

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE MIEMBROS INFERIORES EN EL
GESTO TÉCNICO DE LA CARRERA A PIE EN DEPORTISTAS DE LA LIGA
CAUCANA DE TRIATLÓN CATEGORÍA JUNIOR DE LA CIUDAD DE
POPAYÁN**

**ANDERMAN FISHER PABÓN PINO
KEVIN YESID ALVARADO PEREZ**

**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
2019**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE MIEMBROS INFERIORES EN EL
GESTO TÉCNICO DE LA CARRERA A PIE EN DEPORTISTAS DE LA LIGA
CAUCANA DE TRIATLÓN CATEGORÍA JUNIOR DE LA CIUDAD DE
POPAYÁN**

**ANDERMAN FISHER PABÓN PINO
KEVIN YESID ALVARADO PEREZ**

**DIRECTORA
NANCY JANETH MOLANO TOBAR
Mg.**

**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**

2019

CONTENIDO

INTTODUCCIÓN.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. CONTEXTO TRIATLÓN.....	6
5. ÁREA TEMÁTICA.....	7
5.1 ANTECEDENTES.....	7
5.2 EL DEPORTE Y EL TRIATLÓN.....	11
5.3 JOVENES TRIATLETAS (CATEGORÍA JUNIOR).....	12
5.4 EL ATLETISMO Y SU GESTO TÉCNICO.....	13
5.5 BIOMECÁNICA DEL GESTO DE CARRERA A PIE EN TRIATLÓN.....	14
6. METODOLOGÍA.....	16
6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
6.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	17
6.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	17
6.4 VARIABLES.....	17
6.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	18
6.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	18
6.7 INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	19
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	20
8. DISCUSIÓN.....	26
9. CONCLUSIONES.....	32
10. RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34

ANEXOS.....	40
--------------------	-----------

Introducción

Este trabajo está enfocado a obtener un análisis biomecánico de miembros inferiores del gesto técnico de la carrera a pie, con deportistas de la Liga Caucana de Triatlón; para ello se hace un marco teórico basado en deporte, triatlón, atletismo y su gesto técnico, biomecánica de la carrera a pie. Y nos afianzamos teóricamente en los antecedentes internacionales, nacionales y regionales.

Es un trabajo cuantitativo que metodológicamente estudia la parte del análisis biomecánico desde una descripción estadística, amparado en un estudio de caso; en donde se busca resolver ¿cómo es la biomecánica de miembros inferiores en el gesto técnico de la carrera a pie?, para a futuro sugerir a entrenadores planes de entrenamiento o mejoras de los mismos encausados a corregir la técnica de la carrera a pie y con ello los deportistas obtener mejores resultados.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El triatlón en el Cauca es una disciplina deportiva que lleva poco tiempo desarrollándose de manera oficial ya que solo hasta el año 2000 se dio la creación de la liga, tal como aparece en su página web Liga Caucana de Triatlón (2000). Datos estadísticos que arroja la Federación Colombiana de Triatlón (FedeColtri, 2017), muestra que el porcentaje de participación de deportistas caucanos a nivel nacional es en promedio aproximadamente del 3 % del total de deportistas, reflejo que la práctica sea mínima a nivel local y departamental. Actualmente quienes practican este deporte en su mayoría son individuos entre los 14 y 18 años de edad, de los cuales algunos son competitivos, evidenciando lo que posiblemente un mínimo rendimiento en comparación con resto del país, lo que puede estar asociado a la falta de una técnica correcta y conocimientos técnicos relacionados a la disciplina. Resultado que a lo mejor se ve manifestado en cada competencia, tal como lo plantea Hidalgo, J. (2003) “es en el atletismo donde pierden las carreras o se hace notoria la diferencia entre competidores y una deficiencia en la técnica de la carrera a pie”, notando en los triatletas evaluados la dificultad de una buena técnica de la carrera a pie en competencia, debido posiblemente a que hay unas incidencias tanto en carrera como la postura estática; como las mencionan los autores desde el análisis de postura estático con una mala pisada, amplitud de zancada, balanceo, entre lo más relevante; esto último con base a la experiencia y la continua observación en competencia de dichos deportistas analizados.

Es por esto que se consideró necesario realizar el análisis al gesto técnico de la carrera a pie con el fin de establecer características posturales y del gesto técnico y ser un posible aporte a planes de entrenamiento de entrenadores y prácticas de deportistas. Para ello es importante el análisis biomecánico que permitió establecer parámetros relacionados a la mejora de la técnica de la carrera a pie.

1.1 Pregunta de investigación

¿Cómo es la biomecánica de miembros inferiores en el gesto técnico de la carrera a pie, en deportistas categoría junior de la Liga Caucana de Triatlón?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar biomecánicamente los miembros inferiores en el gesto técnico de la carrera a pie, en deportistas categoría Junior, de la Liga Caucana de Triatlón.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar la postura estática de los deportistas categoría junior de triatlón.
- Identificar las características biomecánicas de rodilla, tobillo y talón en el gesto técnico de la carrera a pie en deportistas Junior de la Liga Caucana de Triatlón.
- Establecer los rangos de movimiento articular que se manifiestan durante el gesto deportivo de la carrera a pie.

3. JUSTIFICACIÓN

Se considera importante un análisis la carrera a pie en el triatlón ya que es el último segmento de la competición. “Como hemos visto anteriormente, los segmentos anteriores influyen en el rendimiento de este segmento produciendo un decrecimiento de rendimiento. Esto se debe a una pérdida en la economía de carrera que se debe a otros múltiples factores a su vez” (Hidalgo, 2003). Entre estos factores la mala ejecución del gesto técnico de la carrera a pie. Es por esto que se hizo pertinente hacer un estudio o seguimiento a la disciplina deportiva y con estos resultados los entrenadores y deportistas tengan en cuenta este estudio para mejorar el gesto deportivo, mediante la planificación deportiva.

Este estudio es importante debido a que en la corrección del gesto técnico habrá una mejora del deportista donde posiblemente obtenga mejores resultados en competencia.

Considero que aunque la preparación técnica puede no parecer tan determinante como en algunos deportes, una mejora del gesto técnico en la carrera a pie conlleva una mayor eficacia mecánica y, por lo tanto, un mayor aprovechamiento de las fuerzas aplicadas y de la energía utilizada para la contracción muscular (eficiencia energética). Es por ello que de dos corredores que posean una condición física similar, aquel que haya trabajado la técnica conseguirá mejores resultados (Hidalgo, J. 2003 Diversas consideraciones acerca de la carrera a pie en triatlón, párr. 10).

Es importante el análisis de miembros inferiores enfocado en rodillas, tobillos y talón debido al alto índice de lesiones según lo encontrado en la teoría.

El 83.5% de las lesiones se produjeron durante el entrenamiento, sobre todo corriendo (72.5%). (...)Las zonas anatómicas con más frecuencia fueron el tobillo (20.6%), la rodilla (18.3%). (...). El 77% de los triatletas lesionados pudieron seguir entrenando, sobre todo haciendo natación (71%) y ciclismo

(61.5%), mientras que en el 85.5% de los casos tuvieron que dejar de correr (Oliveira, C., Navarro G., Navarro N., Ruiz C., Jiménez D., Brito O., 2007)

En relación a la no inclusión de la articulación de cadera para el estudio, aun haciendo parte de miembros inferiores, se debe a que la exposición de esta zona a algún tipo de lesión es mínimo. A diferencia de rodilla, tobillo y pie los cuales presentan un mayor porcentaje de exposición a lesiones, es así como lo demuestra un estudio realizado recientemente en el que, el 53% de la lesiones en jóvenes atletas tienen origen en miembros inferiores donde el 23.4% son en rodilla, el 14.6% en tobillo y el 8.9% en la zona del pie; presentando los porcentajes más altos, contrario a la cadera en el que solo es 1.8% de los 3314 sujetos analizados evidenciaron lesión a nivel de dicha articulación (Martínez, 2017).

Este es un estudio novedoso ya que son mínimos los estudios recientes basados en el gesto técnico de la carrera a pie en deportistas de triatlón a nivel Nacional, regional y local.

La factibilidad de esta investigación fue posible gracias a que la población se encuentra en la ciudad, realiza sus entrenamientos en las instalaciones de la Universidad del Cauca, en el Centro Deportivo Universitario (CDU) y llevan más de 4 años practicando este deporte permitiéndoles tener un conocimiento de la disciplina y el gesto técnico de la carrera a pie.

Los aportes teórico-metodológicos que pueden llegar a consolidarse con base al análisis, estarán encausados sugiriendo a entrenadores mejoras en la planificación del entrenamiento en cuanto a corregir la técnica de la carrera a pie y con los cambios en estos, los deportistas puedan obtener un mejor desarrollo técnico.

4. CONTEXTO TRIATLÓN

La revista Olímpica Colombiana, en su edición No. 46 de 2016, resalta:

La participación de un atleta local Carlos Javier Quinchará (Bogotano), quien compitió en los XVII Juegos Panamericanos Toronto 2015, en la distancia Olímpica (1500 metros de natación, 40 km de ciclismo, 10 km de atletismo). Este mismo año Javier Quinchará, Oscar Preciado, Felipe Rodríguez, representaron a Colombia en la Copa Mundo realizada en Mooloolaba, Australia. Finalizando este año la Federación Colombiana de Triatlón en conjunto con la Liga de Bolívar realizaron la Copa América de triatlón en donde Estados Unidos fue el ganador indiscutible.

