

ANÀLISIS DE LA BIOMECÀNICA DE LA MARCHA EN MIEMBROS INFERIORES
DE DOS PERSONAS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD VISUAL DE LA
FUNDACION PERCIBV DE LA CIUDAD DE POPAYÁN

AUTORES:

NINI JOHANA ASTUDILLO ALONSO

DAVID FELIPE RENDON COLLAZOS

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÒN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÒN FÌSICA, RECREACIÒN Y DEPORTE
LICENCIATURA EN EDUCACIÒN BÀSICA CON ÈNFASIS EN EDUCACIÒN
FÌSICA, RECREACIÒN Y DEPORTES

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ANÀLISIS DE LA BIOMECÀNICA DE LA MARCHA EN MIEMBROS INFERIORES
DE DOS PERSONAS EN SITUACION DE DISCAPACIDAD VISUAL DE LA
FUNDACION PERCIBV DE LA CIUDAD DE POPAYÁN

AUTORES:

NINI JOHANA ASTUDILLO ALONSO

DAVID FELIPE RENDON COLLAZOS

DIRECTOR:

MAG: NANCY JANETH MOLANO TOBAR

ASESOR:

MAG: CARLOS IGNACIO ZUÑIGA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÒN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÒN FÌSICA, RECREACIÒN Y DEPORTE
LICENCIATURA EN EDUCACIÒN BÀSICA CON ÈNFASIS EN EDUCACIÒN
FÌSICA RECREACIÒN Y DEPORTES
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

AGRADECIMIENTOS

“A Dios, Por acompañarme todos los días.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentí que el camino se terminaba, a ustedes por estar siempre en mi corazón y mi agradecimiento. Papá y mamá

Gracias por ser mis sigilosos guardianes y compañeros, son los mejores hermanos. (Aleja, Yimi, Marly, Maiqol y Vanessa)

A tu paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor, ahora puedo decir que este proyecto lleva mucho de ti, gracias por haber estado siempre a mi lado, MEN.

Amigos y familiares:

Gracias por estar conmigo, por su confianza y cariño.

A todos mis amigos, compañeros y profesores de la Universidad que formaron parte de esta aventura, siempre se quedarán en mis recuerdos.

A todos infinitas gracias, porque cada uno fue de vital importancia para la culminación de mi carrera”.

NINI JOHANA ASTUDILLO

“A Dios Todopoderoso quien

Ha guardado mis pasos en toda mi existencia.

A mis padres y mi familia quienes me educaron con ética en todo proceso de crecimiento.

A mis amigos, profesores, compañeros y colegas, les doy gracias porque juntos aprendimos la importancia de construir universidad.

A todos infinitas gracias por acompañar mi camino por la vida

Donde aprendí a crecer y a gritar rebeldía”

DAVID FELIPE RENDON COLLAZOS

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÒN.....	5
2. MARCO TEÒRICO.....	6
2.1 MOVIMIENTO HUMANO.....	6
2.2 BIOMECÀNICA DE LA MARCHA	8
2.2.1 BIOMECÀNICA DE MARCHA DE MIEMBROS INFERIORES	11
2.2.1.1 CADERA.....	11
2.2.1.2 RODILLA	11
2.2.1.3 TOBILLO	11
2.2.2 FASES DE LA BIOMECÀNICA DE LA MARCHA.....	12
2.2.2.1 FASES (Perry, 1992)	13
2.3 PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL TOTAL O PROFUNDA.....	16
3. ÀREA PROBLEMICA.....	18
3.1 PROBLEMA	19
4. ANTECEDENTES	20
4.1 CONTEXTO.....	21
4.2 ASPECTO SOCIO- CULTURAL.....	23
5. JUSTIFICACIÒN	25
6. OBJETIVOS.....	26
6.1 OBJETIVO GENERAL	26
6.2 OBJETIVOS ESPECIFÌCOS	26
7. MARCO METODOLÒGICO.....	27
7.1 METODOLOGÍA	27
7.2 TÈCNICAS E INSTRUMENTOS	27
7.1.2 PLAN DE ANÀLISIS.....	30
7.2 CRITERIOS ÈTICOS.....	30
8. ANÀLISIS Y DESCRIPCIÒN DE RESULTADOS	31
9. DISCUSIÒN	41
11. RECOMENDACIONES.....	45

