202pdf001.pdf) Consultada el 26 de febrero de 2014

cuyo carácter vital es manifiesto en la forma de los apéndices locomotores, y a menudo en la forma del cuerpo entero en los animales acuáticos y aéreos”<sup>14</sup>.

Campos Granell, José *et al*<sup>15</sup>, plantean que la marcha es una progresión efectuada paso a paso, de tal manera que el contacto con el suelo se mantenga sin interrupción.

A) Durante el periodo de cada paso, el pie del marchador que avanza tiene que tomar contacto con el suelo antes de que el pie atrasado haya despegado del mismo.

B) La pierna de apoyo tiene que estar recta (es decir, no doblada por la rodilla), por lo menos un momento, cuando se halle en la posición vertical.

Mazzeo, Emilio *et. al.* “La carrera atlética se define como una sucesión de apoyos en los pies sobre el suelo, intercalando entre cada apoyo, una fase de suspensión en el aire. En la carrera solo existen los apoyos simples y hay entre cada apoyo una pérdida de contacto con el suelo”<sup>16</sup>.

La carrera atlética como una modalidad del atletismo tiene diferentes técnicas en cuanto a su movimiento cinemático, en el cual se destacó la fase de vuelo, pero a la vez son pocas las investigaciones que se han realizado específicamente en la fase de apoyo, utilizando como base la huella plantar, esta ausencia de

---

<sup>14</sup>DORÓN, Roland, PAROT, Françoise. Diccionario Akal de Psicología. Madrid, 2004. p. 344. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=UKWPwux2JtYC&pg=PA344&dq=locomocion+en+la+marcha+definicion&hl=es&sa=X&ei=SU03UeLfc4TI9QTg0YDgBA&ved=0CFwQ6AEwCA#v=onepage&q=locomocion%20en%20la%20marcha%20definicion&f=false>. Consultado el 7 de marzo de 2013

<sup>15</sup> CAMPOS Granell, José, GALLACHLAZCORRETA, José Enrique. Técnicas De Atletismo. Manual Práctico De Enseñanza. Barcelona. 2004. p. 132. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=qHO3gQboGoC&pg=PA132&dq=definicion+de+marcha&hl=es&sa=X&ei=OVI3UavTD5Hi9gTozID4DQ&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=definicion%20de%20marcha&f=false>. Consultado el 7 de marzo de 2013

<sup>16</sup>MAZZEO, Emilio, MAZZEO, Edgardo. Atletismo para todos. Carrera, saltos y lanzamientos. Buenos Aires. 2008. p.55. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=ZmRBXOzb5nAC&pg=PA7&dq=atletismo+carrera&hl=en&sa=X&ei=K43UbuRGIfV0gGoHgDw&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=atletismo%20carrera&f=false> Consultado el 7 de marzo de 2013

investigaciones no ocurre solamente en la modalidad de carrera sino también en otras modalidades como la marcha atlética en la cual indagando en diferentes investigaciones, hay ausencia en la profundización en la cinemática de los miembros inferiores en especial en el pie en la fase de apoyo utilizando la huella plantar.

Por otro lado Roa<sup>17</sup>, hace búsqueda de investigaciones semejantes pero obtiene pocos resultados relacionados con el análisis de la marcha atlética, algunos son expuestos por la comunidad estadounidense, en los 80 y 90 donde se observó al igual que en este estudio el comportamiento de los ángulos de movimiento en miembros inferiores a través de herramientas cinematográficas y plataformas de fuerza, concluyendo aspectos generales sobre la técnica y no elementos tan específico como los movimientos articulares en cada instante del ciclo del movimiento.

El investigador en la búsqueda de datos que puedan contribuir al estudio de la marcha atlética encontró vacíos y se dio cuenta que solo la comunidad norteamericana propuso algunos estudios acerca de este tema, donde realizaron algunos análisis acerca de los ángulos de movimiento en los cuales estos no sobrepasaban los del individuo y solo se buscó el desarrollo de la técnica utilizando algunas herramientas tecnológicas.

Gómez plantea que:

La marcha atlética es una forma de locomoción con unas características biomecánicas peculiares. En la carrera el objetivo es desplazar el cuerpo a la mayor velocidad posible, mientras que en el reglamento de la marcha se impone unas restricciones que limitan el desplazamiento, Estas limitaciones junto a la búsqueda de velocidad hacen que el patrón de marcha visto externamente parezca incomodo, forzado y antinatural.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> ROA LÓPEZ, Indira y REYES Rocio. Caracterización de la técnica deportiva de la marcha atlética a través de un sistema de análisis 3 ed. Bogotá, 2009. p. 65. Disponible en: <http://www.redalyc.org/redalyc/pdf/304/30401206.pdf> Consultado el 14 de septiembre de 2012

<sup>18</sup> GÓMEZ SALAZAR, Lessby et al Características de la huella plantar en deportistas colombianos. Cali, 2008 p. 158. Disponible en:



En la disciplina deportiva del atletismo la modalidad de la marcha atlética es una forma de locomoción con diferencias marcadas con respecto a otras como por ejemplo; una de las diferencias que se pudo apreciar en el caso de la carrera en relación a la marcha es que en la primera lo primordial es conseguir que el cuerpo se desplace lo más rápido posible sin limitación alguna, mientras que en la segunda ocurre lo contrario donde al atleta se le limitan los movimientos debido una regla básica de esta modalidad que se caracteriza por tener uno de los dos pies siempre en contacto con el suelo durante el desplazamiento.

## 2. ÁREA PROBLÉMICA

Es bien sabido que el deporte de competencia requiere de demandas importantes del organismo y en algunas situaciones modificaciones orgánicas y estructurales por la utilización de técnicas específicas para cada deporte, es así como la repetición de una técnica puede modificar la biomecánica del ser humano, hecho que ha sido estudiado por Pérez<sup>19</sup>, donde muestran los cambios posturales en deportistas de tenis de mesa y gimnasia, con cambio en la hipermovilidad rotuliana que puede conllevar a luxaciones mediales de la rótula; otros estudios realizados por Piloni, S; Silva, J.G.F.B.; Dopico, X., plantean “como una correcta postura concerniente a cada articulación, depende de un apropiado equilibrio de las tensiones musculares, tendinosas y ligamentosas”<sup>20</sup>.

En anteriores investigaciones no se evidenció un estudio que relacione el análisis biomecánico con el tipo de alteraciones del pie, específicamente en la fase de apoyo en atletas y su incidencia en las posibles lesiones que puedan experimentar en la realización de dicho movimiento.

Es bien sabido que una inadecuada técnica deportiva puede llegar a generar problemas de índole osteo-artro-muscular que incidan en el rendimiento deportivo, es así como Díaz, mencionan que “la medida de la presión plantar es fundamental para conocer la distribución de las fuerzas en la planta del pie, estos valores son importantes para el diagnóstico y tratamiento de diferentes patologías”<sup>21</sup>, planteamiento que soporta la forma en que incide el tipo de pie sobre la biomecánica de la carrera en atletas.

---

<sup>19</sup>PÉREZ, Simone y Col. Evaluación bidimensional. Postura de deportistas de alto rendimiento. Brasil. 2007. pp. 247-250

<sup>20</sup>PILONI, S.; SILVA, J.G.F.B.; DOPICO, X. Allonge muscular descompensado y posición. Fitness & Performance Journal. Rio de Janeiro. 2006. pp. 344-347

<sup>21</sup>DÍAZ, Cristian Andrés y Col. Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes Fase I. Medellín. 2006. pp. 43-55

### **3. PREGUNTA PROBLEMA**

¿Cuáles son las características biomecánicas de la articulación del tobillo en la fase de apoyo durante carrera y las alteraciones posturales en atletas de la Liga Caucana de Atletismo en la modalidad semifondo distancia 1500 metros?

#### 4. ANTECEDENTES

En una investigación de tipo cuantitativo realizada por Ortega<sup>22</sup>, en el año 1992 en España titulada; Medicina del Ejercicio Físico y el Deporte para la atención a la Salud, se encontró lesiones dentro del atletismo a nivel de miembros inferiores durante pruebas de larga duración o carreras largas.

En España en el año 2001, Suros Batllo Antonio y Suros Batllo Juan<sup>23</sup>, clasificaron el atletismo en dos tipos, uno el atletismo ligero y el otro el atletismo pesado, para este estudio interesa el primero donde las lesiones más frecuentes son producidas por micro traumas y por exceso de entrenamiento, cuando no se toman las medidas oportunas para evitar la sobrecarga. Con respecto a esta investigación sobresalieron las carreras de fondo en específico el llamado “pie de marcha” con fuertes dolores y edemas del dorso del pie. Las alteraciones más comunes fueron el halluxvalgus, aplanamiento del pie y tendosinovitis aquilea.

En el ámbito nacional Franco<sup>24</sup>, realizó una investigación con un grupo de ciento treinta y cinco deportistas en el año 2010 denominada: Características de la Huella Plantar en Deportistas Colombianos, donde la gran mayoría poseían una alteración postural a nivel del pie generada por el entrenamiento del deporte que practicaban o por una incidencia del entretenimiento sobre aquella alteración ya existente.

Realizando la búsqueda para conocer investigaciones sobre el tema en cuestión fue poco lo que se encontró, se habla acerca de lesiones o clases de pie. En anteriores investigaciones no se evidenciaron estudios que relaciona el análisis

---

<sup>22</sup> ORTEGA SÁNCHEZ, Ricardo .Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud. Madrid, 1992. p.495

<sup>23</sup> SURÓSBATLLÓ, Antonio YSURÓSBATLLÓ, Juan. Semiología médica y técnica exploratoria. Barcelona.2001. p.8

<sup>24</sup> FRANCO A, Op. Cit. p. 162.

biomecánico de la articulación del tobillo en la fase de apoyo con el tipo de alteraciones posturales en atletas corredores de la modalidad semifondo 1500 metros de la liga caucana de atletismo, y su incidencia en las posibles lesiones que puedan experimentar en la realización de dicho movimiento.

A nivel local en una investigación realizada por Ruano Hoyos, Camilo y Macías Catuche, Ricardo<sup>25</sup> en el 2011; denominado “Biomecánica de la articulación del tobillo en la acción del gesto técnico del remate, en deportistas de la selección masculina de fútbol-sala, de la Universidad del Cauca, de la ciudad de Popayán en el año 2011” que consistió en caracterizar e identificar en la articulación del tobillo, los ángulos de movilidad articular y posibles factores biomecánicos que puedan predisponer a la aparición de una lesión, en la acción del gesto técnico del remate en deportistas de la selección masculina de fútbol sala, de la Universidad del Cauca. Donde se encontró que la mayoría de problemas que afectan la articulación del tobillo en los jugadores de fútbol-sala son ocasionadas por los constantes repeticiones durante la ejecución del gesto de remate y se determinó al respecto de los arcos de movilidad articular que estos son similares entre los deportistas evaluados debido a que la ejecución del gesto se realiza con el balón detenido y no hay otras fuerzas externas que modifiquen la postura y por ende los grados de movilidad en la articulación estudiada.

En otra investigación realizada por Ramírez González, Janeth y Mildred Yasno Quilindo, Edna<sup>26</sup> denominada “Diagnóstico de las alteraciones postural es más frecuentes de los miembros inferiores en niños entre 8 y 10 años de edad de la escuela de futbol “el Diamante” del municipio de Popayán, en el año 2002”, la cual

---

<sup>25</sup> RUANO HOYOS, Camilo, MACIASCATUCHE, Ricardo. Biomecánica de la Articulación del Tobillo en la acción del gesto técnico del remate, en deportistas de la selección masculina de futbol-sala, de la Universidad del Cauca de la ciudad de Popayán, en el año 2010. Popayán, 2011, p.71

<sup>26</sup>RAMÍREZ GONZALES, Janeth, YASNO QUILINDO, Edna. diagnóstico de las alteraciones posturales más frecuentes de los miembros inferiores, en niños entre 8 y 10 años de edad de la escuela de futbol “El Diamante” del municipio de Popayán. Popayán 2002, p.80

se basó en determinar las alteraciones posturales más frecuentes, y clasificar las encontradas en miembros inferiores, se encontró que las alteraciones posturales más frecuentes en niños de 8 y 10 años fueron a nivel de rodilla y pie, además de retracciones musculares paravertebrales que conllevan a tracciones en otros segmentos corporales.

## **5. CONTEXTO ATLETISMO**

En la Revista Olímpica Colombiana la participación de atletas locales en los Juegos Olímpicos realizados, se encontraron; 32 atletas, 20 mujeres y 11 hombres de las distintas ligas entre las que sobresalen Risaralda, Antioquia, Atlántico, Bogotá, Valle, Cundinamarca, y una participante Dalenis Obregón de la Liga Cauca. 31 Atletas que participaron en las distintas modalidades como 100 metros vallas, relevos 4 x 100, 100 metros planos, 100 metros vallas, 200 metros planos, 400 metros planos, 400 metros vallas, 3000 metros planos, 800 metros planos, 3000 metros obstáculos, impulsión de bala, lanzamiento de martillo, lanzamiento de jabalina, salto triple, maratón, marcha atlética 20 kilómetros, 110 metros vallas, marcha atlética 50 kilómetros y salto alto.