A nivel local existe la Liga Caucana de Triatlón, con reconocimiento deportivo por Coldeportes. Afiliados a Fedecoltri. Cuenta con un presidente además de cuatro entrenadores correspondientes para los clubes que conforman la liga; Neptuno, con 4 deportistas; TriUno cuenta con 32 deportistas, por su parte Tricauca lo componen 4 deportistas y finalmente el club Nadamigos tiene vinculados a 11 deportistas.

La mayoría de triatletas son de estratos del 1 al 4; estudiando en colegios públicos quienes son de estratos del 1 al 3 y en colegios privados quienes son de estrato 4. Cursando los grados entre octavo y once.

Ha obtenido logros tales como:

- Estar durante 3 años consecutivos en las finales de los Juegos Intercolegiados Supérate, tanto hombres como mujeres.
- Quinta posición por equipos, en Juegos de Mar y Playa Cartagena 2015.
- Quinta posición por equipos, en Juegos Nacionales, Prado Tolima 2015.
- Tercer lugar en Juegos Juveniles Centroamericanos México 2015.
- Campeón Nacional grupos por edades en los años 2014 y 2015.
- Participación en dos finales de Copa Mundo, Chicago (EE.UU) 2015, Cancún (México) 2016.

5. ÁREA TEMÁTICA

5.1 Antecedentes

Internacionales

En Londres, Ogueta, Muñoz y García (2014) realizaron un estudio, que tenía como propósito analizar el comportamiento de las variables cinemáticas del paso del obstáculo y la ría, su relación con el rendimiento y la influencia del género y la fatiga en la prueba de 3000 m obstáculos. Este estudio tenía un enfoque cuantitativo-analítico y se trabajó con 35 atletas (19 hombres y 16 mujeres). Se observó que existe una falta de amplitud de paso del obstáculo en mujeres y que tanto hombres como mujeres deberían mejorar su técnica de paso de la ría. También se obtuvieron diferencias significativas entre los hombres Nivel 1 y Nivel 2, en la velocidad en el obstáculo, distancia de batida y porcentaje de tiempo de vuelo. Este trabajo nos permitió recurrir a unas herramientas de análisis, fotografía y video de los movimientos del gesto técnico.

Marqués, N. (2012) desarrolló la biomecánica aplicada a la locomoción y el salto en el voleibol. Se trata de un estudio cualitativo teórico explicativo en el que a partir de una gran cantidad de recopilaciones de citas teóricas se permite realizar un estudio o análisis de movimiento enfocado en una caracterización de los movimientos y exigencias cotidianas en la disciplina y desde ahí hacer una explicación profunda y precisa sobre el gesto de salto específicamente. Por último se concluye resaltando la importancia del análisis de la locomoción propia de la disciplina con el fin de comprender y obtener información que pueda ser útil en la prescripción del entrenamiento. Este estudio es importante para nosotros porque establece un proceso metodológico puesto que nos ayuda a contribuir a la metodología y la técnica.

Guede, González y Caeiro (2013) desarrollaron un estudio cualitativo teórico explicativo Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos en este se exponen conceptos propios de la mecánica asociada a sistema óseo sometido a carga, el objeto del estudio es describir breve y precisamente los conceptos comunes empleados en biomecánica. Se mencionan conceptos como carga, desplazamiento, esfuerzo, deformación, compresión, corte, tracción, flexión, etc.; de igual manera se menciona lo complejo de comprender la biomecánica del hueso debido a su diversidad de componentes, relaciones y

reacciones. Este estudio nos permitió la manera cómo y con que se hace una descripción precisa de los movimientos.

Nacionales

En Medellín, Díaz, Torres, Ramírez, García y Álvarez (2006) desarrollaron un proyecto de investigación que tuvo como objetivo conocer la distribución de las fuerzas en la planta del pie, tanto estática como dinámica, mediante la elaboración de un podobarógrafo; dicho dispositivo mide la distribución de la presión en cada zona de la planta del pie mediante la relación presión-intensidad, estos valores son importantes para el diagnóstico de diferentes patologías así como presencia de deformidades en extremidades inferiores. El dispositivo utilizado en este estudio puede clasificarse en categoría de métodos semicuantitativos y con esto se concluyó que existe la necesidad de una herramienta para medir la distribución de las presiones plantares ayudando a los expertos a mejorar el diagnóstico y tratamiento para los pacientes, también se concluyó que el análisis debe hacerse de forma estática y dinámica (durante la marcha). Lo que aporta dicho estudio son las herramientas utilizadas para la medición de la postura tanto estática como en movimiento y así notar los cambios.

En un estudio cuantitativo realizado en Bogotá, López y Reyes (2008) titulado caracterización de la técnica deportiva de la marcha atlética a través de un sistema de análisis 3D, en donde describen el comportamiento del rango articular de los segmentos inferiores durante el ciclo de la marcha atlética, así como también los parámetros de distancia y tiempo propios de la misma técnica. Para describir este comportamiento se tomaron imágenes por medio de un sistema de análisis digital en 3D B.T.S. (Bioengineering Technology and System) analizando a 6 deportistas de alto rendimiento de la Liga de Marcha Nacional. Los resultados mostraron la pelvis con tendencia a hacer movimientos de rotación interna, anteversión y elevación de la misma, caderas con predominio de movimiento en abducción, flexión y rotación interna, rodillas con mayor permanencia en flexión, la tendencia del tobillo es a dorsiflexión. El aporte que brindó este proyecto fue la herramienta utilizada para un análisis completo de gesto técnico y con dichas imágenes se analizó los movimientos tanto musculares como articulares de manera muy simple y con efectivo resultado.

En Colombia, Lacouture, Colloud, Decatoire y Monnet (2013) hicieron un estudio el cual evalúa el movimiento en los tres ejes del espacio, utilizando recursos técnicos que incluyen sistemas de análisis de imágenes para la medición cinemática del movimiento, sincronizados con plataformas de fuerza para medir los esfuerzos de contacto permitiéndolo estudiar en su totalidad de forma cualitativa y cuantitativa los movimientos realizados por el deportista profesional. Los estudiantes reflejaron la actividad resultante de los músculos generadores del movimiento, validando y completando los enunciados técnicos de los entrenadores. El conocimiento de estos esfuerzos conduce a establecer dos balances energéticos distintos, en especial el balance que mejor expresa el coste energético mecánico impuesto por el movimiento, teniendo así una mejor eficacia en el gesto deportivo. Para nosotros fue importante este estudio porque nos mostró que mediante análisis de imágenes a través de la cinemática se puede reflejar el músculo principal a trabajar siendo muy importante para el gesto técnico y este para la mejora del rendimiento deportivo.

Locales

En la ciudad de Popayán Rosero, R., Vernaza, P. (2010) Hicieron un estudio cuyo objetivo es caracterizar el perfil postural de los estudiantes de fisioterapia de la Universidad del Cauca, mediante un método descriptivo de corte transversal, tomando a 44 estudiantes, teniendo en cuenta sus características sociodemográficas y antropométricas. Dicho análisis se realizó por medio de un software APIC v2.0. Haciendo un registro fotográfico digital en vista anterior, lateral y posterior. El estudio arrojó que el 100% de los estudiantes analizados presentaron desbalances anatómicos en las diferentes imágenes evaluadas, las desalineaciones más frecuentes que se encontraron fueron en hombro y pelvis. Este estudio brindó la utilización de herramientas de análisis (software APIC v2.0.) para encontrar algún tipo de desbalance (si lo hay) corporal.

Morcillo, Polainas y Sánchez (2015) realizaron un trabajo de investigación, “análisis biomecánico de gesto deportivo de remate en el voleibol, en las deportistas de la selección femenina de la Universidad del Cauca”. Consistió en un estudio de tipo cuantitativo, los cuales fueron obtenidos mediante la técnica de análisis biomecánicos desde programas que arrojan datos posturales y de movimiento; los instrumentos con que se llevó a cabo el análisis biomecánico son los software: programa estadístico para analizar resultados (SPSS), análisis

postural por imagenología computarizada (APIC) y analizador de videos (KINOVEA). Se finaliza concluyendo que en la práctica deportiva se exceden arcos de movimiento normales, lo que es una causa importante de lesiones. Otro proyecto que brindó herramientas para el análisis de movimientos tanto musculares como articulares.

Ruano, Macías (2011) desarrollaron una investigación de la biomecánica de la articulación de tobillo en la acción de gesto técnico de remate, en deportistas de la selección masculina de fútbol sala, de la Universidad del Cauca, de la ciudad de Popayán, en el año 2010. Tiene un enfoque cuantitativo, descriptivo de corte transversal puesto que se caracterizó la biomecánica de la articulación de tobillo; la técnica para la recolección de datos fue la observación a través de un registro video gráfico en el que se realizaron grabaciones a cada deportista evaluado en vista lateral durante la ejecución de gesto técnico. La técnica de análisis de estos registros se realizó a través de software Quintic Sports, por último se hizo la interpretación de resultados obtenidos y la respectiva discusión. Un proyecto que nos brinda una herramienta que realiza de forma sencilla recolección de datos, mediante un video (cámara digital, celular, filmadora).

5.2 El Deporte y el Triatlón

Para Parlebas (1981), citado por Hernández Moreno (1994) define el deporte como "el conjunto finito y en numerable de situaciones motrices codificadas bajo forma de competición e institucionalizadas". Por su parte, Castejón (2001) plantea que es "donde la persona elabora y manifiesta movimientos, aprovechando sus características individuales y grupales, de manera que pueda competir consigo mismo, con el medio contra otro/s superando sus límites, asumiendo normas existentes que deben respetarse siempre".