12.	LISTA DE ANEXOS	46
13.	BIBLIOGRAFIA.....	48

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 0-1. SÁNCHEZ, 1999	13
ILUSTRACIÓN 0-2. CONTACTO INICIAL. SÁNCHEZ 1999.	14
ILUSTRACIÓN 0-3.APOYO PLANTAR. SÁNCHEZ 1999.	15
ILUSTRACIÓN 0-4. DESPEGUE DE DEDOS. SÁNCHEZ 1999	15

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. VISTA LATERAL DERECHA DE LAS ARTICULACIONES (TOBILLO, RODILLA Y CADERA) DURANTE EL CHOQUE PLANTAR	31
TABLA 2. VISTA LATERAL DE LAS ARTICULACIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR DERECHA (TOBILLO, RODILLA Y CADERA) DURANTE EL APOYO PLANTAR	32
TABLA 3. VISTA LATERAL DERECHA. DESPEGUE DOBLE DE LAS ARTICULACIONES (TOBILLO, RODILLA Y CADERA)	33
TABLA 4. . VISTA ANTERIOR DEL TRONCO DURANTE EL CHOQUE PLANTAR, EL APOYO PLANTAR Y EL DESPEGUE DOBLE	34
TABLA 5. VISTA LATERAL DE LAS ARTICULACIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR IZQUIERDA (TOBILLO, RODILLA Y CADERA) DURANTE EL CHOQUE PLANTAR	35
TABLA 6. VISTA LATERAL DE LAS ARTICULACIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR IZQUIERDA (TOBILLO, RODILLA Y CADERA) DURANTE EL APOYO PLANTAR	36
TABLA 7. VISTA LATERAL DE LAS ARTICULACIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR IZQUIERDA (TOBILLO, RODILLA Y CADERA) DURANTE EL DESPEGUE DOBLE	37
TABLA 8. VISTA POSTERIOR DEL TRONCO DURANTE EL CHOQUE PLANTAR, EL APOYO PLANTAR Y DESPEGUE DOBLE.	38
TABLA 9. ALTERACIONES POSTURALES DE LOS DOS EVALUADOS	39

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO EXAMEN POSTURAL SOFTWARE APIC 2.0.....	46
ANEXO 2: FORMATO RESULTADOS BIOMECANICA DE LA MARCHA.....	47

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es un estudio de caso que determina el análisis de la biomecánica de la marcha de dos personas en situación de discapacidad visual de la fundación PERCIBV (Personas ciegas y con baja visión) de la ciudad de Popayán, enfocándose en los miembros inferiores, analizando la fase de apoyo de talón donde se incluye el choque plantar, apoyo plantar y despegue de dedos en la vista anterior, vista posterior, vista lateral derecha y vista lateral izquierda.

Esta investigación fue pensada para la comunidad que estudia la biomecánica de la marcha y las alteraciones que se pueden presentar en ella, también va dirigida para la población de discapacidad visual, quienes son favorecidos con este proyecto que buscó describir las alteraciones posturales y biomecánicas durante la marcha para que cada persona inicie su proceso de bio-adaptación para cada situación.

Para esto se tomó en cuenta tanto la postura como la biomecánica de los dos evaluados; los datos posturales fueron obtenidos con cámara fotográfica, posteriormente se transmitieron a un software llamado APIC 2.0 (Análisis postural por imagenología computarizada) que arroja las alteraciones posturales de cada evaluado. Así mismo los datos de biomecánica de marcha se tomaron con videocámara para luego llevarlos al programa KINOVEA (programa que permite analizar objetos en movimiento) para posteriormente marcar los ángulos en el tobillo, rodilla, cadera y tronco en cada una de las fases de la marcha. Finalmente se analizaron y confrontaron con el movimiento ya determinado normal para la biomecánica de la marcha, específicamente en miembros inferiores.

El objetivo fue determinar las alteraciones de la biomecánica de la marcha de las dos personas en situación de discapacidad visual profunda, ya que por el manejo constante del bastón se tiene un indicio de que la marcha puede estar alterada

Así mismo, se espera que con este estudio, se dé pie para realizar una investigación a mayor profundidad, donde se abarque mayor población y se complete en mayor medida esta investigación

2. MARCO TEÒRICO

2.1 MOVIMIENTO HUMANO

La teoría formal sobre el movimiento humano nace con la cinesiología, que es el estudio de los movimientos humanos desde el punto de vista de las ciencias físicas, por lo tanto cualquier tipo de movimiento responde a una estructura bio-psíquica propia de cada individuo, pero con elementos y patrones comunes a la especie.