A nivel local existe la Liga Cauca de Atletismo, que fue creada en 1996 con el ánimo de organizar el atletismo caucano y aprovechar el talento del departamento del Cauca; en la actualidad la Liga cuenta con más de 200 atletas y su sede principal se encuentra en Santander de Quilichao en la calle 9ª número 11-83 barrio el Centenario, él número de clubes afiliados actualmente es de 12 y su presidente es el señor Marino Alberto Mera.

### **5.1 ESCENARIO SOCIOCULTURAL**

Los atletas con los cuales se desarrolló la investigación fue de cinco, pertenecientes a la modalidad semifondo distancia 1.500 metros, cuyas edades oscilan entre los 18 y 23 años, los cuales habitan en la ciudad de Popayán, la infraestructura en la que se llevan a cabo los entrenamientos y sus concentración es el Centro Deportivo Universitario Tulcán, que se caracteriza por estar rodeada de instituciones educativas y de salud, además de pertenecer a la Universidad del Cauca.

## 6. JUSTIFICACIÓN

El atletismo reúne una serie de personas en el ámbito recreativo y competitivo, a nivel mundial, nacional y local debido a esto se ha creado diferentes organizaciones las cuales reglamentan otras especialidades, que están agrupadas principalmente por la Federación Internacional de Atletismo, la Federación Colombiana, y por la Liga local, todo esto en relación al ámbito competitivo. Es por esta razón que los entrenadores siempre buscan mejorar el rendimiento deportivo de los atletas; por medio de los diferentes métodos de entrenamiento. Pero la verdad es que no se había profundizado en el tema debido a que en anteriores investigaciones no se evidenció un estudio que muestre las características biomecánicas de la articulación del tobillo en la fase de apoyo y las alteraciones posturales más frecuentes en atletas corredores de la modalidad semifondo 1.500 metros de la Liga Caucana de Atletismo, y su incidencia en las posibles lesiones que puedan experimentar con relación a dicho movimiento. De tal forma este análisis sirvió para caracterizar antropométricamente esta población en particular del departamento del Cauca, lo cual queda como un aporte científico para el atletismo de la región y la Universidad del Cauca.

Por lo anterior fue pertinente la realización de este estudio en el sentido que en la liga caucana de atletismo no se había realizado este tipo de análisis, por lo tanto fue oportuno para describir los aspectos mencionados en el párrafo anterior en dichos atletas. Lo cual podrá servir de insumo para pensar los procesos de entrenamiento.

La realización de esta investigación fue factible gracias a que la población residía en la ciudad, realizaba sus entrenamientos en las instalaciones de la universidad y llevaba más de un año practicando esta modalidad deportiva. El fácil acceso a los



instrumentos localizados en el área de valoración también contribuyó a la completa realización de este estudio.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las características biomecánicas de la articulación del tobillo en la fase de apoyo durante carrera y las alteraciones posturales en atletas de la Liga Caucana de Atletismo en la modalidad semi fondo distancia 1500 metros.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las alteraciones posturales de atletas corredores en la modalidad de semifondo distancia 1500 metros.
- Identificar las alteraciones osteomusculares del pie en atletas corredores en la modalidad de semifondo distancia 1500 metros.
- Establecer y analizar los rangos de movimiento que se manifiestan durante el gesto deportivo de la carrera (fase de apoyo durante la carrera en la articulación del tobillo)
- Describir los factores de riesgo asociados a alteraciones osteomusculares en miembros inferiores en los atletas de la Liga Caucana.

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1 TIPO DE ESTUDIO

Este estudio se enmarcó dentro de los parámetros de la investigación cuantitativa, porque se pretendió medir los aspectos biomecánicos de una población.

### 8.2 HIPÓTESIS

La modalidad semifondo distancia 1500 metros genera en los atletas durante el gesto deportivo alteraciones en la articulación del tobillo, que pudieran provocar pie cavo y desajustes posturales, pero que no contribuyeron para factores de riesgo a lesiones deportivas.

### 8.3 VARIABLES

- Los movimientos del tobillo, vista lateral, vista anterior, fueron expresados en grados y encontrados a través del software KINOVEA.
- La postura observada desde la vista lateral, frontal y anterior, expresadas en tipos de alteraciones posturales y encontradas a través del software APIC.
- Índice de masa corporal, expresado en kilogramos sobre metros al cuadrado y encontrados a través de la fórmula matemática:  
$$\text{IMC} = \text{Masa} / \text{Estatura}^2$$
- Tipo de pie analizando la huella plantar, valores expresados en porcentaje y clasificados en un plantograma.

- El peso expresado en kilogramos y hallado a través de una báscula electrónica.
- La talla expresada en metros y encontrada por medio de un tallímetro.

#### **8.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

La técnica de recolección de datos manejada en este estudio fue la observación basada en un registro video gráfico, fotográfico y de la huella plantar. Se realizaron dos grabaciones de un minuto a cada atleta evaluado en vista lateral y anterior, durante la carrera en la articulación del tobillo sobre una caminadora; Posteriormente, la técnica de análisis de estos registros se realizó a través del software KINOVEA, el cual es un programa de edición de videos diseñado para analizar las imágenes y videos deportivos con el fin de estudiar fallas y mejorar la técnica. Este software se puede utilizar para el análisis de cualquier deporte; como por ejemplo: estudiar la trayectoria de una pelota, el movimiento de un brazo de un bateador, la colocación errónea de un pie que dio origen a una lesión entre otras funcionalidades.

Se realizó un registro fotográfico de la postura estática en vista posterior, anterior, lateral derecha y lateral izquierda; donde la técnica de análisis de estos registros se realizó a través del software APIC, el cual es un sistema de análisis postural basado en la demarcación previa de puntos anatómicos básicos de un sujeto por analizar, para luego tomar fotografías que sirvan de base para posteriormente analizarlas mediante un sistema que utiliza la captura de coordenadas cartesianas con ayuda de herramientas como la hoja de cálculo del software Excel y los comandos básicos de Visual Basic.

Se registró la huella plantar sobre un papel fax, posteriormente se analizó los resultados a través del plantograma. Método de Hernández Corvo citado por Mederos Regalado, consiste en: “Tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar. Presenta una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie, que va desde el pie plano hasta el pie cavo extremo”<sup>27</sup>, además de ser una técnica fácil de aplicar y asequible para cualquier persona.

Una vez obtenidos todos estos datos fueron sistemáticamente ordenados y procesados estadísticamente por medio del software SPSS. El cual es un sistema global para el análisis de datos. SPSS Statistics puede adquirir datos de casi cualquier tipo de archivo y utilizarlos para generar informes tabulares, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos.

Por último se interpretaron los resultados obtenidos. Se realizó la respectiva discusión y conclusión.

---

<sup>27</sup>MEDEROS REGALADO, María, LORENSES DE JESUS, Marlene, MANSURRODEZ, Silvia del Carmen. Incidencia de diversos factores en los resultados con tiro con arco de atletas juveniles. Buenos Aires. 2010 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd142/factores-en-los-resultados-de-tiro-con-arco.htm> Consultado el 7 de abril de 2014

## **9. POBLACIÓN**

La Liga Caucana cuenta actualmente con más de doscientos atletas en las diferentes categorías, en semifondo un poco más de sesenta atletas, cinco es el número de atletas para el presente estudio, los cuales pertenecen a la modalidad semifondo distancia 1.500 metros, una mujer y cuatro hombres, cuyas edades oscilan entre los 18 y 23 años.

## 10. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para Hernández, Roberto<sup>28</sup>, esta investigación es no experimental, dado que este tipo de trabajo se caracterizó por ser sistemático y empírico, en la que las variables independientes no se manipularon porque ya sucedieron. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa y dichas relaciones se observan tal y como se han dado en su contexto natural.

El tipo de diseño de investigación es no experimental, es transeccional o transversal, dado que se recolectaron los datos, en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables en un momento dado.<sup>29</sup>

Para Hueso, Andrés<sup>30</sup>, la metodología de investigación es cuantitativa por que se basó en el uso de técnicas estadísticas para reconocer ciertos aspectos de interés sobre la población que se estudió.

---

<sup>28</sup> HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, Metodología de la investigación. Cuarta ed. 1991. pp.118-120

<sup>29</sup>Ibid., pp.118-20

<sup>30</sup> HUESO, Andrés y CASCANT, Josep. Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. Valencia (España).2012. Disponible en: [http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n\\_6060.pdf?sequence=3](http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n_6060.pdf?sequence=3) Consultado el 8 de abril de 2014.

## **11. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pertenecer a la Liga Caucana de Atletismo como mínimo un año
- No presentar durante el trabajo ninguna lesión del sistema nervioso y osteomuscular.
- Asistir las evaluaciones previstas para el trabajo de investigación.
- Ser mayores de 18 años.
- Firmar el consentimiento informado



## **12. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Para menores de edad el consentimiento informado va firmado por los padres.

### **13. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Se tuvo en cuenta lo dispuesto en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Protección Social de Colombia para investigación con seres humanos donde se estable que en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar.

La investigación que se realice en seres humanos se deberá desarrollar conforme a los siguientes criterios:

Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen y deberá prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos (mínimos).

En la elaboración de este estudio, se tomó como consideración el siguiente punto de la declaración de Helsinki.

En las investigaciones en seres humanos, el interés de la ciencia y de la sociedad jamás deberá prevalecer por encima de las consideraciones relacionadas con el bienestar del sujeto.

El consentimiento informado se asimila al protocolo de Helsinki en los principios fundamentales en el punto que dice: En todo trabajo de investigación sobre seres humanos, se informará debidamente al posible sujeto de los objetivos, los métodos, las ventajas previstas y los posibles riesgos inherentes al estudio, así como de las incomodidades que éste puede acarrear, habrá de informarse al sujeto de que, si no lo desea, puede abstenerse de participar en el estudio y de que es libre de retirar su consentimiento de participación en cualquier momento. El

médico deberá obtener, a ser posible por escrito, el consentimiento del sujeto, que éste podrá otorgar o negar libremente una vez debidamente informado.

## 14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A partir de las evaluaciones previas, se dio a conocer el análisis de la información obtenida a través de cruces bivariados, univariados y análisis de dispersión de los resultados de los cinco deportistas pertenecientes a la liga caucana de atletismo categoría semifondo 1500 metros de la ciudad de Popayán.

### 14.1 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS

La edad que la población de atletas categoría semifondo presenta en promedio es de 21 años con una desviación tipificada de 2 (dispersión de datos baja) catalogándolos entre el rango de adultos jóvenes, con peso promedio de 60,02 Kg con una desviación tipificada de 3.97 (dispersión de datos baja), una talla de 1.68 mt con una desviación tipificada de 0.07 (dispersión de datos baja). Un Índice de Masa Corporal (IMC) de 11.13Kg/M<sup>2</sup> (Véase Tabla 1)

**Tabla 1. Características Socio-Demográficas**

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Tip.</b>
<b>Edad</b>	5	18	23	21.00	2.000
<b>Peso</b>	5	54	64	60.02	3.979
<b>Talla</b>	5	1,60	1,80	1.6860	0,07403
<b>IMC</b>	5	2,56	19.7	11.13	

Fuente propia

## **15. ANÁLISIS DE LA POSTURA**

Para el siguiente análisis se presentaran los datos obtenidos sobre las alteraciones posturales en las vistas frontal, lateral y posterior más sobresalientes de los deportistas de la liga caucana de atletismo categoría semifondo 1.500m analizados utilizando el método de observación por medio del software APIC.

### **15.1 VISTA FRONTAL**

En los resultados obtenidos para la vista frontal se encontró que 3 de los deportistas tienen su cabeza centrada (60%) y 2 con inclinación hacia la derecha (40%). Del mismo modo en la diferencia de altura de los hombros 3 deportistas tienen el hombro derecho alto (60%) y los 2 restantes muestran el hombro izquierdo alto (40%).

Para el ángulo del tronco, 4 deportistas lo tienen centrado (80%) y el deportista restante inclinado hacia la derecha (20%). En la diferencia de altura de las caderas, se encontró que en los 5 deportistas 2 tienen la izquierda alta (40%), 2 derechas alta (40%), y el deportista restante las tiene niveladas (20%). Con respecto a la rótula derecha se manifiesta rotación interna en 3 deportistas (60%), en los dos deportistas restantes, uno manifiesta rotación externa (20%) y el otro centrada (20%). Rotula izquierda, se encontró que uno de ellos la tiene centrada (20%), mientras que los 4 restantes tienen en rotación externa (80%).