En Colombia, desde el artículo 15 de la ley 181 de 1995, expedida por el congreso de la República y citada por Coldeportes nacional define:

El deporte en general como la conducta específica humana caracterizada por una actitud lúdica y de afán competitivo, de comprobación o desafío expresada mediante el ejercicio corporal y mental, dentro de disciplinas y normas preestablecidas orientadas a generar valores morales, cívicos y sociales.

Según lo anterior, se hace explícito que el deporte trata de establecer un desarrollo y bienestar humano y social mediante actividades corporales y corpóreas, las cuales que exigen de sus ejecutores una aplicación y cumplimiento de normas o pautas previamente establecidas, con miras a conseguir un resultado y rendimiento deportivo determinado.

Para Robles, J., Abad, M., Giménez, F. (2009) la orientación del deporte está clasificada en: "deporte escolar, para todos, recreativo, competitivo, educativo, iniciación deportiva, adaptado". El presente trabajo se ubica específicamente en la noción de competitivo, por lo que se hace necesario hacer unas precisiones sobre el mismo; desde el artículo 16 de la ley 181 de 1995 se dice que "Deporte competitivo: Es el conjunto de certámenes, eventos y torneos, cuyo objetivo primordial es lograr un nivel técnico calificado. Su manejo corresponde a los organismos que conforman la estructura del deporte asociado"

El Triatlón es una modalidad deportiva relativamente moderna en la que se combinan la natación, el ciclismo y la carrera. Podemos situar el origen de este deporte en Hawái (EE.UU.), a finales de los años 70. Allí, dos capitanes de marines lanzaron un desafío: realizar, de forma consecutiva, las tres pruebas más duras de la isla de Hawái: la "Waikiki Rough Water Swim" (3,8

Km de natación), la "Around the Island Bike Race" (180 Km en bicicleta) y el "Honolulu Marathon" (42,195 Km de carrera a pie). Así es como en 1978 se celebraba el primer Ironman, y por lo tanto, la primera prueba reconocida de triatlón. (Ballesteros, J. 1987). En 1989 se crea la I.T.U. (International Triathlon Union), “que desde ese año rige el destino internacional del triatlón” Ehrler, W. (1994).

Para García, D., Herrero, J. (2003)

El triatlón es un deporte individual, combinado y de resistencia que consta de tres segmentos: natación, ciclismo y carrera a pie. El orden es el señalado y el cronómetro no se para durante las transiciones que componen el conjunto de la competición. El ganador es el deportista que menos tiempo invierte tras la suma de los tres segmentos.

Las distancias que se recorren en cada segmento varían en función de la modalidad. La I.T.U. reconoce tres modalidades (tabla 1):

Tabla 1. Distancias de cada segmento en las tres modalidades reconocidas por la I.T.U.

		DISTANCIA (KM)		
		NATACIÓN	CICLISMO	ATLETISMO
MODALIDADES	SPRINT	0,75	20	5
	OLÍMPICA	1.5	40	10
	LARGA	3.8	180	42.195

5.3 Jóvenes triatletas (categoría junior)

Desde una perspectiva biosociológica, los jóvenes está definido por Urcola, M (2003) diciendo que “la etapa de los jóvenes comienza durante la adolescencia y culmina con la madurez o ingreso a la vida adulta. Durante este periodo los sujetos sufren cambios físicos, psicológicos, emocionales y de personalidad que van teniendo al desarrollo pleno de las

personas”. Y desde una perspectiva psico-social Urcola, M. nos dice que “la juventud se construye como un periodo de descubrimiento y crecimiento subjetivo (...). Descubrimiento de las propias capacidades y de las herramientas que el contexto le provee para poder crear y recrear su vida junto con el entorno que lo rodea”.

Dentro de las categorías del triatlón, su clasificación está dado por su edad según reglamento de la Federación Colombiana de Triatlón (FedeColtri), (tabla 2):

Tabla 2. Clasificación de triatlón por edades FedeColtri. Elaboración Propia

Categoría	Edades (en años)
Menores	11 a 14
Junior	15 a 18
Sub 23	19 a 23
Élite	24 en adelante
Grupos por edad	20 en adelante

Grupos por edades (aquellos triatletas que compiten pero que no alcanzan un nivel élite) son clasificados en un rango de 5 años de edad, 20 a 24 años, 25 a 29 años así sucesivamente. En esta investigación tomamos la categoría junior (15 a 18 años de edad).

5.4 El Atletismo y su Gesto técnico

El atletismo está definido por Hornillos, I. (2000), diciendo que “es tan antiguo como la propia humanidad, desde sus comienzos prehistóricos, cuando el homosapiens conquista la verticalidad a través de su bipedación, la carrera, el salto y el lanzamiento haciendo parte inherente de su grupo motriz como recurso de supervivencia”.

Es por esto que el atletismo hace parte inherente del quehacer humano, en sus movimientos diarios para supervivencia. En el transcurso de la historia el atletismo se ha convertido cada vez más en un deporte de gran competencia y exigencia física, como lo son los 5000 metros carrera a pie dentro de la competencia de triatlón; distancia sprint. (Distancia de carrera avalada por la I.T.U.).

Teniendo en cuenta a Hidalgo (2003), es de aclarar que la disciplina de triatlón está fragmentada en 3 segmentos; natación, ciclismo y carrera a pie; dentro de segmento de la carrera a pie se dice el triatleta debe tratar de poner en práctica una buena técnica de carrera para hacer más efectiva y ahorrativa su marcha. No existe una técnica de carrera perfecta que sea válida para todo el mundo, pero sí existen una serie de principios biomecánicos que deben guiar la realización del gesto deportivo, es decir, cada persona en función de sus características antropométricas y de sus capacidades condicionales adopta estos principios técnicos, de manera que tiene lo que denominamos un estilo propio. Es por ello que no existen dos personas que tengan la misma técnica de carrera.

5.5 Biomecánica de gesto de carrera a pie en triatlón

Marques (2012) trata de realizar un acercamiento al concepto de biomecánica desde recopilaciones de diferentes autores, con las que se concluye que “La biomecánica es la ciencia que estudia el movimiento humano” Bauer (1999) a través del análisis de la Física de los sistemas biológicos, Amadio (1986). Las investigaciones de la biomecánica en la Educación Física son realizadas desde parámetros cinemáticos (cinemática: relativo al movimiento mecánico) y dinámicos del ser humano Amadio (2000).

Se habla muchas veces de dos técnicas de carrera diferente. Hidalgo (2003) plantea que la carrera circular es la que utilizan los corredores de corta distancia (100 y 200 metros) y se caracteriza por una mayor flexión de la rodilla, llevando el talón cerca del glúteo después de realizar el movimiento de extensión completa de las articulaciones del tren inferior en la parte de impulso y también se caracteriza por aterrizar en el suelo con el metatarso. Por su parte, en la carrera pendular, que es la que se supone que deben llevar a cabo los corredores de fondo y gran fondo, se caracteriza por una menor flexión de rodilla y un mayor apoyo de talón.

De igual manera Hidalgo (2003), continua manifestando que la carrera a pie presenta como característica fundamental la realización repetida de un gesto cíclico (la zancada) a lo largo de un espacio y un tiempo en un entrenamiento o en una competición y que este gesto cíclico se caracteriza por la tarea fundamental de las piernas frente a un valor secundario de las labores del tronco, cabeza y brazos; la zancada se compone de dos pasos o de tres apoyos.

El ciclo de una zancada comprende desde que un pie realiza el contacto con el suelo hasta que el mismo pie vuelve a hacer contacto con el suelo.

La zancada comprende dos fases principales:

- El apoyo: desde que el pie toma contacto con el suelo hasta el final de la impulsión, además el apoyo se divide a su vez en tres sub fases: de amortiguación, de sostén, de impulso.
- El vuelo o suspensión: cuando el atleta se desplaza por el aire sin ningún contacto con el suelo.

6.1 METODOLOGÍA

Enfoque, diseño y alcance

Para la realización de este estudio se llevó a cabo mediante un enfoque de investigación cuantitativo, el cual, tal como lo plantean Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Babtista, P. (2014), tiene las siguientes características: “mide fenómenos, utiliza estadísticas, emplea experimentos, análisis - causa – efecto” (p. 127); con un diseño es de tipo no experimental, debido a que no hay manipulación de las variables; de corte transversal, al hacer un único momento de toma de datos, con un alcance descriptivo, definiendo el fenómeno tal cual como se manifiesta en el estudio, siendo además un estudio de casos manteniendo de igual manera su estructura natural, el cual es definido como “estudios que al utilizar los procesos de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta analizan profundamente una o varias unidades para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar alguna teoría” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

Es de aclarar que la toma videográfica para el análisis biomecánico del gesto técnico de la carrera a pie, se realizó sobre una banda, debido a varias circunstancias: la primera y más importante se debió a que podría variar entre el registro de un deportista y otro por cuestiones de coordinación; segundo la altura, distancia, desplazamiento de las cámaras videográfica y por último a sugerencia de la directora de proyecto.

6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

El Universo del proyecto son todos los triatletas licenciados en la federación colombiana de triatlón, en donde la población son todos los deportistas vinculados a la Liga Caucana de Triatlón que cuenta actualmente con aproximadamente 51 deportistas según la información suministrada por el presidente de la liga; en las diferentes categorías, de los cuales la muestra fueron tres deportistas hombres, seleccionados específicamente los tres triatletas hombres categoría junior (entre los 15 y 18 años de edad).