Cada persona puede entenderse como un “YO CORPORAL”, definiendo a este como el conjunto de acciones y reacciones del sujeto que tiene mediante el ajuste y adaptación al mundo exterior siendo fundamental el papel que cumple el movimiento en este sentido. Toda persona necesita de un prolongado tiempo de vida y experiencias para estructurar su yo y sus conductas motoras, lo cual es indispensable para desenvolverse óptimamente en su vida cotidiana. Retomando las palabras de Rojo¹, donde dice:

“El estudio del movimiento humano es fascinante debido a dos razones principales. En primer lugar porque nos permite conocer nuestros propios cuerpos; a pesar de que la mayor parte de las personas muestran una gran ignorancia en todo lo que se refiere a sí mismas, también tienen una gran curiosidad. La ciencia del movimiento humano explica cómo somos capaces de llevar a cabo nuestras vidas normales mediante la realización de una inmensa gama de actividades cotidianas, de la práctica deportiva y de la participación en otras formas de actividad. La segunda razón para explicar la fascinación del estudio del movimiento humano está relacionada con su complejidad y con las dificultades que tenemos que superar para conocer con precisión en la forma en que nos movemos”.

Es por ello que esta teoría se toma como referencia, porque se centra en la importancia de analizar el movimiento humano en cada una de las actividades que en la cotidianidad realiza, sin quedarse solamente en la posición anatómica donde se está acostumbrado a investigar.

¹ - ROJO J.. Fundamento del movimiento humano. (Barcelona): Editorial MASSON. Año 2006

Para ubicarse en los diferentes análisis del movimiento humano “se debe conocer los mecanismos de inicio, realización y control del movimiento humano, dado que esta información constituye la base de conocimiento que requieren todos los profesionales que trabajan en esta área” (Rojo, 2006 Pag.3)², por esto es necesario aplicar la interdisciplinariedad que sea imprescindible para sus resultados. Es así como “El estudio del movimiento humano puede abordarse desde distintos puntos de vista; cada uno tiene validez por sí mismo pero, aplicado de manera aislada, es limitado. Para un conocimiento holístico de cómo se mueve el cuerpo humano y de los mecanismos que dan lugar al movimiento de sus diferentes partes, es necesario adoptar un abordaje multidimensional” (Rojo, 2006)³. Por tal razón, partiendo desde este postulado se cree importante tener en cuenta lo anteriormente mencionado para así buscar las diferentes formas de análisis en cuanto a movimiento humano. Es necesario combinar la toma de conciencia con la habilidad de observación estructurada e intencionada de como otras personas realizan sus actividades cotidianas, tal como lo dice Rojo que:

“Para desarrollar las habilidades del análisis del movimiento humano es importante, en primer lugar, incrementar la toma de conciencia respecto a este tipo de movimiento en combinación con el conocimiento de los datos más relevantes ofrecidos por los estudios de investigación, todo lo cual nos va a permitir conocer muchos de los factores implicados en el movimiento “normal”. Rojo. (2006 Pag.3).⁴

Después, este conocimiento se puede potenciar mediante el uso de equipos analíticos modernos que permiten la obtención de datos cuantitativos para esta investigación. Es importante, como se planteó anteriormente, observar y analizar desde la multi-disciplinariedad, sin embargo, no se debe perder de vista el estudio tradicional que hasta el momento ha permitido importantes estudios acerca de la anatomía y fisiología con el movimiento humano, por ello se cree adecuada la

² Ibídem pág 3

³ Ibídem pág 3

propuesta realizada por Palastanga⁵ en su libro “Anatomía y movimiento humano” el cual habla de que:

“los movimientos de un segmento del cuerpo se producen respecto a otros solo en único plano. Se producen casi variablemente en dos o tres planos simultáneos y generan un patrón de movimiento complejo. Sin embargo es conveniente considerar por separado los movimientos en cada uno de los tres ejes definidos. Los movimientos en torno a un eje transversal y en el plano para-mediano reciben el nombre de flexión y extensión; los movimientos en torno a un eje antero posterior en el plano coronal se llaman abducción y aducción, y finalmente, los movimientos en torno a un eje vertical en el plano transversal se llaman rotación medial y lateral”.

Por lo tanto a menos que se diga lo contrario, todos los movimientos se describen adoptando como posición de referencia la posición anatómica. En esta posición, se dice que las articulaciones están en una “posición neutra” que es con la que académicamente se ha acostumbrado a investigar. Con base a las dos teorías propuestas por los autores Rojas y Palastanga, se sustenta la postura de visión y evaluación que se llevó a cabo en este proyecto. Por otro lado, no se pretende abarcar el movimiento humano desde una perspectiva corpórea ya que este trabajo es cuantitativo, si se toma desde la motricidad o desde lo humano del cuerpo, el trabajo no sería un análisis de datos sino una investigación sobre el ser corpóreo.