**Tabla 2. Vista Frontal**

<b>Atletas</b>	<b>Cabeza : Angulo</b>	<b>Hombros diferencia de altura</b>	<b>Tronco ángulo</b>	<b>Caderas diferencia de altura</b>	<b>Rotula derecha</b>	<b>Rotula izquierda</b>
1	Inclinación derecha	Derecha Alta	Centrado	Derecha Alta	Centrado	Rotación externa
2	Inclinación derecha	Izquierda Alta	Inclinación derecha	Niveladas	Rotación externa	Rotación externa
3	Centrada	Izquierda Alta	Centrado	Derecha Alta	Rotación interna	Rotación externa
4	Centrada	Derecha Alta	Centrado	Izquierda Alta	Rotación interna	Rotación externa
5	Centrada	Derecha Alta	Centrado	Izquierda Alta	Rotación interna	Centrado

Fuente propia

## **15.2 VISTA LATERAL DERECHA**

En la Tabla 3 las alteraciones posturales más pronunciadas son las ubicadas a nivel de la lordosis cervical, representada en 4 deportistas quienes presentaron un aplanamiento cervical (80%), mientras que en el deportista restante presenta una completa normalidad (20%). Con respecto a la cifosis de la columna dorsal, 4 de los deportistas tienen normalidad (80%), a diferencia del deportista restante en el cual se presenta aumentada (20%) o la patología denominada hipercifosis. Finalmente en los 5 deportistas evaluados la lordosis lumbar es normal (100%). (Ver Tabla 3)

**Tabla 3. Vista lateral derecha**

<b>Atletas</b>	<b>V. L .D Lordosis Cervical</b>	<b>V.L.D Cifosis</b>	<b>V.L.D Lordosis Lumbar</b>
1	aplanado	normal	normal
2	normal	normal	normal
3	aplanado	normal	normal
4	aplanado	normal	normal
5	aplanado	aumentada	normal

Fuente propia

**15.3 VISTA POSTERIOR**

En cuanto a la cadera izquierda y el hombro izquierdo, en cada atleta se encontró que la izquierda está alta (100%). Con respecto al ángulo costo abdominal codo, sobresale que de los 5 atletas, 2 lo tienen hacia derecha (40%), 2 hacia izquierda (40%) y 1 los tiene iguales (20%). Para los tobillos de los atletas, el derecho está en varo (100%), mientras que en el izquierdo, 1 de ellos lo tiene centrado (20%) y los 4 restantes lo tienen en valgo (80%). (Ver Tabla 4)

**Tabla 4. Vista posterior**

<b>Atletas</b>	<b>Hombros dif de altura</b>	<b>Cadera dif de altura</b>	<b>Angulo costo abdominal</b>	<b>Tobillo derecho</b>	<b>Tobillo izquierdo</b>
1	izquierda alta	izquierda alta	derecha	varo	Valgo
2	izquierda alta	izquierda alta	iguales	varo	Varo
3	izquierda alta	izquierda alta	derecha	varo	Valgo
4	izquierda alta	izquierda alta	izquierda	varo	Valgo
5	izquierda alta	izquierda alta	izquierda	varo	Centrado

Fuente propia

**15.3.1 Vista posterior columna vertebral.** En vista posterior se encontró que en los 5 atletas evaluados de la liga caucana de atletismo, la desviación para puntos centrales, en desviación 7 cervical los 5 tienen desviación derecha (100%), en cuanto a desviación de 10 dorsal, 4 de ellos tienen desviación derecha (80%) y 1 desviación izquierda (20%)

**Tabla 5. Columna Vertebral**

<b>D.P Nombre</b>	<b>V.P Desviación 7 cervical</b>	<b>V.P Desviación 10 dorsal</b>
1	Desviación-derecha	Desviación-derecha
2	Desviación-derecha	Desviación-derecha
3	Desviación-derecha	Desviación-derecha
4	Desviación-derecha	Desviación-izquierda
5	Desviación-derecha	Desviación-derecha

Fuente propia

## **15.4 TIPO DE PIE**

A continuación los resultados encontrados a través del Plantograma el cual es un instrumento que permitió identificar a través de la huella plantar las alteraciones posturales en el pie.

**15.4.1 Resultados pie izquierdo.** Muestra la frecuencia en el tipo de pie izquierdo para cada uno de los atletas, en la cual dos tienen pie cavo normal (40%), uno pie cavo (20%), uno cavo fuerte(20 %) y uno pie plano normal (20 %) (Ver Tabla 6).



**Tabla 6. Pie Izquierdo**

<b>Tipo de pie izquierdo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>%Válido</b>	<b>% Acumulado</b>
Cavo normal	2	40	40	40
Cavo	1	20	20	60
Cavo fuerte	1	20	20	80
Plano normal	1	20	20	100

Fuente propia

**15.4.2 Resultados pie derecho.** La Tabla 7 muestra la frecuencia en el tipo de pie derecho para cada uno de los atletas, en la cual 2 tienen pie normal (40%), 3 pie cavo (60%).

**Tabla 7. Pie Derecho**

<b>Tipo pie derecho</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>% Válido</b>	<b>% Acumulado</b>
Normal	2	40	40	40
Cavo	3	60	60	100

Fuente propia

## **16. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO**

Se realizó mediante la medición de ángulos de la articulación del tobillo durante la carrera en los deportistas de la liga caucana de atletismo categoría semifondo 1.500 metros con la ayuda del software Kinovea sobre una caminadora.

Análisis de los Ángulos de Movimiento Articular (AMA) de la articulación tibio talar evaluada desde vista lateral (Ver Tabla 8). El proceso que se llevó a cabo se basó en detectar las anomalías articulares de tobillo durante la carrera en la vista lateral y posterior durante las fases de apoyo y balanceo.

### **16.1 FASE DE APOYO. VISTA LATERAL**

Tomando como punto de partida la posición neutra de tobillo la cual corresponde a  $90^\circ$ , se encontró que la media con respecto al ángulo de movimiento en el choque de talón correspondió a  $92^\circ$  con una desviación tipificada de 5 (dispersión de datos alta), lo que indica que los deportistas inician la fase de apoyo están realizando dorsiflexión. Con respecto al apoyo plantar se encontró un promedio de movimiento de  $76^\circ$  con una desviación tipificada de 8 (dispersión de datos alta), indicando que en esta fase se realiza plantiflexión. En el despegue de dedos el promedio fue de  $91^\circ$  con una desviación tipificada de 10 (dispersión de datos alta), indicando que en esta fase los deportistas vuelven a realizar dorsiflexión. Posteriormente durante el despegue de dedos final el promedio fue de  $116.2^\circ$  con una desviación tipificada de 34 (dispersión de datos alta), lo que evidencia que terminan la fase de apoyo con dorsiflexión. (Ver Tabla 8)

## 16.2 FASE DE BALANCEO VISTA LATERAL

En la fase de balanceo inicial el promedio fue de 112° con una desviación tipificada de 8.1 (dispersión de datos alta), En la fase de balanceo medio el promedio fue de 85.2° con una desviación tipificada de 3.4 (dispersión de datos baja), durante la fase de balanceo final se encontró un promedio de 99° con una desviación tipificada de 8 (dispersión de datos alta). Lo anterior deja en evidencia que iniciando y terminando la fase de balanceo los deportistas realizan dorsiflexión, mientras que en la fase de balanceo medio están realizando plantiflexión. (Ver Tabla 8)

**Tabla 8. Vista lateral ángulos de movimiento**

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Típ.</b>
Choque talón	5	84	98	92,00	5,,148
Apoyo plantar	5	69	90	76,40	7,987
Despegue dedos inicial	5	81	104	91,00	9,823
Despegue dedos final	5	93	176	116,20	33,863
Balanceo inicial	5	101	122	112,40	8,142
Balanceo medio	5	79	87	85,20	3,493
Balanceo final	5	92	110	99,00	8,031

Fuente propia

Análisis de los Ángulos de Movilidad Articular (AMA) de la articulación subtalar evaluada desde vista posterior (Ver Tabla 9). El software KINOVEA toma los diferentes ángulos durante las diferentes fases donde los mide en grados partiendo de 180° como el punto cero, donde se observa que si el ángulo es

mayor de 180° corresponde al movimiento de inversión y si es menor de 180 corresponde al movimiento de eversión en la articulación de tobillo.

### 16.3 FASE DE APOYO VISTA POSTERIOR

Durante la fase de choque de talón el promedio es de 172° con una desviación tipificada de 8.2 (dispersión de datos alta). Durante el apoyo plantar el promedio fue de 167° con una desviación tipificada de 9.6 (dispersión de datos alta). En la fase de despegue de dedos se presentó un promedio de 167° con una desviación tipificada 11.6 (dispersión de datos alta). Los deportistas en esta fase realizan eversión de tobillo (Ver Tabla 9)

### 16.4 FASE DE BALANCEO VISTA POSTERIOR

En la fase de balanceo inicial el promedio fue de 167° con una desviación tipificada 13.1 (dispersión de datos alta). Durante el balanceo medio se presentó un valor promedio de 167° con una desviación tipificada 16.9 (dispersión de datos alta). En la fase de balanceo final se presentó un promedio de 171° con una desviación tipificada de 27.2 (dispersión de datos alta). Lo que indica de acuerdo a las distintas fases que los deportistas están realizando eversión de tobillo (Ver Tabla 9)

**Tabla 9. Vista posterior ángulos de movimiento**

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Tipificada.</b>
Choque talón	5	163	181	172,20	8,228
Apoyo plantar	5	159	181	167,00	9,695
Despegue dedos	5	153	182	167,80	11,649
Balanceo inicial	5	150	185	167,60	13,107
Balanceo medio	5	150	188	167,60	16,920
Balanceo final	5	123	190	171,20	27,289

Fuente propia

## 17. DISCUSIÓN

El peso promedio de la población en estudio fue de 60.02 kg, y en comparación a lo encontrado por Sánchez Cristóbal *et. al.*<sup>31</sup>, donde los atletas españoles tenían un peso promedio de 62.7 kg. no existió una diferencia significativa, a pesar que la referencia se hizo con la categoría promesa y las 2 poblaciones son de diferentes regiones etnográficas, la causa fisiológica de esta similitud puede deberse a la modalidad deportiva que practican, dado que el tipo de entrenamiento causa en el cuerpo modificaciones estructurales como desarrollo de masa muscular entre otras, en su investigación Negrin, Ramón I, afirma que: "cuando se aplica una carga superior al nivel del organismo o a un conjunto de órganos, la síntesis proteica aumenta al nivel de las estructuras cuya actividad es solicitada, por lo tanto este aumento causado por el entrenamiento de esta categoría influye en el desarrollo de la masa muscular que se ve reflejado a su vez en el aumento del peso corporal"<sup>32</sup>, como lo muestra Varillas, Cesar, en el que: "el tipo de entrenamiento influirá en el volumen mitocondrial en las fibras tipo I y tipo II en las cuales el desarrollo será mayor en las tipo II en un entrenamiento aeróbico. Por lo que estas tienen un potencial de desarrollo mayor"<sup>33</sup>.

La talla promedio de la población en estudio fue de 1.68 m, colocándolos por debajo de lo expuesto por Sánchez <sup>34</sup>, donde evidencia en la categoría promesa una talla de 1.76 m, lo que puede significar que los atletas locales no estarían en condiciones de competir internacionalmente, dado que es un factor determinante para la zancada en el corredor de categoría semifondo, anatómicamente largas

---

<sup>31</sup>SANCHEZ, Cristóbal, RAQUENA, Bernardo, ZABALA Mikel. Determinación del perfil antropométrico de jóvenes corredores de medio fondo de élite. Buenos Aires (Argentina). 2003. Disponible en:<http://www.efdeportes.com/efd58/mediof.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014.

<sup>32</sup>NEGRIN PÉREZ, Ramón, SALT GÓMEZ, Marcia. Adaptación, entrenamiento deportivo y su relación con las ciencias biológicas, Buenos Aires (Argentina). 2004 Disponible en:<http://www.efdeportes.com/efd71/adap.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014

<sup>33</sup>VARILLAS MARÍN, Cesar Alberto. Los músculos y su adaptación al trabajo Buenos Aires (Argentina).2009 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd94/musc.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014

<sup>34</sup>SANCHEZ, Op. Cit. p. 1.

extremidades pueden influir en la amplitud de la zancada, pero no es determinante por sí sola, sino que necesita de otros factores, como se evidencia en un estudio realizado por Guzmán<sup>35</sup>, quien concluye después de realizar un análisis a dos corredores olímpicos de velocidad, que una zancada de amplia longitud también debe tener potencia, pero además una mayor frecuencia de pasos no significa un mayor rendimiento, por lo tanto si los atletas evaluados tienen potencia y una mayor frecuencia de pasos es posible que lleguen a ser competitivos, pero en realidad el atleta de semifondo podría rendir sin importar su talla dado que existe la posibilidad que como ocurre en las competencias de velocidad la estatura no sea un limitante, como lo menciona Rodríguez, et. al.<sup>36</sup> no existe limitación alguna de estatura en un velocista, porque los grandes especialistas de la velocidad en pista miden entre 1.65 m y 1.90 m.