6.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Deportistas que practiquen triatlón.
- Tener un rango de edad entre 15 y 18 años de edad (categoría junior).
- Estar vinculado a la Liga Caucana de Triatlón como mínimo un año de práctica antes de la investigación.
- Firmar el consentimiento informado, deportista y padres de familia. Por tratarse de deportistas menores de edad. (Ley de Infancia y Adolescencia 1098 de 2006).

Ver anexo A, consentimiento informado.

6.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Tener en cuenta los posibles antecedentes traumáticos que puedan haber sufrido los deportistas antes de ser partícipes de esta investigación.
- No presentar durante el trabajo ninguna lesión del sistema nervioso y osteomuscular.
- No presentar 20 días antes un cuadro clínico de cualquier otra enfermedad diferente a las anteriores mencionadas.
- No presentarse el día de la evaluación.

6.4 VARIABLES

- Edad (variable independiente), verificado mediante documento de identidad.
- La talla (variable independiente), será expresada en metros y hallada por medio de un tallímetro (calibrado internamente por la Universidad del Cauca).
- El peso (variable independiente), expresado en kilogramos y se medirá a través de una báscula electrónica (calibrado internamente por la Universidad del Cauca).
- La postura estática (variable dependiente), observada desde la vista lateral, frontal y anterior, serán expresada en tipos de alteraciones posturales y encontradas a través del software APIC.
- Los rangos de movimiento de miembros inferiores, vista lateral, vista posterior (variable dependiente), se expresaran en grados y hallados a través del software KINOVEA.

6.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se tuvo en cuenta la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2007), la cual dice que para la investigación con seres humanos, donde se considera que toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio o análisis, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar. Se tendrán aspectos como, ajustar a principios científicos y éticos que justifiquen y expliquen la investigación, debe prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos.

Del mismo modo hizo parte del protocolo, el consentimiento informado por escrito (ver anexo A), en el que se le dio a conocer debidamente al posible sujeto de los objetivos, los métodos, las ventajas y los posibles riesgos inherentes al estudio, así como de las molestias que este puede acarrear. El sujeto después de ser informado podía abstenerse de participar de dicho estudio. Por último, para el caso de menores de edad, el consentimiento informado debe ser firmado además por los padres de familia.

6.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

La técnica de recolección de datos manejada en este estudio fue la observación basada en un registro fotográfico, videográfico.

- Marcaje.
- Análisis estadístico.
- Registro fotográfico.
- Registro videográfico.

Instrumentos

- Ficha técnica.
- Software SPSS.
- Hoja de Excel.
- Software Ápic.
- Software Kinovea.

Procedimiento

Se asistió a asesoría, donde la directora del proyecto explicó cuáles eran los pasos a seguir para el trabajo de campo, unas fichas técnicas, la toma videográfica y fotográfica. Se asistió a clase de maestría en entrenamiento deportivo dada por parte de la directora de proyecto, en la que se realizó una prueba piloto para posteriormente realizar la toma de datos a los triatletas. Se citó a los deportistas al gimnasio, lugar donde se realizó la toma de datos tanto de postura estática como biomecánica de la carrera a pie para su posterior análisis en los software. (Ver anexo C, registro postura estática y biomecánica de la carrera a pie).

6.7 INSTRUMENTOS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó estadística descriptiva con apoyo de los Software SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales), “El cual es una aplicación de análisis estadísticos de datos” (Hernández, Fernández y Baptista. 2014, pág. 273). APIC (análisis postural por imagenología computarizada) es un

Sistema de análisis postural basada 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 de captura de coordenadas cartesianas, utilizando las herramientas de la hoja de cálculo de Excel y los comandos básicos de Visual Basic (Suarez, G. 2007).

KINOVEA, es un software de “análisis de video especializado en gestos deportivos, destinado principalmente a entrenadores, atletas y profesionales de la salud con la misión de contribuir a la investigación y desarrollo de soluciones del gesto deportivo” (Joan, 2004). Dentro de la estadística descriptiva se tuvo en cuenta herramientas tales como gráficas, medidas de variabilidad (rango, desviación estándar, varianza), medidas de tendencia central (media, mediana, moda), distribución de frecuencias.

Luego del registro de datos, se pasaron estos a los programas de análisis de contenidos (APIC y KINOVEA), los datos que estos softwares arrojan se transcriben con doble digitación en una matriz (tabla de Excel) y estos datos agrupados se insertan en el software SPSS que arrojan resultados que se encuentran dentro y fuera de los rangos anatómicos establecidos; posteriormente se realiza el análisis de resultados.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se muestra los rasgos o alteraciones de la postura, hallados mediante el programa APIC, permitiendo el hallazgo de características posturales de los deportistas de la liga caucana de triatlón.

Tabla 3. Vista anterior (elaboración propia).

Segmento corporal	Alteración	Frecuencia	Porcentaje
Hombros	Neutra	1	33,3
	Elevación derecho	2	66,7
Rodilla derecha	Neutro	1	33,3
	Genu Valgo	2	66,7
Rodilla izquierda	Genu Valgo	1	33,3
	Genu Varo	2	66,7
Rótula derecha	Neutra	1	33,3
	Rotación externa	2	66,7
Ángulo Q derecho	Neutro	1	33,3
	Incrementado	2	66,7
Intermuslo	Desviación derecha	2	66,7
	Desviación izquierda	1	33,3

El primer dato mostró la articulación del hombro derecho evidenciando que un deportista mantiene la posición neutra sin ninguna alteración, no así los dos deportistas restantes los cuales presentaron una elevación de hombro.

La articulación de la rodilla permitió ver que la rodilla derecha se encuentra en genu valgo para dos de los tres deportistas y solo uno de ellos mantiene la rodilla en posición neutra, sin alteraciones de la misma.

Para este punto se muestra la articulación de la rodilla izquierda, donde se presentó desviaciones articulares para los tres deportistas; uno de los tres presentó desviación en genu valgo, caso contrario a los dos deportistas restantes que presentaron una desviación de la rodilla izquierda en genu varo.

En este caso se pudo observar que la articulación de la rótula derecha está en rotación externa para dos de los tres deportistas y solo uno de ellos en posición neutra.

A continuación se muestra el ángulo Q derecho, que para los triatletas lo tienen incrementado dos deportistas y en posición neutra un deportista.

Se pudo observar el intermuslo, en la cual ningún deportista presentó una postura articular correcta; por tanto un deportista tiene una desviación derecha y los dos deportistas restantes una desviación izquierda del intermuslo.

Tabla 4. Vista posterior (elaboración propia).

Segmento corporal	Alteración	Frecuencia	Porcentaje
Caderas	Neutro	1	33,3
	Elevación	2	66,7
Tobillo derecho	Valgo	1	33,3
	Varo	2	66,7
7 Cervical	Desviación derecha	2	66,7
	Desviación izquierda	1	33,3
10 Lumbar	Desviación derecha	2	66,7
	Desviación izquierda	1	33,3

Se tiene en este caso la postura de las caderas, encontrando que presentaron elevación derecha de cadera dos deportistas y además un deportista en posición neutra del mismo lado.

A continuación se muestra la postura del tobillo derecho; se encontró que dos de los tres triatletas se encontraba en genu varo, seguido de una desviación en genu valgo de solo uno de los deportistas.

En el próximo punto se nota la desviación de la 7 cervical, en donde los deportistas que tienen una desviación hacia la derecha, son dos de los tres triatletas mientras que quien tiene una desviación a la izquierda es el deportista restante.

La postura de la 10 lumbar, permitió observar que dos deportistas tienen una desviación a la derecha de esta, en tanto que un solo triatleta tienen una desviación a la izquierda.

Tabla 5. Vista lateral derecha (elaboración propia).

Segmento corporal	Alteración	Frecuencia	Porcentaje
Lordosis cervical	Neutra	1	33,3
	Aplanada	2	66,7
Glúteo	Neutra	1	33,3
	Cifosis	2	66,7
Trocánter mayor	Retropulsión	2	66,7
	Antepulsión	1	33,3

Para este caso, la postura de la lordosis cervical, permitió encontrar que dos de los tres deportistas tiene una postura aplanada y el triatleta restante mantiene una posición neutra.

En cuanto al glúteo, se encontró que un solo triatleta mantiene una posición neutra, sin presentar algún tipo de desviación sea cifosis o lordosis; no así los dos deportistas restantes los cuales presentaron cifosis en la vista lateral derecha de la nalga.

La postura del trocánter mayor, dejó ver que se encuentra en antepulsión del trocánter mayor dos deportistas, seguido de un triatleta el cual tienen el trocánter en retropulsión.

Tabla 6. Vista lateral izquierda (elaboración propia).

Segmento corporal	Alteración	Frecuencia	Porcentaje
Rodilla	Normal	1	33,3
	Recurvatum	2	66,7
Trocánter mayor	Antepulsión	1	33,3
	Retropulsión	2	66,7

En primer lugar se aprecia la articulación de la rodilla, en donde se halló a dos de los tres deportistas con la rodilla en recurvatum, seguido de un deportista que tiene la rodilla en posición normal.

Para el caso del trocánter mayor, se pudo notar que dos deportistas tienen el trocánter mayor en retropulsión y el tercer deportista se encuentran en antepulsión.

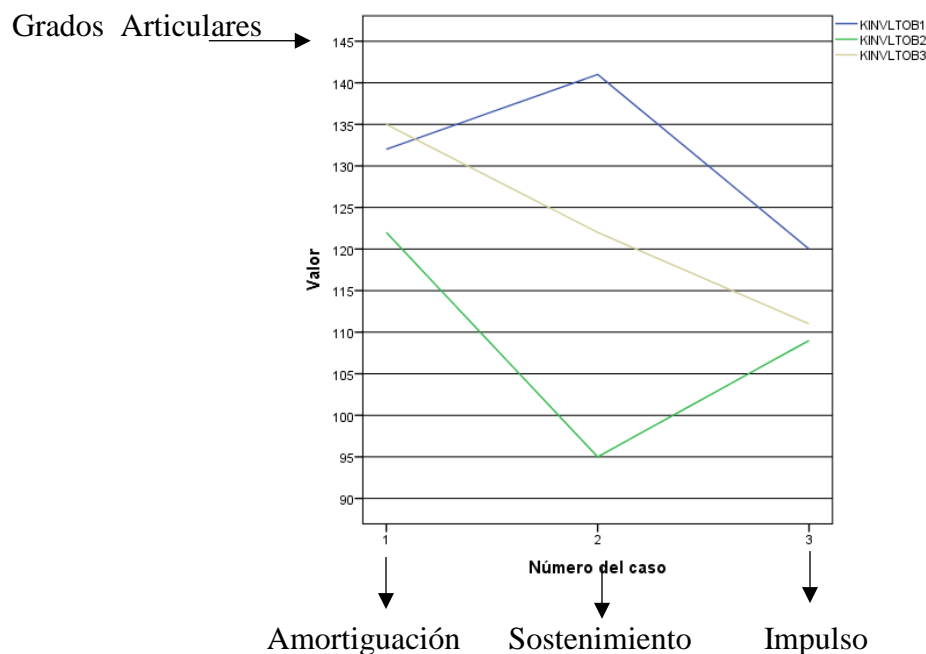
Para el siguiente apartado se realiza el análisis biomecánico del análisis del movimiento concerniente al talón, así como también a las articulaciones de tobillo y rodilla, para lo cual se determinó en tres momentos desde la vista lateral derecha y posterior.

El primer momento del análisis del tobillo desde la vista lateral derecha mostrado en la gráfica N°1, perteneció a la sub fase de amortiguación dentro de la fase de apoyo de la carrera a pie, donde la media de la población correspondió a 131° con una desviación estándar de 10.53° , con un mínimo de 120° y un máximo de 141° .

Para el segundo momento concernió a la sub fase de sostén, donde la media fue 108° , con una $\pm 13,5^\circ$, con un mínimo de 95° y un máximo de 122° .

El tercer instante de la fase de apoyo es la sub fase de impulso, donde se mostró una media en la población de 122° , con una desviación de 12.01° , con un mínimo de 120° y un máximo de 135° .

Gráfica 1. Análisis biomecánico del tobillo.



KINVLTOB1 = Kinovea vista lateral tobillo, sujeto 1.

KINVLTOB2 = Kinovea vista lateral tobillo, sujeto 2.

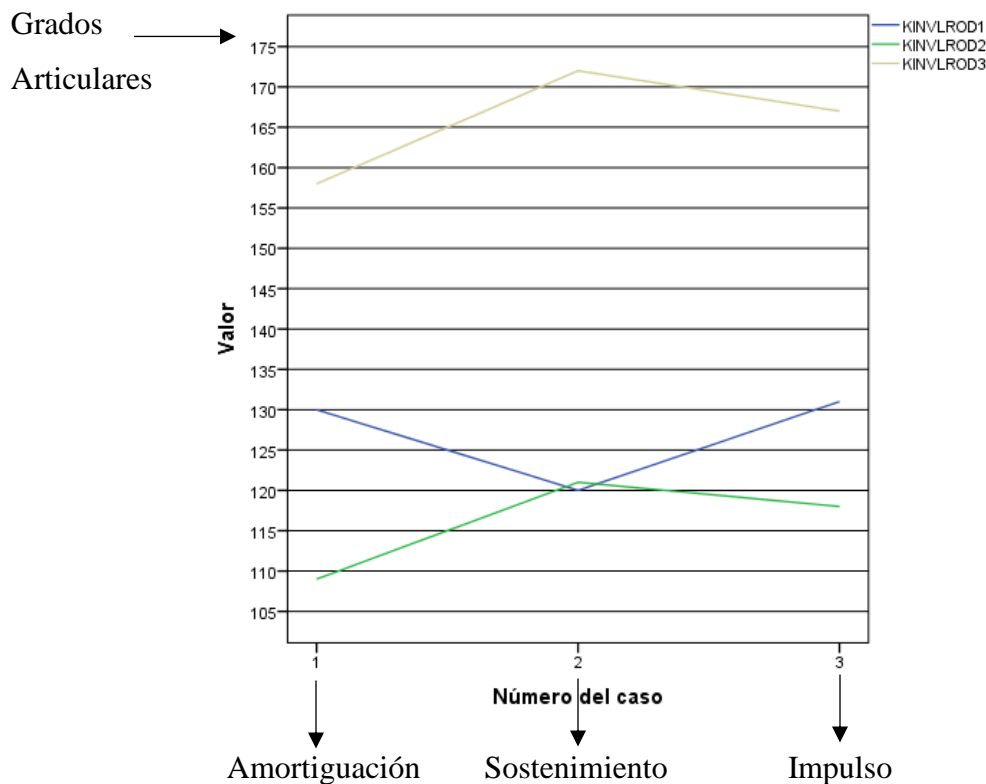
KINVLTOB3 = Kinovea vista lateral tobillo, sujeto 3.

El análisis de la rodilla como se muestra a continuación en la gráfica N°2 desde la vista lateral derecha, mostró en un primer instante la sub fase de amortiguación, en la cual la media de la población fue de 127° , con una $\pm 6.08^\circ$ con un mínimo de 120° y un máximo de 135° .

La sub fase de sostén, arrojó una media de 116° , con una desviación estándar de $6,24^\circ$, con un mínimo de 109° y un máximo de 121° .

En el impulso en la fase de apoyo, se encontró una media de 165.67° , con una $\pm 7.09^\circ$, una mínima de 158° y un máximo de 172° .

Gráfica 2. Análisis biomecánico de rodilla.



KINVLROD1 = Kinovea vista lateral rodilla, sujeto 1.

KINVLROD2 = Kinovea vista lateral rodilla, sujeto 2.

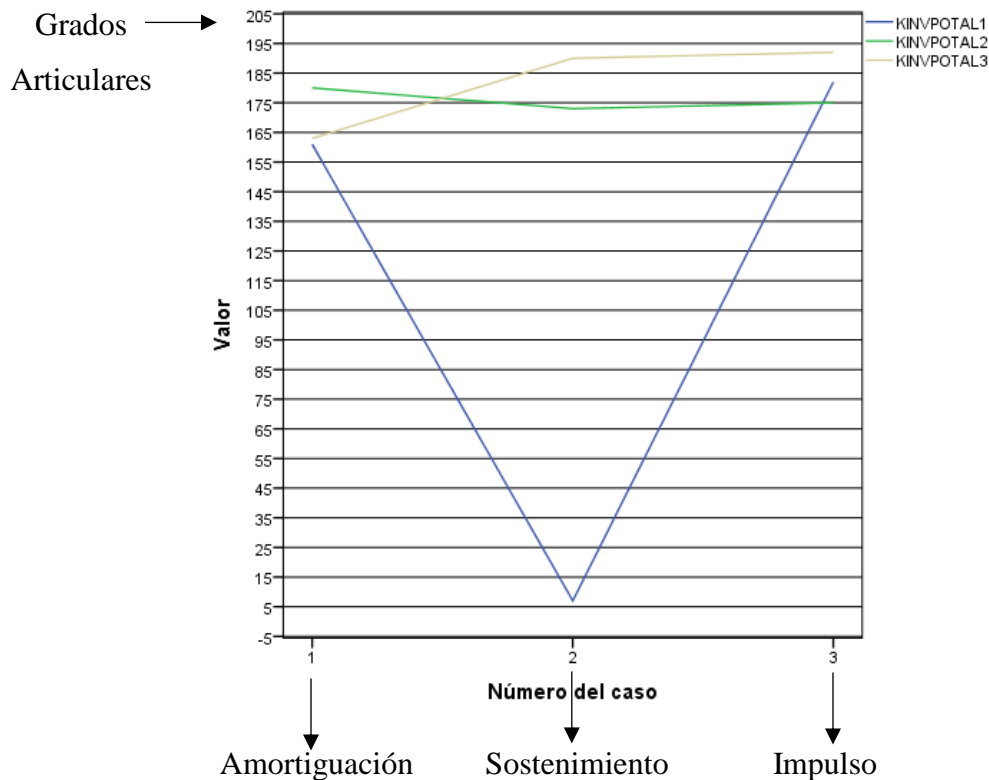
KINVLROD3 = Kinovea vista lateral rodilla, sujeto 3.

Para el análisis del talón se hizo desde la vista posterior como se muestra en la gráfica N°3; iniciando con la sub fase de amortiguación, la cual arrojó una media de 116° con una $\pm 95.55^\circ$, con un mínimo de 7° y un máximo de 182°.

Continuando con la sub fase de sostén se encontró que la media fue de 176°, con una desviación estándar de 3,60°, con un mínimo de 173° y un máximo de 180°.

Finalmente en el análisis del talón fue la sub fase de impulso, en donde mostró una media de 181°, con una desviación de 16.19°, una mínima de 163° y un máximo de 192°.

Gráfica 3. Análisis biomecánico de talón.