La población en estudio presentó un índice de masa corporal (IMC) de 20.6 kg/m<sup>2</sup> ubicándolos en un rango promedio, al respecto se tomó como referencia a Sánchez, et. al.<sup>37</sup>, en el cual los atletas de la categoría promesa presentan un I.M.C de 20.26 kg/m<sup>2</sup> pero puede ser que el I.M.C no sea confiable para elegir a un atleta de semifondo, dado que como menciona Kweitel, S. “El IMC es una herramienta poco útil para determinar el peso adecuado de un deportista y postula que la principal limitación que esta presenta está basada en el supuesto de que todo el peso que exceda de los valores determinados por las tablas de talla-peso corresponderá a masa grasa”<sup>38</sup>. Siendo evidente que dicho sobrepeso puede corresponder al aumento de masa muscular y/o masa ósea.

---

<sup>35</sup> GUZMÁN COLON, Carlos Alfonso. Bolt vs Gay: velocidad, zancada y potencia en la carrera de los 100 metros Buenos Aires (Argentina).2013 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd182/bolt-vs-gay-en-la-carrera-de-100-metros.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014.

<sup>36</sup> RODRÍGUEZ ABREU, Manuel. Consideraciones teórico prácticas sobre los atletas de velocidad Buenos Aires (Argentina).2010 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd148/consideraciones-sobre-los-atletas-de-velocidad.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014.

<sup>37</sup> SÁNCHEZ, et al/ Op. Cit. p. 1.

<sup>38</sup> KWEITEL, S. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso de un deportista, Madrid (España). 2007 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222957001>. Consultado el 6 de enero de 2014

Por lo tanto, para futuros estudios, será necesario, realizar un examen para determinar el porcentaje de masa corporal que establezca si se trata de una población con características morfológicas apropiadas para la categoría dado que, Sánchez *et. al.*<sup>39</sup> Encontró que el peso, la talla y el componente mesomórfico fueron inferiores, a la vez que el porcentaje graso y los componentes endomórfico y ectomórfico fueron superiores. Por lo tanto en los atletas locales el IMC pudieron tener en mayor o menor proporción un volumen de masa ósea o muscular en comparación, al porcentaje de tejido adiposo.

En relación a la columna vertebral y los datos obtenidos en este estudio desde la vista posterior, se encontró que los atletas evaluados presentaron escoliosis en un 100%, donde existen desviaciones a nivel cervical y dorsal hacia el lado derecho, evidenciándose una escoliosis en forma de c. según García Soidán, “la escoliosis es una deformación de la columna vertebral del deportista, asociada con rotación, angulación, y lordosis que afecta aproximadamente a un 2-10% la población”<sup>40</sup>. De acuerdo a lo anterior es práctico mencionar que cierto porcentaje de deportistas en general han sido afectados por esta alteración.

Esto en relación a la práctica deportiva y por algunas técnicas de entrenamiento que resultan ser incidentes en esta alteración tal como lo reitera según García Soidán, “el sobreentrenamiento unilateral excesivo de ciertos deportes puede causar desviaciones de columna, sobre todo durante el periodo del entrenamiento puberal, donde las vértebras son frágiles, al tiempo que el sujeto ha perdido la flexibilidad que tenía en su infancia”<sup>41</sup>. De la misma forma Dorberssan, Leticia, *et. al.*<sup>42</sup>. Reitera lo anterior afirmando que por ejemplo; la actitud escoliótica, se debe

---

<sup>39</sup> SÁNCHEZ, Op Cit. p. 1.

<sup>40</sup> GARCÍA SOIDÁN, José Luis. Bases para la valoración de la postura estática y dinámica del deportista, España: Vigo, 2009. p.5

<sup>41</sup> *Ibid.*, p.6

<sup>42</sup> DOBERSSAN, Leticia, RODRÍGUEZ, Carolina. La postura corporal en el deporte simétrico y asimétrico, Buenos Aires (Argentina).2004 p. 56

al entrenamiento particularmente de aquellos deportes que exigen un marcado rendimiento unilateral. En esta categoría se encuentran los deportes de lanzamiento, el voleibol, el tenis y todos los que demanden la utilización del lado hábil para la ejecución de los gestos. No obstante los atletas que practican el atletismo son ajenos a esta afirmación, debido a que estos no realizan un entrenamiento unilateral, si no que por el contrario este deporte se caracteriza por un entrenamiento bilateral.

Con respecto al nivel muscular y en concordancia al trabajo de la fuerza pero también relacionado con la lateralidad, Dorberssan, et. al. afirma que, “Un desarrollo desigual de la fuerza de la musculatura de la espalda, hombros y columna lumbar puede en ocasiones conducir a una desviación de la columna en general”<sup>43</sup>. De tal forma dicha fuerza en un grupo muscular es debido a un funcionamiento erróneo de aquellos músculos implicados en el movimiento, donde ciertos músculos se contraen excesivamente aumentando su tonicidad y por tanto alterando la postura como lo afirma Rojas, Miriam, “la contracción excesiva de los músculos flexores desencadena a su vez, una inhibición en los extensores y éste insuficiente tono en los extensores antigravitatorios es, por regla general, la resultante de la mala postura”<sup>44</sup>.

De acuerdo a lo anterior mencionado donde estos autores hablan de la parte muscular y lo que interfiere para que se desencadene una alteración también encontramos otro postulado que apoya lo que sucede a nivel muscular Rojas, Miriam<sup>45</sup>, en un estudio realizado a niños de edad escolar y adolescentes. En la gran mayoría de los casos de alteraciones posturales, principalmente en niños en edad escolar y adolescentes se producen frecuentemente acortamientos o

---

<sup>43</sup> Ibid., p. 57

<sup>44</sup> ROJAS, PÉREZ, Miriam Josefina. Alteraciones posturales en niños de 7 a 14 años. Unidad de rehabilitación infantil del servicio de medicina física y rehabilitación “Dr. Carpio López” del Hospital Central Universitario “Dr. Antonio María Pineda”, Barquisimeto, 2010. p. 4-5

<sup>45</sup> Ibid., p. 4-5



elongaciones musculares y disminución de la fuerza muscular y la alteración postural se vuelve natural.

Los postulados anteriores dejaron claro que factores como la lateralidad, tónica muscular debido a la contracción repetida de los músculos agonistas y la fuerza que estos adquieren, quedan claros como interfieren en la parte muscular produciendo una alteración postural, pero de la misma manera no dejamos de lado aquellos músculos indirectos o antagonistas quienes también son afectados debido a que estos presentan efectos contrarios en su funcionamiento tales como disminución de la fuerza, elongaciones y/o retracciones, pero que de todas formas ayudan a la presencia de dicha alteración. Tales comportamientos de estos músculos son denominados por Janda *et. al.* Citada por Oscar Escobar<sup>46</sup>, como un fenómeno de desequilibrios musculares. Estos desequilibrios en muchas ocasiones son generados, como lo habíamos mencionado al comienzo, por la forma de entrenamiento muscular, indicando que una programación defectuosa o la ausencia de ella son por lo general las causas más frecuentes de desequilibrio entre los diferentes grupos musculares.

El hallazgo de esta alteración en este grupo de atletas evaluado nos muestra evidentemente que este grupo no se ha visto indiferente a estas alteraciones las cuales pudieron ser generadas por las razones expuestas anteriormente pero de alguna manera no necesariamente es preciso afirmar que fueron estas las únicas razones, sino que también pudieron ser generadas con anterioridad a la práctica deportiva, durante su gestación o por razones desconocidas como lo menciona Ulloa Jaramillo, Carlos, “en más del 85% su causa es desconocida, y son llamadas escoliosis idiopáticas, en un 25% se deben a defectos de la formación del raquis

---

<sup>46</sup> ESCOBAR MONTOYA, Oscar. Equilibrio Muscular “alteraciones y Compensaciones”. p.2. Disponible en: [http://www.felipeisidro.com/recursos/alteraciones\\_y%20compensaciones\\_Escobar.pdf](http://www.felipeisidro.com/recursos/alteraciones_y%20compensaciones_Escobar.pdf). Consultado el 6 de enero de 2014.

durante la vida embrionaria o bien acompaña otras enfermedades, como polio, parálisis cerebral, etc.”<sup>47</sup>

Por lo tanto la causa más probable para este desajuste postural en la columna vertebral de la población motivo de investigación, es que desde la base de sustentación la que es el pie, existe una irregularidad que afecta el equilibrio y por ende todo el cuerpo. Como lo evidencia Corrales Rosario<sup>48</sup>, en el cual es significativamente mayor el porcentaje de pie cavo con columna desviada, que pie normal con columna desviada.

Se evidenció que las caderas no están alineadas, esto puede ser un factor determinante para que los atletas no tengan una buena alineación postural como lo expone Kendall's *et. al.* (2000) citado por Rosero, *et. al.* “la posición de la pelvis es la clave del correcto alineamiento postural”<sup>49</sup>. Por tanto existe una desalineación postural, que a la vez puede ser causada por la falta de simetría en los miembros inferiores, como lo menciona Ramón citado por Rosero, *et. al.*<sup>50</sup>, donde afirma que la horizontalidad de la pelvis depende en gran medida de los miembros inferiores. Por consiguiente esta alteración postural puede ser causada por asimetrías en rodilla, tobillo o pie, como lo muestra Gerstner citado por Rosero, *et al*, en donde dice: “la diferencia de altura entre las dos espinas iliacas anterosuperiores puede provenir de una angulación en varo o en valgo del pie, o de una angulación anterior o lateral de las rodillas o, simplemente, de una diferencia de longitud de los miembros inferiores”<sup>51</sup>.

---

<sup>47</sup> ULLOA JARAMILLO, Carlos Alejandro. Alteraciones posturales, Valdivia. 2006 p.37

<sup>48</sup> CORRALES MARQUEZ, Rosario. Epidemiología de pie cavo en la población escolar de Málaga. Málaga - España, 1999. p.140 Disponible en: <http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/2641/16279505.pdf?sequence=1> Consultado el 7 de enero de 2014.

<sup>49</sup> ROSERO MARTÍNEZ, Ruth Vanessa, VERNAZA PINZÓN, Paola. Perfil postural en estudiantes de fisioterapia Chía (Colombia). 2010 p.76 Disponible en: <http://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/1607/2004/> Consultado el 8 de enero de 2014

<sup>50</sup> *Ibid.*, p. 26

<sup>51</sup> ROSERO, *et al* Op Cit. p. 76

Estas desalineaciones posturales de cadera, fisiológicamente pueden ser el resultado de que el cuerpo busca en bipedestación la forma de equilibrar el peso, como lo postula Rosero, *et. al.* "la mejor postura que debe adoptar un individuo es aquella que le posibilite mantener una posición erecta con mínimo de esfuerzo muscular permitiendo la realización de movimientos en contra de la gravedad"<sup>52</sup>.

En cuanto a la rótula derecha se encontró en mayor porcentaje la rotación interna, mientras que en la rótula izquierda se presenta en mayor porcentaje la rotación externa, en relación a esta alteración encontramos que la posible causa de la desalineación de acuerdo con la teoría podría ser la debilidad del músculo cuádriceps específicamente en el vasto lateral o el vasto medial, en este sentido Borowski, María, afirma que: "los músculos del cuádriceps ayudan a mantener la rótula en su posición cuando se mueve. Si estos músculos están débiles, no pueden mantener la rótula en la posición correcta"<sup>53</sup>. Por otro lado esta afirmación también es respaldada por Torres Cuauhtémoc *et. al.* Donde postula la teoría de que "el vasto medial es fisiológicamente la porción más débil del cuádriceps, y a su vez, el vasto lateral es más fuerte"<sup>54</sup>, son también datos que apoyan la lateralización de la patela y las consecuencias que se derivan de esta.

La parte muscular es indispensable cuando hablamos de la alineación de la rótula. Todo esto respecto al desarrollo que posee cada músculo sobre todo cuando se refiere al grupo que interviene en la alineación de la rótula, es fácil resaltar que dicho desarrollo en cuanto al tamaño y la fuerza, ocasionan una alteración en dicha alineación, tal desarrollo muscular y su incidencia en la desalineación es

---

<sup>52</sup> ROSERO, *et al* Op Cit. p. 76

<sup>53</sup> BOROWSKI, María. Síndrome De Dolor Patelofemoral. 2012. p.1

<sup>54</sup> TORRES VAZQUES, Cuauhtémoc, CORONAZO Z, Roberto, DIEZ G, Maria del Pilar, ESCOBAR C, Rosa Elena, CHÁVEZ A, Daniel, LEÓN H, Saúl R. Determinación del equilibrio muscular del cuádriceps en la osteo artrosis del compartimiento Patelofemoralp.18 Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/fisica/mf-2002/mf021c.pdf> Consultado el 7 de enero de 2014

mencionada por: J. Borrell Pedrosa y J. Puigdemívol Grifell<sup>55</sup>, como una hipertrofia o atrofia de aquellos músculos involucrados que intervienen en la alineación de la rótula. Estos dos autores nos evidencian claramente que una de las causas de la desalineación de la rótula es de tipo muscular.