KINVPOTAL1 = Kinovea vista posterior talón, sujeto 1.

KINVPOTAL2 = Kinovea vista posterior talón, sujeto 2.

KINVPOTAL3 = Kinovea vista posterior talón, sujeto 3.

8 DISCUSIÓN

Los deportistas con los que se realizó el trabajo, pertenece a la disciplina de triatlón, los cuales se encuentran en un rango de edad entre los 15 y 18 años, perteneciendo a la categoría junior. Por tanto la población analizada concuerda con la categoría impuesta por FedeColtri (2018), en la cual determina que la edad favorece los procesos biológicos o biomecánicos de la disciplina deportiva adaptándose a una modificación estructural satisfaciendo una necesidad o un interés ligado a la adaptación, en este caso a la necesidad de una mejor técnica deportiva.

El peso de los deportistas se encontró entre los 55 y 68 kg, con un promedio de 59 kg, la talla esta entre el margen de los 158 cm y 167 cm, con edades entre los 15 y 16 años, se tuvo en cuenta al Ministerio de Salud y Protección Social (M.S.P.S., 2007). El 66.7% de los individuos se encontraban dentro del rango normal de talla y peso con un margen de 157 cm a 160 cm para la talla y un peso entre 61 kg y 64 kg; con el porcentaje restante representado en el 33.3% presento sobrepeso cuando se encuentra por encima de 66 kg pertenece a la categoría de obesidad debido a factores genéticos, dieta, el entorno según informes del M.S.P.S. En referencia a esto se habla que al mantenerse dentro del rango normal, los triatletas pueden llegar a realizar una tarea física de manera adecuada y mucho mejor que quienes se encuentran por encima o debajo de estos rangos, apoyando esto la Organización Mundial de la Salud (O.M.S., 1968) define la condición física como “la habilidad de realizar adecuadamente trabajo muscular”; complementando lo anterior De la Cruz, E., Pino, J. (S.F.) afirman que “la condición física implica la capacidad de los individuos de abordar con éxito una determinada tarea física dentro de un entorno físico, social y psicológico”

En la población se evidencio una desviación de la columna vertebral, mostrando una escoliosis, lo que para Puertas, Y. (2010) quien expone que “la escoliosis se hace más frecuente durante el periodo puberal de las personas, acompañándose de alteraciones como defectos del equilibrio global y propioceptivo raquídeo; asimetría del balance muscular de la musculatura del raquis (rigidez); dolores capsulares, ligamentosos y musculares”, por lo cual provoca también una elevación de hombro en la población analizada, por tanto es posible

decir que cuando se presentan alteraciones posturales que no provienen de algún tipo de sobrecarga o lesión deportiva, es común que las alteraciones presentadas provengan de una inadecuada relación entre las estructuras anatómicas que conforman el segmento corporal por tanto puede llegar a afectar la técnica deportiva en la carrera a pie.

Se evidenció una desalineación de las caderas, lo cual puede llegar a ser un factor concluyente para que los triatletas no tengan una buena alineación postural tal como lo manifiesta Rosero, R. et. al. (2010) “la posición de la pelvis es la clave del correcto alineamiento postural”. Por ello existe una desalineación postural que además probablemente la cause una asimetría en los miembros inferiores, a lo que Rosero, R. et. al. (2010) 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 de una diferencia de longitud de los miembros inferiores”; además de esto el trocánter mayor presentó en los diferentes triatletas una antepulsión y retropulsión, lo que es muy importante ya que la articulación de la cadera desempeña importantes funciones previstas como bipedestación y la marcha; obteniendo así del estudio resultados los cuales hablan probablemente de una afectación de la técnica de la carrera a pie, debido a diferentes factores entre los más relevantes la angulación en varo o valgo del pie, provocando en las rodillas una angulación anterior o lateral y esta a su vez una diferencia de altura en la cadera. Además numerosos músculos mueven la articulación de la cadera, ya sea directa o indirectamente como lo sustenta Pérez, P. et. al. (2015) diciendo que tanto en carrera como en Sprint, la extensión máxima es similar a la que se produce al caminar, pero ocurre sutilmente más tarde en el ciclo (en el despegue). A medida que se aumenta la velocidad, también lo hace la flexión máxima de cadera, lo cual conlleva al incremento de la longitud del paso.

En cuanto a la rodilla, tanto la articulación izquierda como la derecha presentaron desviaciones en la totalidad de la población tanto en genu valgo como genu varo, con relación a esto Cailliet, R. (2005) “la sinartrosis se estabiliza gracias a ligamentos de la articulación (...) La estructura ósea de la rodilla no puede, por sí misma, alcanzar la estabilidad; antes bien, dicha estabilidad la proveen las estructuras ligamentosas y los músculos de la articulación”. Se puede decir que estas desviaciones tienen gran importancia en la población

analizada porque incapacitan para la práctica deportiva, sobre todo las piernas en genu valgo, y en el caso específico impidiendo una buena realización de la técnica de la carrera a pie. Además desde la vista lateral izquierda, la rodilla de dos de los tres triatletas analizados se encontró en posición genu recurvatum, lo cual pudo ser resultado de la ubicación anterior de la banda iliotibial o la laxitud ligamentaria del ligamento colateral medial (LCM), ligamento colateral lateral (LCL), ligamento cruzado posterior (LCP); apoyando esto Miralles, R. (2000) habla que “en las rodillas sin inestabilidad el desplazamiento anteroposterior de la tibia con respecto al fémur dependen de la laxitud ligamentosa de cada individuo y de la posición de rotación de la tibia en el momento de la exploración, así como el desplazamiento depende del grado de flexión”, además se debe tener en cuenta que no solo depende de la articulación de la rodilla para la estabilidad en bipedación, ya que también hace parte de esta estabilidad las articulaciones de cadera y tobillo trabajando en conjunto y de manera alineada, a lo cual Miralles, R. (2000) “las tres articulaciones, cadera, rodilla y tobillo, están alineadas a lo largo de una recta, eje mecánico del miembro inferior. En la pierna se superpone con el eje de la tibia, mientras que en el muslo forma un ángulo de 6° con el eje del fémur” p. 228. Por lo cual esta desviación en recurvatum de los triatletas tuvo que ver también con la desviación de cadera presentada anteriormente.

Con respecto a la rótula derecha se presentó en mayor porcentaje la rotación externa, en concordancia a esta alteración se halló una posible causa de la desalineación, la cual podría ser la debilidad de los músculos cuádriceps, más puntualmente el vasto medial, a lo cual Borowski, M. (2012) 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”. El atleta al presentar esta alteración estaría propenso a lesiones debido a que la desalineación de la rótula, sea medial o lateral tiene como resultado un roce y por tanto desgaste sobre sus estructuras cercanas tal como lo afirma Domenech, L. (2012) donde nombra primordialmente la condromalacia rotuliana, la cual se presenta como un dolor detrás de la rótula que aumenta con la flexión de la rodilla debido a la mala alineación de la rótula o sobre esfuerzo y se presenta como una de las lesiones que más agobia a un corredor.

En cuanto a la articulación del tobillo derecho se evidenció que la mayoría de los deportistas presentan alteración en talo varo y la minoría en talo valgo, a esto Laredo, E. (2011) expone que “los esguinces de tobillo se deben generalmente a una inversión o hiperinversión del pie”, debido a una posición del tobillo en varo hace que sea más propensos a lesiones, por lo tanto la población analizada presenta una posible debilidad del ligamento lateral externo en sus tres divisiones (haz peroneoastragalino anterior, peroneocalcaneo, peroneoastragalino posterior) los cuales componen en conjunto este ligamento, esto es reafirmado por Cailliet, R. (2005) el cual señala que “la articulación del tobillo es el astrágalo del pie entre el maléolo tibial medial y el maléolo peroneo lateral. Esta articulación es inestable, pero los ligamentos mediales y laterales la hacen más estable”.

Biomecánica de la rodilla, tobillo y talón durante el gesto de la carrera a pie:

La rodilla derecha e izquierda desde la vista lateral se caracterizó por el predominio del rango articular por debajo de lo normal, ya que Panesso. et. al. (2009) habla que “un rango normal de movimiento para la flexión de la rodilla es de 130° a 140° ; sin embargo si la cadera se encuentra en posición de hiperextensión, el rango podrá disminuir a un valor de 120° ” (p.15), en la flexión máxima de cadera el rango de movimiento puede aumentar hasta 160° , de este modo se dice que dos deportistas se encuentran por debajo del rango normal, ya que el movimiento de la rodilla se hizo con la cadera en flexión y solo uno realizo un movimiento articular dentro del rango normal con 135° , a esto Pérez, P. et. al. (2015) añade que “en carrera, durante el periodo de absorción de la fase de apoyo, la rodilla se flexiona aproximadamente hasta los 135° . A esta flexión le sigue una extensión de unos 20° (hasta los 155°) durante la fase de propulsión”, lo cual concuerda con lo analizado en uno de los deportistas, el resto de la población se quedó por debajo del rango normal al hacer una flexión menor de lo presentado por Pérez, P. et. al. (2015) mientras la cadera se encontraba en flexión.

Para la sub fase de sostén, toda la población mostró un rango articular de ambas rodillas por debajo de lo normal comparado con los rangos planteados por Alzamora, H. (2008). “el rango de movilidad normal para flexión es de 130° - 140° y se realiza sobre un eje

transversal en el plano sagital, que visto desde un plano frontal pasa por los cóndilos femorales horizontalmente”, así que hasta esta sub fase los deportistas realizan poco movimiento de la articulación lo cual Góngora et. al. (2003) comenta que “la rodilla consigue sus 2 objetivos básicos: amplia libertad de movimientos y total estabilidad (...) Alcanza una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, muy necesaria en la carrera y para orientar óptimamente el pie en relación con las irregularidades del terreno”, se puede decir entonces que los triatletas debido a su poco grado articular no obtienen una gran movilidad, la cual es necesaria para una óptima técnica de la carrera a pie y este grado articular puede ser limitado por la poca elasticidad de los músculos involucrados, ya que dentro de los músculos que afectan directamente la articulación de la rodilla se encuentran siete flexores, esto lo sustenta Panesso, M. et. al. (2009) diciendo que “dentro del grupo de flexores encontramos: bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso, el sartorio, el gracilis, el poplíteo, los gastrocnemius (gemelo y sóleo). También involucra el movimiento funcional de la rodilla, el músculo genu articularis”.

Para el impulso se evidenció que todos los triatletas se hallaban por encima del rango normal conforme la teoría planteada por Gómez, A. (2014) “la flexión de la rodilla a partir de la posición 0 es hasta de 135°” lo cual no concuerda con lo encontrado ya que sobrepasa la flexión de la articulación y además de esta sub fase final de impulso González, A. (2014) explica que en esta fase “se produce una contracción del tríceps sural encargado de impulsar el cuerpo sobre el pie más adelantado, produciéndose una progresiva extensión del tobillo, el talón se despega del suelo y se produce la flexión dorsal de los dedos”, relacionándolo con los deportistas analizados al tener un rango articular mayor, pueden ejercer una acción muscular más fuerte, mayor amplitud de zancada antes de iniciar el siguiente ciclo y esto permite un avance mayor en la carrera a pie en cada ciclo del mismo.

En el análisis del tobillo desde la vista lateral se reflejó que el tobillo realizó dorsiflexión en los dos primeros momentos de la fase de apoyo, para el tercer y último momento el tobillo se halló en plantiflexión, lo cual concuerda con lo expresado por Pérez, P. et. al. (2015) diciendo que “en la carrera y el sprint, durante la fase de absorción, el tobillo realiza una flexión dorsal. La flexión dorsal máxima en apoyo es menor en el sprint que en

la carrera, mientras que la flexión plantar en la fase de generación es mayor”, de acuerdo con esto se dice que los triatletas cumplen con el movimiento correcto del gesto técnico en esta fase. En cuanto al grado articular de la sub fase de amortiguación y sostén se evidenció por encima del rango normal, la siguiente sub fases correspondiente a la sub fase de impulso se halló dentro del rango normal de acuerdo a lo que indicó Viladot (2016), afirmando: “el tobillo presenta un movimiento principal, que tiene lugar en el plano longitudinal y que es el de flexión plantar y dorsal del pie. Comúnmente se acepta que hay unos 15° a 20° de dorsiflexión y unos 40° a 50° de flexión plantar” (p.475) y en concordancia con los triatletas analizados se pudo indicar que un mayor rango articular del tobillo hace que realice una buena amortiguación.

La vista posterior arrojó que el talón realiza un movimiento articular de dorsiflexión y plantiflexión por encima del rango normal según lo expuesto por Miralles, R. (2000) diciendo que “la articulación del tobillo realiza esencialmente un movimiento de flexo extensión de unos 40° de flexión plantar y 30° de flexión dorsal”, con lo que se puede estar hablando de un buen movimiento articular gracias a la ayuda de sus músculos flexo extensores, los cuales Cailliet, R. (2005) dice “los flexores plantares son los músculos gastrocnemio, sóleo, tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo” y ampliando un poco más Miralles, R. (2000) sustenta “la movilidad de las articulaciones del pie no es completo sino se examina la fuerza de los grupos musculares más importantes que controlan los movimientos descritos con anterioridad. Debe estudiarse la fuerza de cada músculo” y finaliza este comentario señalando que además se debe palpar el tendón para asegurarse de que la pérdida de función no está cubierta por la contracción de otro músculo, con lo cual se habla que es probable que la población analizada en este estudio tengan una fortaleza muscular y de su tendón involucrados en el movimiento de dorsiflexión y plantiflexión realizados durante el gesto técnico de la carrera a pie.

9 CONCLUSIONES

Las alteraciones posturales encontradas están asociadas a la incorrecta alineación de la columna vertebral, cadera, rodillas y tobillos lo que constituirá posiblemente desde ahora sea un factor de riesgo de lesiones para los triatletas que podrían ser osteomusculares.

Cuando no se tiene un gesto técnico ideal afecta directamente en el rendimiento del deportista, debido a que posiblemente se pueda llegar a perder amplitud en la zancada y esto genera un gasto energético mayor.

La articulación de las rodillas se ve limitada por la poca elasticidad muscular (músculos que ayudan al movimiento articular), y tendones, provocando que la flexión de dicha articulación se encuentre por debajo del rango normal.

Los movimientos del tobillo, los rangos articulares presentados están en concordancia con la teoría, disminuyendo en esta articulación el riesgo de lesiones osteomusculares durante la práctica de la carrera a pie.

Si hay una desalineación de uno o más segmentos entre la rodilla, tobillo y talón afectarán a los demás segmentos, provocando un desbalance en la ejecución del gesto técnico de la carrera a pie.

El triatleta se caracteriza por una carrera de un gesto pendular debido a que está directamente relacionado con la carrera que realizan, con rangos de movimiento superior a los normales para el talón y en cuanto la rodilla y tobillo inferiores a los establecidos por la teoría.

10 RECOMENDACIONES

Para la liga de triatlón sería vital llevar a cabo exámenes posturales en los triatletas al inicio, intermedio y final de cada temporada, lo cual permita elaborar o modificar un entrenamiento apoyado en las correcciones necesarias que puedan afectar la realización correcta del gesto técnico de la carrera a pie, o que puedan ocasionar lesiones.

Es fundamental que a los deportistas se les recomiende una educación temprana y continua orientada por padres de familia, profesores y entrenadores de la correcta postura en las actividades cotidianas y aún más importantes durante la práctica deportiva, para mejorar su higiene postural.

Es esencial que dentro de los planes de entrenamiento, a los triatletas se les entrene el gesto técnico de la carrera a pie antes de cada práctica de atletismo tal como lo recomienda la literatura actual para una apropiación más rápida y continua de cada gesto.

A la Universidad del Cauca se recomienda seguir fundamentando la práctica de investigaciones cuantitativas desde el análisis biomecánico en diferentes deportes.

Para un próximo estudio se recomienda realizar un análisis con más deportistas e incluir mujeres.

Tal como se realizó en una categoría competitiva, se recomienda realizar evaluaciones en otras categorías y edades menores a las analizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzamora, H. (2008) Biomecánica de la rodilla. (pág. 28).
- AMADIO, A. C. (1986). Introdução à biomecânica do esporte considerações sobre métodos de investigação. *Revista Paulista de Educação Física*. 1 (1): 13-15.
- AMADIO, A. C. (2000). Metodologia biomecânica para o estudo das forças internas ao aparelho locomotor: importância e aplicações no movimento humano. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. (orgs.). *A Biodinâmica do Movimento Humano e suas Relações Interdisciplinares*, p. 46-49, 50-52. Estação Liberdade e USP, São Paulo.
- Artículo Revista Semana (2012). El deporte colombiano exige más apoyo. Publicación 31 agosto de 2012. Obtenido de <https://www.semana.com/deportes/articulo/el-deporte-colombiano-exige-mas-apoyo/263957-3>
- Bauer, J. A. (1999). Ferramentas do biomecânico: uma breve revisão de três tecnologias chave. *Artus*. 19 (1): 9.
- Ballesteros, J. (1987). El libro del triatlón. Arthax S.L., Madrid.
- Berdejo, D. Sánchez, A. Martínez, E. Zagalaz, J. y Diéguez, S. Alteraciones de la Huella plantar en Función de la Actividad Física. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista49/artalteraciones340.pdf>
- Borowski, María. (2012) Síndrome del dolor patelofemoral.
- Cailliet, R. (2005) Anatomía Funcional, Biomecánica. (pág. 196/252).
- Castejón, F. J. (2001). Iniciación deportiva. Aprendizaje y enseñanza. Madrid. Pila Teleña (edición electrónica).

- Congreso de la República (18, enero 1995). El deporte en general [Art.15, 16]. Recuperado de:http://www.coldeportes.gov.co/atencion_ciudadania/glosario_tematico/centro_alt_o_rendimiento/el_deporte_general
- Curcio, L. Investigación Cuantitativa: una perspectiva epistemológica y metodológica. S. Universidad de Caldas. Ed. Kinesis 2000.
- Díaz, C., Torres, A., Ramírez, J., García, L. y Álvarez, N. (2006). Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes Fase I. Revista EIA, (6), 43-55.
- Ehrler, W. (1994). Triatlón: técnica, táctica y entrenamiento. Paidotribo, Barcelona.
- Federación Colombiana de Triatlón (30, enero 2018). Normativa de la Federación para vigencia del 2018. Resolución No.003. Recuperado de <http://fedecoltri.com/wp-content/uploads/2018/04/Resolucion-003-Enero-30-2018-Por-medio-de-la-cual-se-aprueba-la-normativa-de-la-Federacion-para-la-vigencia-del-2018.pdf>
- Federación Colombiana de Triatlón (2017). Resultados competencias 2017. Rescatado de <http://fedecoltri.com/resultados/>
- Galera, O., Gleizes, S., Pillard, F., Riviere, D. (Octubre, 2011). Prevalencia de lesiones en triatletas de una liga francesa. *Apunts Med Esport*, 47: 9-15. Recuperado de <http://www.apunts.org/index.php?p=revista&tipo=pdfsimple&pii=X0213371712015051>
- García, D. Herrero, J. (2003). El triatlón: un acercamiento a sus orígenes y a los factores que determinan su rendimiento. Buenos Aires - Año 9 - N° 66 - Noviembre de 2003.
- Gómez, A. (2014) Rangos de movimiento articular. Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos.
- Góngora García LH, Rosales García CM, González Fuentes I, Pujals Victoria N. Articulación

de la rodilla y su mecánica articular. [artículo en línea]. MEDISAN 2003;7(2). [consultado el 16 de noviembre de 2018].