La falta de centralidad en las rótulas de los atletas, puede deberse a otras alteraciones posturales en el cuerpo, como la falta de alineación en la cadera de los atletas, para equilibrar el centro de gravedad. Como lo expone Molano Nancy<sup>56</sup>, donde una deformidad no está en un solo segmento, sino que repercute en el resto de la anatomía, además de que esta afirmación la respalda Torres Cuauhtémoc et. al.<sup>57</sup> En el que los grados de flexión de las articulaciones de la rodilla y la cadera tienen importancia en el desequilibrio del cuádriceps.

Esta desalineación postural presente en la rótula podría ser una de las consecuencias de una alteración postural de otra parte del cuerpo que causaría una reacción en cadena como puede ser el caso de la incidencia de una alteración postural en el pie en relación a la alineación de la rótula como lo expone Muñoz-Tamarit (2001), citado por Molano, Nancy<sup>58</sup>, ello es la causa que un pie defectuoso pueda acarrear una variación en toda la postura, ya que provoca deformidades en la rodilla. De la misma manera esto lo respalda según Gil, Marín y Pascua (2005), citado por Rojano Daniel, "Un pie que trabaja pronado puede ser el responsable de alteraciones en la parte externa de la rodilla, de la cadera y de que algunos músculos trabajen de manera más forzada".<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> BORRELL PEDRÓSA, J y PUIGDELLÍVOLGRIFELL, J. Alteraciones Femoro-rotuliano. Barcelona. p. 6

<sup>56</sup> MOLANO TOBAR, Nancy Janeth. Características posturales de los niños de la escuela "José María Obando" de la ciudad de Popayán. Buenos Aires (Argentina) 2004. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd70/postura.htm> Consultado el 4 de enero de 2014.

<sup>57</sup> TORRES VAZQUES, et al/ Op. Cit. p. 18

<sup>58</sup> MOLANO TOBAR, Op. Cit.

<sup>59</sup> ROJANO ORTEGA, Daniel, GRAO CRUCES, Alberto, RODRÍGUEZ MARTIN, Pablo, BERRAL DE LA ROSA, Francisco José. Análisis de la pronación y supinación subastragalinas en la marcha atlética .p.53 Disponible en: <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/44678/01520123000184.pdf?sequence=1> Consultado el 2 de febrero de 2014

El atleta al presentar esta alteración, estaría en riesgo de presentar lesiones de todo tipo y debido a que la desalineación de la rótula hacia medial o lateral tiene como consecuencia un roce y por tanto desgaste sobre sus estructuras cercanas tal como lo afirma Lluís Franquès<sup>60</sup>, donde la desalineación de la rodilla puede provocar fuerzas de fricción y desgaste de la rodilla. Eso puede ser debido a un mal posicionamiento de la rótula. Esta inadecuada forma de operar de la rótula en el funcionamiento de esta articulación generará daños a nivel articular y en consecuencia una lesión, donde las más frecuentes en un atleta se sitúan principalmente en la articulación de la rodilla como lo afirma R. Lluís Franquès<sup>61</sup>, en su artículo donde menciona especialmente la condromalacia rotuliana, como una de las lesiones que más aqueja a un corredor, la cual se trata de un dolor detrás de la rótula que aumenta a la flexión de la rodilla debido al sobre esfuerzo o mala alineación de la rótula.

Otra de las lesiones más frecuentes a causa de la desalineación de la rótula es el síndrome del dolor patelofemoral también llamado rodilla del corredor, el cual no solo es causa de una desalineación de la patela sino también de otras estructuras adyacentes a esta articulación tal como lo afirma. Borowski, Maria, “la desalineación de la articulación de la rodilla: por lo general, causada por un funcionamiento incorrecto de los pies. Las personas que pronan cuando caminan, desalinean la rótula, esto provoca un rozamiento doloroso de la rótula contra los huesos de la rodilla”.<sup>62</sup>

Este grupo de atletas presentó desajustes posturales en los tobillos, estas desalineaciones pueden ser por causa de otras alteraciones, que están repercutiendo sobre este, por tanto, el cuerpo intentará conseguir el equilibrio del centro de gravedad, produciendo desajustes posturales, que podrían crear nuevas

---

<sup>60</sup> LLUÍS FRANQUÈS, Domenech. Rodilla dolorosa del corredor. p. 1- 2

<sup>61</sup> Ibid., p. 1-2

<sup>62</sup> BOROWSKI, María. Síndrome De Dolor Patelofemoral. 2012. p. 1

alteraciones como lo menciona Muñoz-Tamarit (2001), citado por Molano Janeth<sup>63</sup>, la deformidad no se localiza sólo en un segmento, sino que repercute desfavorablemente sobre el resto de la anatomía.

Este desajuste postural presente en los tobillos de los atletas, fisiológicamente puede ser el resultado del desarrollo corporal, creando cambios en la estructura musculo esquelética y por consiguiente afectando la postura en bipedestación como lo menciona Del Sol Mariano et. al. "Las alteraciones posturales que pueden ocurrir a lo largo del crecimiento y la maduración fisiológica, conllevan a un alineamiento incorrecto que origina estrés y una tensión innecesaria que afecta a los huesos, articulaciones, ligamentos y músculos".<sup>64</sup>

Por consiguiente, como se trata de atletas que han entrenado para competir en esta categoría por un año o más, puede ser que un desajuste postural en otra parte del cuerpo ha repercutido en sus tobillos, por tanto será necesario en futuros nuevos atletas, realizar un examen postural para el seguimiento y tratamiento evitando así futuras complicaciones.

El tipo de pie que prevaleció en este grupo de atletas, es el pie cavo, que a la vez agrupa a diferentes clases, como lo expone Corrales Rosario<sup>65</sup>, que en cuanto a los criterios de definición dice que el pie cavo es una entidad que engloba desde el pie cavo fisiológico, hasta el pie cavo varo con grandes deformidades. Por lo tanto este tipo de pie, no siempre es el resultado de un problema neurológico dado que en un gran porcentaje de los casos es asumido de esta forma como lo muestra Corrales Rosario<sup>66</sup>, donde afirma en la mayoría de las literaturas consultadas, que

---

<sup>63</sup> MOLANO TOBAR, Op. Cit. p. 1.

<sup>64</sup> DEL SOL, Mariano, HUNTER Karina. Evaluación postural de individuos mapuche de la zona costera de la IX región de Chile. Temuco (Chile) 2004. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022004000400017&lng=en&nrm=iso&ignore=.html](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022004000400017&lng=en&nrm=iso&ignore=.html). Consultado el 8 de enero de 2014.

<sup>65</sup> CORRALES MARQUEZ, Op. Cit. p.140

<sup>66</sup> CORRALES MARQUEZ, Op. Cit. p.140

el pie cavo fisiológico, es tomado como un pie normal. Por otra parte en el presente estudio la población muestra, son deportistas y puede ser que esta condición genere en ellos este tipo de alteración podológica, como lo postula Regnaud (1986), citado por Corrales Rosario<sup>67</sup>, en donde se menciona que esta alteración del pie, no es algo patológico y que es normalmente constituido, dado que se trata del tipo de pie de bailarinas, deportistas y mujeres que usan tacón alto.

Del mismo modo estudios realizados en atletas muestran que esta alteración es muy común en esta población de deportistas, tal como lo menciona Franco, Juan Manuel<sup>68</sup>, donde se caracterizó la huella plantar de un grupo de deportistas entre ellos atletas, que como resultado se obtuvieron en mayor porcentaje el pie cavo. En este sentido los hallazgos coinciden con los resultados ya obtenidos, lo que podría abrir la posibilidad para explicar que la práctica del atletismo influiría en el tipo de pie.

La práctica del atletismo podría generar dicha alteración a nivel de la planta del pie según las investigaciones citadas anteriormente. Pero se debe tener en cuenta que en la mayoría de los casos la causa es congénita, tal como lo afirma Agustín Fernández, “las modificaciones de los arcos plantares son de tipo congénitas. Donde la práctica de un deporte no es una causa significativa para esta alteración”<sup>69</sup>. Así lo afirma Franco, Juan Manuel<sup>70</sup>, en un estudio realizado a personas sedentarias y deportistas donde el autor concluye que la práctica deportiva no es un factor influyente en las modificaciones con respecto a simetrías o asimetría en la huella plantar de un individuo.

---

<sup>67</sup> CORRALES MARQUEZ Op. Cit. p.140

<sup>68</sup> FRANCO A, Op. Cit. p. 161

<sup>69</sup> FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 7

<sup>70</sup> FRANCO A. Op. Cit. p. 165

En este mismo sentido Elvira et al. (2008) citado por Berdejo del Fresno et. al.<sup>71</sup>, encontró que la marcha atlética no causa asimetrías ni adaptaciones concretas en el pie, pero si diferencias significativas entre pies. Por lo tanto fisiológicamente la generación del pie cavo puede ser, por el tipo de deporte que se practica, esta alteración que muestran los atletas de este estudio es frecuente y a la vez coincide con lo encontrado por varios autores como Sirgo y Aguado, 1991; Aydog et. al., 2005a y 2005b; Caín et al, 2007, citados por Berdejo del Fresno et. al.<sup>72</sup>, en el cual se explica que el deporte produce variedad de cambios en el tipo de pie y que a la vez son de manera homogénea.

Este deporte se caracteriza por un desplazamiento rápido donde el pie soporta todo el peso del cuerpo y durante una gran cantidad de tiempo puede ser una de las causas asociadas a dicha alteración, o a lesiones osteoartromusculares por la práctica de este deporte, tal como lo menciona Hilda Horta Rivero<sup>73</sup> en un estudio realizado a escolares practicantes de distintos deportes de una institución educativa, apoya lo anterior mencionado como una de las causas del pie cavo y las lesiones que puede traer consigo. En cuanto a los catalogados como cavo fuerte de la especialidad de atletismo, podemos añadir su mayor propensión a lesiones de todo tipo y que se asocia a las prácticas deportivas que requieren estar mucho tiempo en bipedestación. Esta alteración del pie en su gran mayoría son los causantes de muchas de las molestias asociadas a lesiones de todo tipo en deportistas tal como lo argumenta Fernández, Agustín. et. al, “Los pies son la base de sustentación del cuerpo humano y cualquier alteración podría contribuir a la aparición de lesiones del SOMA y más aún, en la población deportiva sometida a altas exigencias propias del deporte”<sup>74</sup>. De la misma manera también soporta lo

---

<sup>71</sup>BERDEJO DEL FRESNO, *et al.* Op. Cit. p. 33

<sup>72</sup>BERDEJO DEL FRESNO, *et al.* Op. Cit. p. 33

<sup>73</sup> HORTA RIVERO, Hilda. Clasificación del plantograma en una muestra de alumnos del cuarto año de la EIEFD de diversas especialidades. 2008. Disponible en: [http://www.eiefd.co.cu/revistaeiefd/\\_pages/\\_volumenes/\\_vol2008/8.pdf](http://www.eiefd.co.cu/revistaeiefd/_pages/_volumenes/_vol2008/8.pdf). Consultado el 7 de marzo de 2013

<sup>74</sup> FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 7



mencionado anteriormente sobre el pie afirmando que durante la realización de los movimientos deportivos el pie es el encargado de transmitir al cuerpo del deportista las cargas que se generan en la interacción con el suelo.

La postura tomada al respecto de lo anterior es que aunque son notorias las modificaciones anatómicas en los atletas evaluados debe en posteriores investigaciones establecerse la causalidad de las lesiones encontradas derivadas de la práctica de la disciplina.

### **17.1 BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO DURANTE LA CARRERA**

Dentro de la investigación se hizo énfasis en el análisis de la fase de apoyo en la vista lateral y posterior donde en la vista lateral la articulación del tobillo presenta en mayor medida el movimiento de dorsiflexión de tres a uno, siendo tres las fases en las que se presenta la dorsiflexión (choque de talón, despegue de dedos inicial y despegue de dedos final) y uno la plantiflexión (apoyo plantar) analizando las fases durante el apoyo del pie en la articulación del tobillo, se evidencia claramente el movimiento más realizado durante esta fase fue la plantiflexión, un movimiento que resulta ser característico de esta articulación, como lo apoya Cailliet, René. “El tobillo permanece en dorsiflexión durante una larga fase de la carrera. La limitación de la dorsiflexión conllevará al riesgo de lesión en el atleta debido a la importancia de este movimiento y su acción muscular durante la actividad”<sup>75</sup> tal como lo afirma Gonzales, Ignacio: “La dorsiflexión del tobillo y la contracción excéntrica de los músculos posteriores de la pantorrilla (gemelos y sóleo principalmente) son importantes para absorber las fuerzas de los impactos de la pierna al contactar el pie con el suelo”<sup>76</sup>.