González, A. (2014). Servicio de análisis biomecánico para corredores populares. Madrid.

Guede, D., González, P., y Caeiro, J. (2013). Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos. Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral, 5(1), 43-50. <https://dx.doi.org/10.4321/S1889-836X2013000100008>

Hernández, M. (1994). Fundamentos del deporte. Análisis de las estructuras del juego deportivo. Barcelona: INDE.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Babbista, P. (2014) Metodología de la investigación. 6ta. Edición.

Hidalgo, J. (2003) Biomecánica del triatlón de distancia olímpica.

Hornillos, I. (2000) Historia del atletismo. Barcelona.

Hurtado, J. Cerón, J. (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. Universidad del Cauca, Colombia.

Internacional Triatlón Union (2016). Disponible en:

http://wts.triathlon.org/news/article/2016_itu_competition_rules_released/es

Joan, C. (2004). Kinovea. Obtenido de <http://www.kinovea.org>

Lacouture, P., Colloud, Decatoire y Monnet (2013). Estudio biomecánico de la carrera a pie.

<Http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1762827X13651962>”

Laredo, E. (2011) El tobillo anatomía y lesiones más frecuentes.

Liga Caucana de triatlón (2000). Constitución de la liga caucana de triatlón. Rescatado de

<https://ligacaucanadetrialon.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/04/Acta-de-Cosntituci%C3%B3n-Liga-Caucana-de-Trialthon.pdf>

- Lluís Franqués, Domenech. (2012) Rodilla dolorosa del corredor.
- López, R. Reyes, R. (2008). Caracterización de la técnica deportiva de la marcha atlética a través de un sistema de análisis 3d. Umbral Científico, núm. 12, junio, 2008, pp. 65-80. Universidad Manuela Beltrán Bogotá, Colombia.
- Marqués, N. (2012) Biomecánica aplicada a la locomoción y el salto en el voleibol. Brasil.
- Marmolejo, L. (2012) Presidente Federación colombiana de atletismo. Apoyo a deportistas, problema a mejorar.
- Martínez Estupiñan, L. M. (Abril de 2017) Lesiones deportivas en niños atletas. Estudio de 20 años. *Medisur, Vol. 15*.
- Ministerio de Salud y Protección Social (2007). Extraído de:
<https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inicio.aspx>
- Miralles, R. (2000) Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor.
- Morcillo, C. Polainas Y. y Sánchez, O. (2015) Análisis biomecánico de gesto deportivo de remate en el voleibol, en las deportistas de la selección femenina de la universidad de cauca.
- Rahaingoniaina, N. (2011). Desviaciones angulares de las rodillas. Universidad de Ciencias Médicas Cienfuegos Cuba.
- Rosero Martínez, R. V., Vernaza Pinzón, P. (2010). Perfil postural en estudiantes de fisioterapia.
- Ogueta, A., Muñoz, F. y García, J. (2014). Análisis biomecánico de la competición de 3000m obstáculos. Retos: Nuevas Perspectivas De Educación Física, Deporte Y Recreación, (26), 157-162.
- Oliveira, C., Navarro G., Navarro N., Ruiz C., Jiménez D., Brito O., (2007) Biomecánica del hombro y sus lesiones.
- Panesso, M., Trillos, M., & Tolosa, G. (2009). Biomecánica clínica de la rodilla. (págs. 15

-38). Bogotá; Editorial Universal del Rosario.

Parlebas, P. (1988). Elementos de sociología del deporte. Málaga. Unisport.

Pérez, p., Llana, S. (2015) Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte. (p. 681)

Pesciallo, C., Garabano, G., Viollaz, G., Oviedo, A., Simesen, H. y Sel, H. (2011)

Artroplastia total de rodilla en genu recurvatum Presentación de un caso.

Puertas, Y. (2010). Escoliosis durante el periodo puberal.

Revista Olímpica Colombiana (Febrero, 2016). Triatlón. Volúmen (45). Pág. 51.
<http://www.coc.org.co/revistas/>

Rosero, R., Vernaza, P. (2010) Perfil postural en estudiantes de fisioterapia Chía.

Ruano c., Macías, r. (2011) Biomecánica de la articulación de tobillo en la acción de gesto técnico de remate, en deportistas de la selección masculina de futbol sala, de la universidad del cauca, de la ciudad de Popayán.

Ruiz Patiño, J. (2017). Balance sobre la historiografía del deporte en Colombia. Un panorama de su desarrollo. Materiales Para La Historia Del Deporte, (15), 24-44.

Santos, A. (31, Agosto de 2012). El deporte colombiano exige más apoyo. Revista Semana. Colombia. Obtenido de <http://www.semana.com/deportes/articulo/el-deporte-colombiano-exige-mas-apoyo/263957-3>

Savari, J. (2000) La iniciación deportiva y la intervención del adulto, algunas reflexiones desde una perspectiva didáctica. Buenos Aires, Argentina.

Suarez, G. (2007). Análisis postural por imagenología computarizada: APIC V-8

Soares, W. (2012) Biomecánica Aplicada Al Deporte: Contribuciones, Perspectivas Y Desafíos.

Urcola, M. (2003) Algunas apreciaciones sobre el concepto sociológico de juventud. *Invenio*, 6 (41-50).

Viladot, A. V. (2016). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Revista española de Reumatología, 471-477. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-española-reumatología-29-artículo-anatomía-funcional-biomecanica-del-tobillo-13055077>

ANEXOS

Anexo A



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

GRUPO DE INVESTIGACIÓN SALUD Y MOTRICIDAD HUMANA
FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

Título del proyecto: Análisis biomecánico de miembros inferiores en el gesto técnico de la carrera a pie en deportistas de la liga caucana de triatlón categoría junior de la ciudad de Popayán.

Popayán, _____, el firmante manifiesta que una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos y evaluación que se llevara 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:

- Diligenciar la encuesta con los datos personales.
- Evaluación biomecánica y postural.
- 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 e este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitirán mejorar los aspectos biomecánicos 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 guardará en la Universidad del Cauca bajo la responsabilidad de los investigadores.

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

Nombre completo del deportista

T.I. _____

Firma del padre de Familia

C.C. _____

De: _____

Anexo B



ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE MIEMBROS INFERIORES EN EL GESTO TÉCNICO DE LA CARRERA A PIE EN DEPORTISTAS DE LA LIGA CAUCANA DE TRIATLÓN CATEGORÍA JUNIOR DE LA CIUDAD DE POPAYÁN

Ficha técnica para los deportistas.

Nombre completo:

Documento Identidad: T.I., C.C. _____ Sexo: M / F

Fecha de nacimiento: mes: _____ día: _____ año: _____

Peso (g): _____ talla (cm): _____ edad (años): _____

Teléfono: _____ dirección: _____

Deporte (s):

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

Años de práctica de triatlón:

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

Lateralidad: _____

Preferencia de disciplina deportiva: carrera natación bicicleta

Qué triunfos ha obtenido: _____

Cuales han sido sus mejores resultados: _____

Última carrera de triatlón en la que compitió: _____

Resultado de la última Carrera en la que participó: _____

Firma

Anexo C.

Toma postural, vista lateral derecha.



Toma postural, vista lateral izquierda.



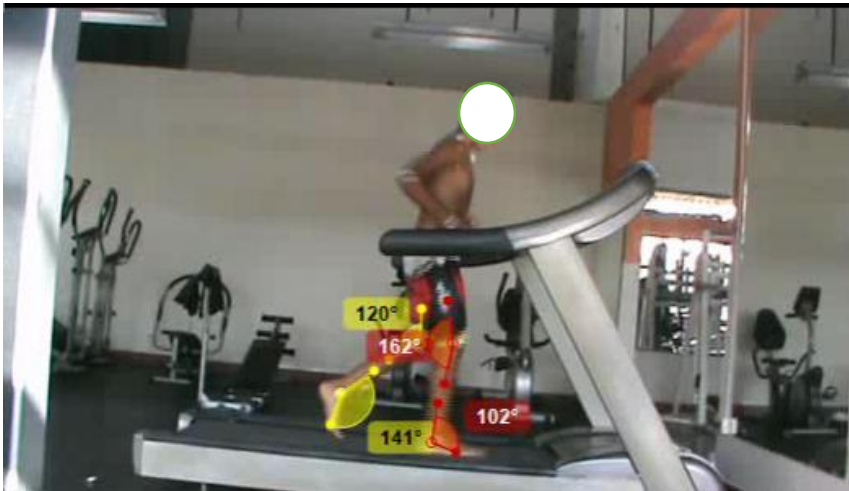
Toma postural, vista anterior.



Toma postural, vista posterior.



Análisis biomecánico, vista lateral derecha.



Análisis biomecánico, vista posterior.