---

<sup>75</sup> CAILLIET, Op. Cit. p. 75 y 80

<sup>76</sup> GONZALES ZAS, Ignacio. Valoración postural e intramuscular, preventivo, correctivo. Entrenamiento funcional. Publicado el 10 de noviembre de 2013.

Es válido resaltar la importancia del movimiento de la dorsiflexión debido a que esta se encarga de disminuir la fuerza de impacto tal como se mencionaba anteriormente donde Gonzales, Ignacio lo apoya afirmando lo siguiente; “la dorsiflexión del tobillo absorbe y disipa una gran parte de las fuerzas de impacto a través del movimiento articular donde los tendones absorben este impacto mientras realizan la tracción”<sup>77</sup>.

Uno de los riesgos en los que se encuentran los atletas de este estudio es de presentar un trastorno llamado desprendimiento de la espinilla. Cailliet, René. “Desprendimientos de la espinilla: es un trastorno inflamatorio frecuente en los atletas, ya que el tobillo permanece en dorsiflexión durante una larga fase de la carrera y cabe señalar que suelen tener lugar desgarres microscópicos en el origen de los músculos tibial posterior y anterior”<sup>78</sup>.

Respecto a la vista posterior se encontró que los atletas en la fase de apoyo realizan pronación durante toda la fase donde presentaron unos ángulos entre 8° y 13° grados situándolos de manera cercana a los ángulos mencionados por Aguado 1997 citado por Rojano, Daniel<sup>79</sup>, donde los rangos normales durante la carrera se encuentran entre 10° y 15°.

Es de resaltar que durante esta fase de apoyo los atletas presentaron el movimiento de pronación durante la carrera, siendo este movimiento propio de la articulación para el amortiguamiento de las fuerzas durante la carrera tal como lo afirman Nilsson y Thortensson, 1989; Perry y Lafortune, 1995; Jiménez, 2004; Rueda, 2003 citados por Rojano Daniel et. al, “parece ser que la pronación es un mecanismo utilizado para adaptar el pie al terreno y para disminuir fuerzas de impacto absorbidas a mayor pronación, mayor amortiguación”.<sup>80</sup>

---

<sup>77</sup> Ibid. p. 1

<sup>78</sup> CAILLIET, Op. Cit. p.75 y 80

<sup>79</sup> ROJANO ORTEGA, Op. Cit. p. 53.

<sup>80</sup> ROJANO ORTEGA, Op. Cit. p.53

Rojano Daniel, "indica que los valores considerados normales para la carrera y la marcha varían además, según la persona y en función de las condiciones del ejercicio. Así, parece ser que a medida que aumenta la velocidad de desplazamiento aumenta también la pronación (debido a que es un mecanismo de amortiguación de las fuerzas de impacto)"<sup>81</sup>

Teniendo en cuenta que los atletas evaluados en este estudio se encuentran cercanos a los valores mencionados por los autores anteriores y que el movimiento de pronación sería una acción que beneficia el movimiento del pie y sus segmentos adyacentes en función de amortiguación no pone en riesgo al atleta de presentar lesiones. Por el contrario si es válido afirmar que si el atleta excede los valores en los ángulos durante la pronación podría generar problemas a nivel articular, muscular y tendinoso no solo en la articulación del tobillo sino también en otras articulaciones cercanas tal como lo afirma un estudio denominado Lesiones Deportivas Frecuentes<sup>82</sup>, donde menciona que el factor biomecánico que produce con más frecuencia lesiones en el pie, pierna o cadera es la pronación excesiva (giro del pie después de contactar con el suelo) durante la carrera. La pronación ayuda a prevenir las lesiones distribuyendo la fuerza del impacto contra el suelo. La pronación excesiva puede producir lesiones por un giro medial excesivo de la zona inferior de la pierna, provocando dolor en pie, pierna, cadera y rodilla.

Sin embargo, no se encontraron lesiones de miembro inferior en este grupo de deportistas por lo tanto, la posible causa pudo ser el tipo de pie que presentaron en su mayoría, el cual es cavo y por tanto contribuyó a no generar lesiones como

---

<sup>81</sup>ROJANO ORTEGA, Op. Cit. p.53

<sup>82</sup>LESIONES DEPORTIVAS FRECUENTES. Acta pediatra. Costa Rica. 2003; 17(2): 65-80. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140900902003000200006&lng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140900902003000200006&lng=es) Consultado el 2 de febrero de 2014.

lo postula Subotnick (1985), citado por Rojano Daniel et. al.<sup>83</sup>, donde indica que hay mayor incidencia de lesiones en atletas con pies planos, que en atletas con pie cavo o normales.

Para el presente estudio se puede pensar que el pie cavo genera mayor pronación, dado que podría estar recibiendo con mayor fuerza el impacto como lo expone Williams *et al.* (2001); citado por Rojano Daniel et. al.<sup>84</sup>, el cual comprobó que las fuerzas recibidas por los corredores con los pies cavos, son más altas que en los corredores con los pies planos.

---

<sup>83</sup> ROJANO ORTEGA, Op. Cit. p.53

<sup>84</sup> ROJANO ORTEGA, Op. Cit. p.53

## 18. CONCLUSIONES

Las alteraciones posturales en los atletas corredores de la modalidad semifondo distancia 1500 metros presentaron alteraciones, evidenciándose; cadera alta (cadera), patela desviada (rodilla), tobillo varo (tobillo), tipo de pie (pie varo) y la escoliosis en la columna vertebral.

Las alteraciones posturales encontradas están asociadas a la incorrecta alineación de la cadera, rodilla y tobillo que se convertirán a futuro en un factor de riesgo para los atletas de presentar lesiones de tipo osteomuscular, fomentando un cambio en el centro de gravedad que puede llegar a gastos mayores de energía. Se evidencio una alta prevalencia de pie cavo en los atletas estudiados, motivo que desde la literatura facilita el amortiguamiento de las fuerzas de impactó que soporta el pie durante la carrera.

La pronación tanto como la plantiflexión son los movimientos más realizados por el pie durante la carrera de 1500 metros, ante ello la importancia de fortalecer los músculos estabilizadores dinámicos como estáticos.

Los ángulos de movilidad articular realizados por la articulación del tobillo se encuentran dentro de los rangos normales mostrando a esta articulación fuera de riesgo en presentar una lesión osteoartromuscular.

## 19. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis detallado de la postura, biomecánica y tipo de pie que presentan los atletas con el fin de corregir lo alterado, disminuir el riesgo de lesión y obtener un mayor rendimiento a nivel deportivo.

Para los atletas de esta categoría es importante fortalecer los grupos musculares que no intervienen con frecuencia en el gesto deportivo, ya sean músculos flexores o extensores, para evitar desajustes posturales que a la vez podrían llegar a producir lesiones.

Se considera importante que a los actores directos del entrenamiento se les brinde una educación temprana y permanente de la correcta postura no solo durante la práctica deportiva sino también durante actividades cotidianas.

Es indispensable que los estudiantes del programa de la licenciatura en educación básica con énfasis en educación física recreación y deporte accedan libremente a los instrumentos y programas informáticos que permitan experimentar el manejo de las tics dentro de la misma carrera.

Para la liga de atletismo sería importante implementar un examen postural en los atletas al inicio, durante y después, que le permita elaborar un entrenamiento basado en la corrección de algunas alteraciones posturales que puedan generar lesiones y deficiencias técnicas en el atleta.

Sería necesario, por parte de los entrenadores realizar un examen para determinar el porcentaje de masa muscular, adiposa y ósea en los atletas que permita mostrar si poseen las características morfológicas apropiadas para la categoría.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, Miguel, AGUILAR GUTIÉRREZ, Miguel. Biomecánica: la física y la fisiología. Madrid. 2000. Disponible en:<http://books.google.com.co/books?id=k3nPlvZnY7gC&printsec=frontcover&dq=Biomec%C3%A1nica:+la+f%C3%ADsica+y+la+fisiolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&ei=sQ4UcmrI5DU8wSC1oGYDA&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=Biomec%C3%A1nica%3A%20la%20f%C3%ADsica%20y%20la%20fisiolog%C3%ADa&f=false> . Consultado el 7 de marzo de 2013
- ASAMBLEA MÉDICA MUNDIAL Declaración de Helsinki. Helsinki (Finlandia) 1964. Disponible en:[http://www.medicos.sa.cr/web/tramites-administrativos/normativa/cat\\_view/2-normativa-legal/36-declaraciones-internacionales-de-derechos-humanos](http://www.medicos.sa.cr/web/tramites-administrativos/normativa/cat_view/2-normativa-legal/36-declaraciones-internacionales-de-derechos-humanos). Consultada el 26 de febrero de 2014
- BERDEJO DEL FRESNO, D, LARA SÁNCHEZ, AJ, MARTÍNEZ LÓPEZ, E. J, CACHÓN ZAGALAZ, J, LARA DIÉGUEZ, S. Alteraciones de la Huella Plantaren Función de la Actividad Física. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.pdf> Consultada el 26 de febrero de 2014
- BOROWSKI, María. Síndrome de Dolor Patelofemoral. 2012
- BORRELL PEDRÓSA, J y PUIGDELLÍ VOLGRIFELL, J. Alteraciones Femoro-rotuliano. Barcelona
- CAILLIET, René. Síndromes dolorosos del tobillo y pie. California. 1985
- CAMPOS GRANELL, José, GALLACHLAZ CORRETA José Enrique. Técnicas de Atletismo. Manual Práctico de Enseñanza. Barcelona. 2004
- CHARMANT&CONTRIB, KINOVEA-0.8.15. Copyright, 2006-2011 Disponible en: <http://www.kinovea.org/> Consultado el 16 de septiembre de 2013
- CORRALES MARQUEZ, Rosario. Epidemiología de pie cavo en la población escolar de Málaga. Málaga - España, 1999. Disponible en: <http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/2641/16279505.pdf?sequence=1> Consultado el 7 de enero de 2014.
- DEL SOL, Mariano, HUNTER Karina. Evaluación postural de individuos mapuche de la zona costera de la IX región de Chile. Temuco (Chile) 2004. Disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022004000400017&lng=en&nrm=iso&ignore=.html](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022004000400017&lng=en&nrm=iso&ignore=.html). Consultado el 8 de enero de 2014.

DÍAZ, Cristian Andrés y Col. Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes Fase I. Medellín. 2006.

DOBERSSAN, Leticia, RODRÍGUEZ, Carolina. La postura corporal en el deporte simétrico y asimétrico, Buenos Aires (Argentina). 2004.

DOMENECHFRANQUE Lluís. Rodilla dolorosa del corredor. 2012. Disponible en: [http://sportmedic.agrupacio.es/es/atletismo//asset\\_publisher/6gRj/content/gennolldolorosdelcorredor.jsessionid=5B1AE12F2728BE424E767C72C8C58AA2?redirect=http%3A%2F%2Fsportmedic.agrupacio.es%2Fes%2Fatletismo%3Bjsessionid%3D5B1AE12F2728BE424E767C72C8C58AA2%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_6gRj%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mod%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn3%26p\\_p\\_col\\_count%3D1](http://sportmedic.agrupacio.es/es/atletismo//asset_publisher/6gRj/content/gennolldolorosdelcorredor.jsessionid=5B1AE12F2728BE424E767C72C8C58AA2?redirect=http%3A%2F%2Fsportmedic.agrupacio.es%2Fes%2Fatletismo%3Bjsessionid%3D5B1AE12F2728BE424E767C72C8C58AA2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_6gRj%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mod%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn3%26p_p_col_count%3D1) Consultado el 5 de marzo de 2014

DORÓN, Roland, PAROT, Françoise. Diccionario Akal de Psicología. Madrid, 2004. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=UKWPwux2JtYC&pg=PA344&dq=loc+omocion+en+la+marcha+definicion&hl=es&sa=X&ei=SU03UeLfC4TI9QTg0YDgBA&ved=0CFwQ6AEwCA#v=onepage&q=locomocion%20en%20la%20marcha%20definicion&f=false>. Consultado el 7 de marzo de 2013

ELVIRA J.L.L et. al. Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Extremadura, 2008.

ESCOBAR MONTOYA, Oscar. Equilibrio Muscular “alteraciones y Compensaciones”. Disponible en: [http://www.felipeisidro.com/recursos/alteraciones\\_y%20\\_compensaciones\\_Escobar.pdf](http://www.felipeisidro.com/recursos/alteraciones_y%20_compensaciones_Escobar.pdf). Consultado el 6 de enero de 2014.

FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Agustín y LEÓN PÉREZ, Sofía. Caracterización del apoyo plantar en deportistas elites. La Habana. Disponible en: <http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/105/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20apoyo%20plantar.pdf>. Consultado el 13 de agosto de 2012

FRANCO A, Juan Manuel. Análisis descriptivo de las características de la huella plantar de los deportistas de natación, halterofilia, atletismo y estudiantes sedentarios. Cali: 2011. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265419645012> Consultado el 13 de agosto de 2012



- GALVIS RAMÍREZ, Alberto. En: Revista Olímpica Colombiana. No. 25. Bogotá. 2012.
- GARCÍA SOIDÁN, José Luis. Bases para la valoración de la postura estática y dinámica del deportista, España: Vigo, 2009
- GÓMEZ SALAZAR, Lessby et. al. Características de la huella plantar en deportistas colombianos. Cali, 2008. Disponible en: [http://www.unilibrecali.edu.co/entramado/images/stories/pdf\\_articulos/volumen6/volumen6\\_2/caracteristicas\\_huella%20plantar\\_deportistas\\_colombianos.pdf](http://www.unilibrecali.edu.co/entramado/images/stories/pdf_articulos/volumen6/volumen6_2/caracteristicas_huella%20plantar_deportistas_colombianos.pdf). Consultado el 15 de noviembre de 2012
- GONZALES ZAS, Ignacio. Valoración postural e intramuscular, preventivo, correctivo. Entrenamiento funcional. Publicado el 10 de noviembre de 2013.
- GUZMÁN COLON, Carlos Alfonso. Bolt vs Gay: velocidad, zancada y potencia en la carrera de los 100 metros Buenos Aires (Argentina). 2013. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd182/bolt-vs-gay-en-la-carrera-de-100-metros.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, Metodología de la investigación. 4ª. ed.
- HORNILLOS BAZ, Isidoro. Historia del atletismo. Barcelona, 2000. Disponible en: [http://books.google.com.co/books?id=S1opr\\_HluaMC&pg=PA15&dq=historia+del+atletismo&hl=es&sa=X&ei=xy0AUceREIW68wS5xIGQCg&sqi=2&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=historia%20del%20atletismo&f=false](http://books.google.com.co/books?id=S1opr_HluaMC&pg=PA15&dq=historia+del+atletismo&hl=es&sa=X&ei=xy0AUceREIW68wS5xIGQCg&sqi=2&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=historia%20del%20atletismo&f=false). Consultado el 22 de noviembre de 2012
- HORTA RIVERO, Hilda. Clasificación del plantograma en una muestra de alumnos del cuarto año de la EIEFD de diversas especialidades. 2008. Disponible en: [http://www.eiefd.co.cu/revistaeiefd/\\_pages/\\_volumenes/\\_vol2008/8.pdf](http://www.eiefd.co.cu/revistaeiefd/_pages/_volumenes/_vol2008/8.pdf). Consultado el 7 de marzo de 2013
- HUESO, Andrés y CASCANT, Josep. Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. Valencia (España). 2012. Disponible en: [http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n\\_6060.pdf?sequence=3](http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n_6060.pdf?sequence=3) Consultado el 8 de abril de 2014.
- KWEITEL, S. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso de un deportista, Madrid (España). 2007 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222957001>. Consultado el 6 de enero de 2014

LESIONES DEPORTIVAS FRECUENTES. Acta pediatra. Costa Rica. 2003; 17(2). Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S14090090200300200006&lng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14090090200300200006&lng=es) Consultado el 2 de febrero de 2014.

LLUÍS FRANQUÈS, Domenech. Rodilla dolorosa del corredor.

MAZZEO, Emilio, MAZZEO, Edgardo. Atletismo para todos. Carrera, saltos y lanzamientos. Buenos Aires. 2008. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=ZmRBXOzb5nAC&pg=PA7&dq=atletismo+carrera&hl=en&sa=X&ei=K43UbuRGIfV0gGoHgDw&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=atletismo%20carrera&f=false> Consultado el 7 de marzo de 2013

MEDEROS REGALADO, María, LORENSES DE JESUS, Marlene, MANSURRODEZ, Silvia del Carmen. Incidencia de diversos factores en los resultados con tiro con arco de atletas juveniles. Buenos Aires. 2010 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd142/factores-en-los-resultados-de-tiro-con-arco.htm> Consultado el 7 de abril de 2014

MOLANO TOBAR, Nancy Janeth. Características posturales de los niños de la escuela "José María Obando" de la ciudad de Popayán. Buenos Aires (Argentina). 2004. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd70/postura.htm> Consultado el 4 de enero de 2014.

MORENO DE LA FUENTE, José Luis. Podología general y biomecánica. Barcelona, 2009.

MUÑOZ, Jesús. Deformidades del Pie. Madrid España. 2006. Disponible en: [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?f=10&pident\\_articulo=80000202&pident\\_usuario=0&pcontactid=&pident\\_revista=51&ty=75&accion=L&origen=apcontinuada&web=www.apcontinuada.com&lan=es&fichero=v4n4a202pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?f=10&pident_articulo=80000202&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=51&ty=75&accion=L&origen=apcontinuada&web=www.apcontinuada.com&lan=es&fichero=v4n4a202pdf001.pdf) Consultada el 26 de febrero de 2014

NEGRIN PÉREZ, Ramón, SALT GÓMEZ, Marcia. Adaptación, entrenamiento deportivo y su relación con las ciencias biológicas, Buenos Aires (Argentina). 2004 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd71/adap.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014

ORTEGA SÁNCHEZ, Ricardo .Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud. Madrid, 1992.

PÉREZ, Simone y Col. Evaluación bidimensional. Postura de deportistas de alto rendimiento. Brasil. 2007.

- PILONI, S.; SILVA, J.G.F.B.; DOPICO, X. Allonge muscular descompensado y posición. *Fitness& Performance Journal*. Rio de Janeiro. 2006.
- RAMÍREZ GONZALES, Janeth, YASNOQUILINDO, Edna. Diagnóstico de las alteraciones posturales más frecuentes de los miembros inferiores, en niños entre 8 y 10 años de edad de la escuela de fútbol "El Diamante" del municipio de Popayán. Popayán 2002
- REPUBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD Resolución N° 008430 de 1993. Disponible en: [http://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite\\_de\\_etica/Res\\_\\_8430\\_1993\\_-\\_Salud.pdf](http://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res__8430_1993_-_Salud.pdf) Consultado el 4 de febrero de 2014
- ROA LÓPEZ, Indira y REYES Rocio. Caracterización de la técnica deportiva de la marcha atlética a través de un sistema de análisis 3 ed. Bogotá, 2009. Disponible en: <http://www.redalyc.org/redalyc/pdf/304/30401206.pdf> Consultado el 14 de septiembre de 2012
- RODRÍGUEZ ABREU, Manuel. Consideraciones teórico prácticas sobre los atletas de velocidad Buenos Aires (Argentina). 2010 Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd148/consideraciones-sobre-los-atletas-de-velocidad.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014.
- ROJANO ORTEGA, Daniel, GRAO CRUCES, Alberto, RODRÍGUEZ MARTIN, Pablo, BERRAL DE LA ROSA, Francisco José. Análisis de la pronación y supinación subastragalinas en la marcha atlética. Disponible en: <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/44678/01520123000184.pdf?sequence=1> Consultado el 2 de febrero de 2014
- ROJAS, PÉREZ, Miriam Josefina. Alteraciones posturales en niños de 7 a 14 años. Unidad de rehabilitación infantil del servicio de medicina física y rehabilitación "Dr. Carpio López" del hospital central universitario "Dr. Antonio María Pineda", Barquisimeto 2010.
- ROSETO MARTÍNEZ, Ruth Vanessa, VERNAZA PINZÓN, Paola. Perfil postural en estudiantes de fisioterapia Chía (Colombia). 2010. Disponible en: <http://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/1607/2004/> Consultado el 8 de enero de 2014
- RUANO HOYOS, Camilo, MACIASCATUCHE, Ricardo. Biomecánica de la Articulación del Tobillo en la acción del gesto técnico del remate, en deportistas de la selección masculina de fútbol-sala, de la Universidad del Cauca, de la ciudad de Popayán, en el año 2010. Popayán 2011
- SANCHEZ, Cristóbal, RAQUENA, Bernardo, ZABALA Mikel. Determinación del perfil antropométrico de jóvenes corredores de medio fondo de élite.

Buenos Aires (Argentina). 2003. Disponible en:  
<http://www.efdeportes.com/efd58/mediof.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014

SUAREZ, Gustavo Ramón. Análisis postural por imagenología computarizada: APIC Vol. 8

SURÓSBATLLÓ, Antonio y SURÓSBATLLÓ, Juan. Semiología médica y técnica exploratoria. Barcelona. 2001.

TORRES VAZQUES, Cuauhtémoc, CORONAZO Z, Roberto, DIEZ G, Maria del Pilar, ESCOBAR C, Rosa Elena, CHÁVEZ A, Daniel, LEÓN H, Saúl R. Determinación del equilibrio muscular del cuádriceps en la osteo artrosis del compartimiento Patelofemoral. Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/fisica/mf-2002/mf021c.pdf> Consultado el 7 de enero de 2014

ULLOA JARAMILLO, Carlos Alejandro. Alteraciones posturales, Valdivia. 2006

VARILLAS MARÍN, Cesar Alberto. Los músculos y su adaptación al trabajo Buenos Aires (Argentina). 2009 Disponible en:  
<http://www.efdeportes.com/efd94/musc.htm> Consultado el 7 de febrero de 2014

VILADO TPERICE, Antonio. Quince lesiones sobre podologías del pie. Barcelona, 2000. Disponible en:  
[http://books.google.com.co/books?id=p\\_AnIVAPbscC&printsec=frontcover&dq=Quince+lecciones+sobre+patologias+del+pie&hl=es&sa=X&ei=8CgAUfi9C4PM9QSbmYCIBQ&ved=0CCsQ6AEwAA](http://books.google.com.co/books?id=p_AnIVAPbscC&printsec=frontcover&dq=Quince+lecciones+sobre+patologias+del+pie&hl=es&sa=X&ei=8CgAUfi9C4PM9QSbmYCIBQ&ved=0CCsQ6AEwAA) . Consultado el 13 de agosto de 2012

# **ANEXOS**

## Anexo A. Formato Consentimiento Informado



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION  
GRUPO DE INVESTIGACION SALUD Y MOTRICIDAD HUMANA  
FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA  
PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

Título del proyecto: Análisis biomecánico y las modificaciones de la postura del pie durante la carrera en la modalidad semifondo distancia 1.500 metros en atletas de la liga caucana de atletismo de la ciudad de Popayán.

Popayán, \_\_\_\_\_, el firmante manifiesta que una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos y evaluación que se llevaran a cabo en esta investigación e informa que no hay riesgos que se puedan generar de ella, autorizo, a la investigadora Nancy Janeth Molano Tobar y el grupo de auxiliares de investigación de la universidad del cauca, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Diligenciar la encuesta con datos personales
2. Evaluación biomecánica, propioceptiva y postural
3. Registro fotográfico y en video

Adicionalmente se me informo que:

- Mi participación en esta investigación es totalmente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.
- No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los aspectos biomecánicos, posturales y propioceptivos, de mi práctica deportiva.
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta investigación será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardara en la universidad del cauca bajo la responsabilidad de los investigadores.
- Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como

empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi conyugue, a otros medios de mi familia.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entiendo por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

\_\_\_\_\_

Nombre completo

\_\_\_\_\_

Firma

CC No. \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_

## Anexo B. Formato Evaluación



ANÁLISIS BIOMECÁNICO Y LAS MODIFICACIONES DE LA POSTURA DEL PIE DURANTE LA CARRERA EN LA MODALIDAD SEMIFONDO DISTANCIA 1.500 METROS EN ATLETAS DE LA LIGA CAUCANA DE ATLETISMO DE LA CIUDAD DE POPAYAN.

A continuación se realizarán una serie de preguntas con el fin de obtener los datos necesarios para la elaboración del proyecto de investigación del cual usted ha accedido participar. Por favor responda de la manera más sincera posible marcando con una X las preguntas de selección múltiple y con letra clara las preguntas de completar, si tiene alguna duda comuníquela a la persona encargada de la encuesta.

1- Nombre				2- Documento de identidad						
3- Género			M	F	Fecha de nacimiento		Día	Mes	Año	
4- Lugar de nacimiento					5- procedencia					
Fumo la última semana		Si	No	1 a 4 cigarrillos día		5 a 9 cigarrillos día		1 cajetilla día		Más de 2 cajetillas día
Consumió bebidas alcohólicas la última semana		Si	No	Cerveza		Aguardiente		Ron		Vino de caja
6- ¿Ha sufrido o sufre usted alguna de las siguientes enfermedades?										
HTA					Alcoholismo					
Diabetes					Infarto					
Obesidad					Miocardio					
Neumonía					Alergias					
Asma					Lumbago					
Estrés					Rinitis					
Ninguno										
Otra ¿Cuál?										
7- ¿Ha sufrido lesiones (fracturas- esguinces) en alguno de los siguientes segmentos corporales?										
Hombro					Cadera					
Codo					Rodilla					
Muñeca					Tobillo					
Ninguno										
Otro ¿Cuál?										
Talla		Peso		IMC		Presión arterial				



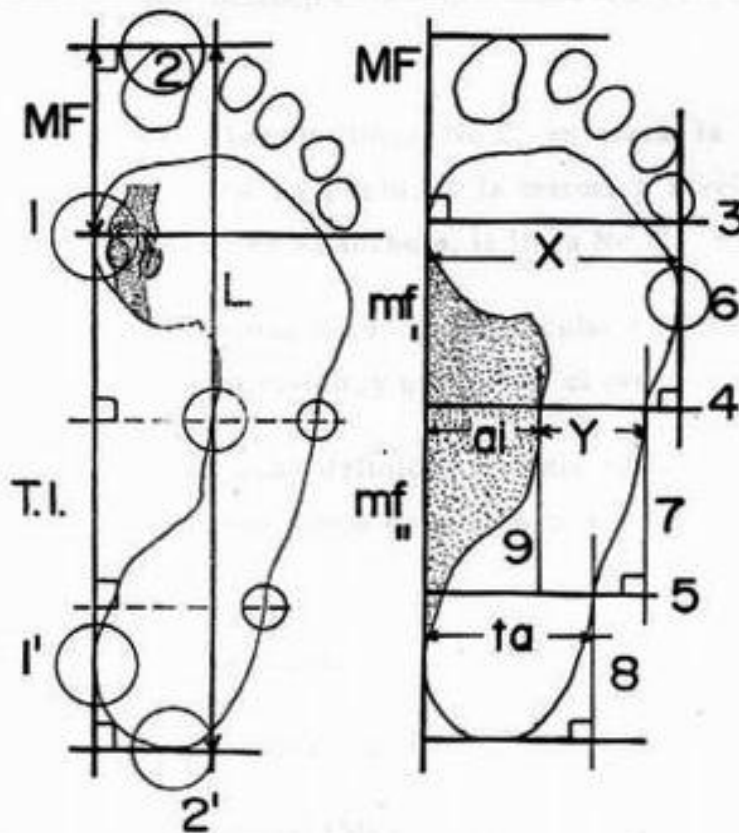
Anexo C. Plantograma

VALORACION Y CLASIFICACION DE LA IMPRESION PLANTAR (podo/fotograma)

Formula de valoración: 
$$\frac{X - Y}{X} \times 100 = \text{---} \% X$$

CLASIFICACION:

0 - 34 %	PLANO	60 - 74 %	CAVO
35 - 39 "	PLANO-NORMAL	75 - 84 "	CAVO-FUERTE
40 - 54 "	NORMAL	85 - 100 %	CAVO-EXTREMO
55 - 59 "	NORMAL-CAVO		



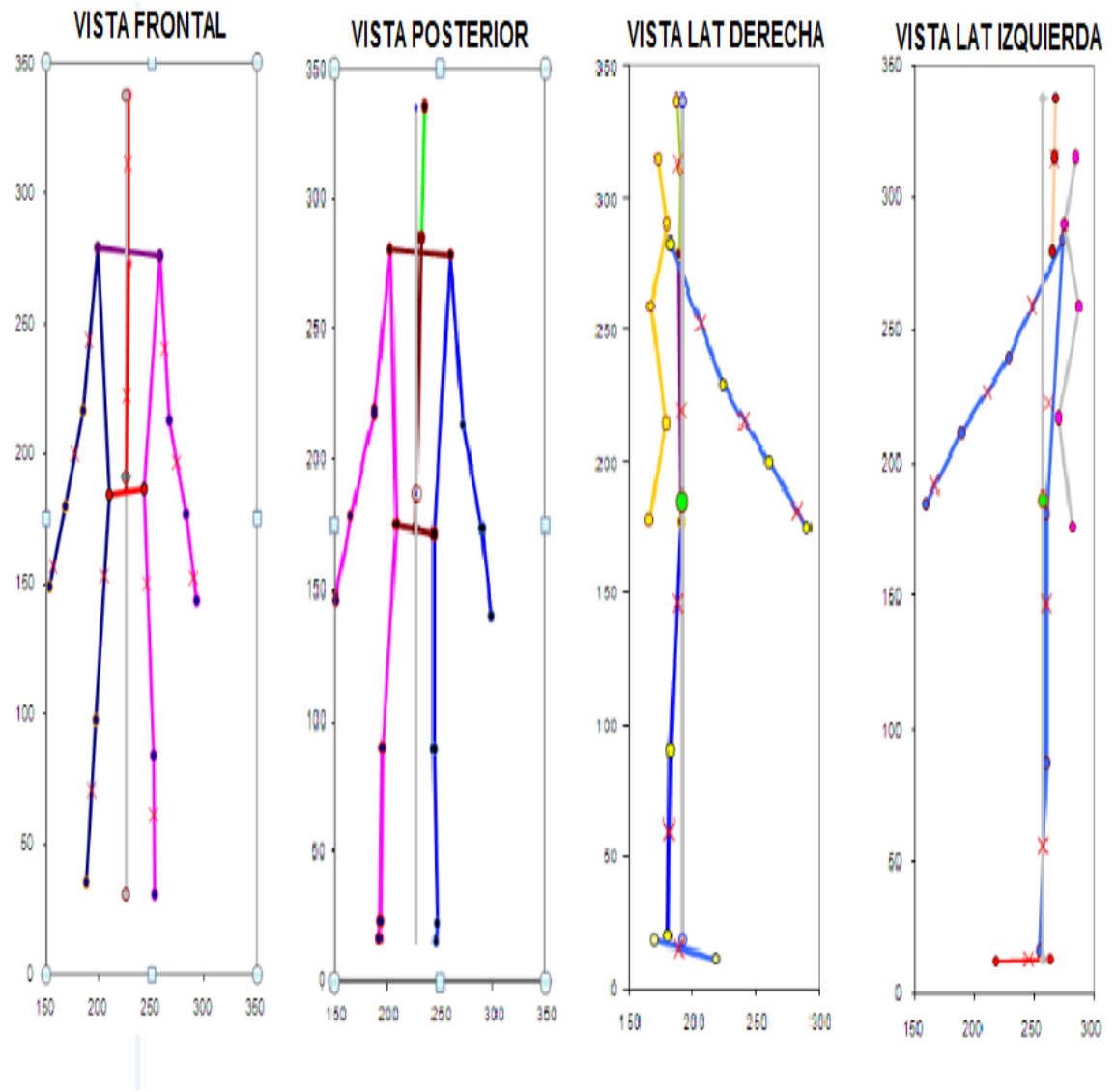
- T.I. Trazo inicial tangente a l y l'
- 1. Prominencia de la relación metatarsofalángica del primer dedo
- 1' Prominencia del talón
- 2 - 2' Extremos de la impresión perpendiculares a T.I.
- L. Longitud de la impresión
- MF. MEDIDA FUNDAMENTAL sobre la cual se sustenta toda la valoración. Se reitera sobre T.I. (mf, mf...) tantas veces como quepa en su valor íntegro.
- 3, 4, 5. Perpendiculares a T.I. en l, mf, y mf''
- 6, 7, 8. Perpendiculares a 3, 4 y 5 que interceptan los límites de la impresión.
- 9. Perp. a 5 que intercepta a 4 en el límite interno impresión.

MF. medida fundamental  
 X ancho del metatarso  
 Y ancho de la impresión(ext) se relaciona al arco externo  
 ai espacio interno  
 ta talón

Anexo D. Fotografías Postura



### Anexo E. Fotograma Software Apic

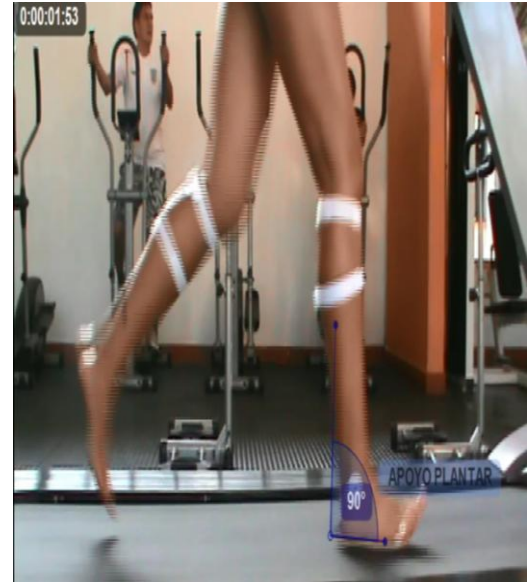


## Anexo F. Fotos Biomecánica

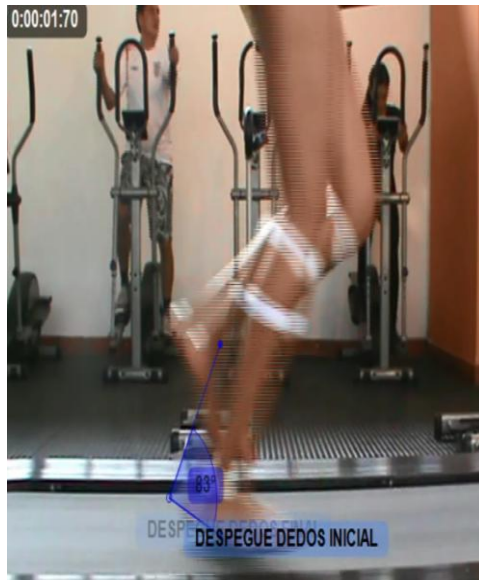
### Imágenes Programa Kinovea Vista Lateral



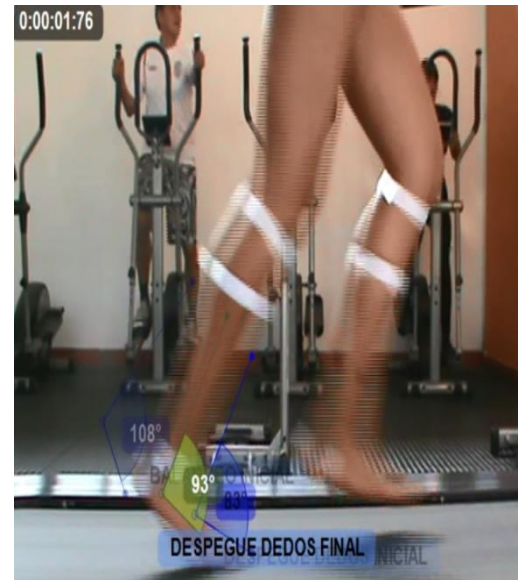
Choque talón



Apoyo plantar



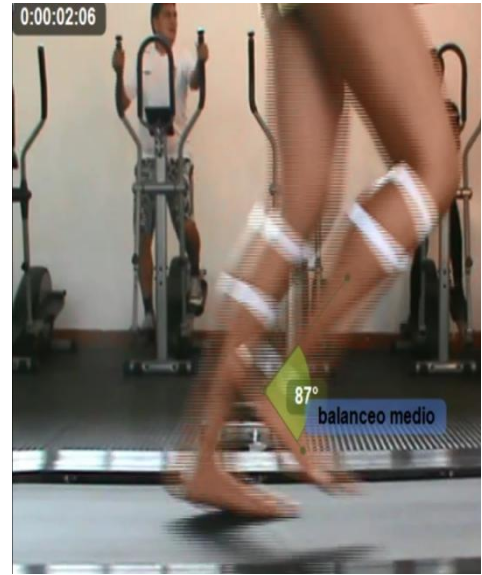
Despegue dedos inicial



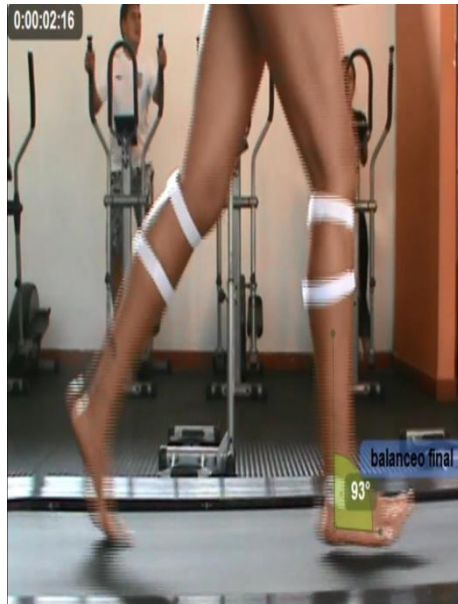
Despegue de dedos final



**Balanceo inicial**



**Balanceo medio**



**Balanceo final**

## Imágenes Programa Kinovea Vista Posterior



**Choque talón**



**Apoyo plantar**



**Despegue dedos**



**Balanceo inicial**



**Balanceo medio**



**Balanceo final**