2.2 BIOMECÁNICA DE LA MARCHA

La biomecánica de la marcha desde tiempos antiguos, ha sido de gran importancia para los que se han interesado por analizar cada uno de los movimientos motores de los seres humanos. Es por esto, que para el siguiente proyecto, primero se debe partir desde una conceptualización de diferentes autores sobre la Biomecánica De La Marcha. A continuación encontraremos los postulados de Jódar, Porter y Angulo Barroso.

⁵ NIGEL PALASTANGA. 2001. Anatomía y movimiento humano. Pág., 18

En primer lugar Jódar denomina la biomecánica “como una ciencia que utiliza los principios y métodos de la mecánica (que forma parte de la física) para el estudio de los movimientos de los seres vivos teniendo en cuenta las peculiaridades de éstos” (Jódar, 1993, P: 30), por tal razón es importante buscar los medios necesarios para lograr un análisis adecuado de la biomecánica de la marcha, sin perder la originalidad que caracteriza a cada persona. Para lograr esto, se debe tener en cuenta el análisis de una forma más específica, donde “la biomecánica es denominada cinemática, la cual sitúa especialmente los cuerpos y detalla sus movimientos basándose en los desplazamientos” (Jódar, 1993, P: 31). Es decir que la utilización de todas estas herramientas de la biomecánica, buscan detalladamente cada uno de los diferentes movimientos realizados durante la marcha, que en este caso, fue lo que se pretendió realizar dentro de este proyecto. Por ello fue necesario tener en cuenta la biomecánica propuesta por Porter donde dice que esta “permite efectuar una comparación directa del patrón de movimiento del individuo en relación con una situación normal predefinida”(Porte, 2009.P:145) ⁶, por consiguiente, realizar una descripción detallada de los movimientos en la marcha, será uno de los objetivos propuestos dentro de este proyecto.

Es así como, “el estudio de los patrones de movimiento con un análisis objetivo de éste, permite reunir información simultáneamente con una exactitud y fiabilidad conocidas” (Porter, 2009.P: 146)⁷. En este sentido, siendo la biomecánica tan objetiva, es fácil trabajar y confiar en los resultados que de dicho análisis resultan, debido que dentro de éste también se logra, como lo menciona Porter “estudiar las desviaciones en los patrones de marcha en relación con los cambios funcionales en personas con trastornos” (Porter, 2009.P: 145)⁸. Por ello es muy adecuada esta postulación, que lo que pretende es observar la marcha en dos personas en situación de discapacidad visual profunda.

Es aquí donde lo planteado por Angulo Barroso, toma una importante participación, debido a su forma de conceptualizar la biomecánica, para ella ésta

⁶ -PORTER Suart.. Tidy – fisioterapia (Barcelona): El sevier. Año 2009

⁷ Ibídem pag 146

⁸ Ibídem pag 145

“presenta uno de los mejores campos científicos para el estudio de los comportamientos motores, no solo para describir los cambios que suceden, sino también para entender por qué los cambios pasan (Barroso, 2010, P.3, párrafo 3)”. Por ello, realizar este análisis tendrá sentido siempre y cuando los hallazgos estén sustentados bajo el cómo se hizo y que resultados se obtuvieron de acuerdo con los comportamientos motores, la marcha en sí, es un proceso complejo y por tanto el análisis de las alteraciones de la misma, también puede resultar trabajoso, dado que la biomecánica de la marcha necesita de muchos factores fisiológicos y motores, como “la estabilidad durante el apoyo, la conservación de energía mediante el control del desplazamiento del centro de gravedad, y la existencia de progresión producida por la caída del cuerpo hacia delante” (Barroso, 2010, P.3,)⁹. No obstante, para realmente analizar el proceso de cambio de los comportamientos motores, es necesario que estos conceptos biomecánicos sean combinados con técnicas de reducción de datos, con las que se conseguirán representar, resumir y explicar el comportamiento motor sin perder su contextualización. También es importante tener en cuenta que los seres humanos manejan una diferenciación en su fisiología, por lo tanto no a todos se les manejan los mismos patrones o rangos de movimiento en su aparato locomotor. Para esto fue necesario la utilización de diferentes equipos sistemáticos como software y personas conocedoras de esto, que ayudaron a la realización de cada uno de los análisis de la biomecánica de la marcha.

Ahora bien, la relación que se encuentra entre estas propuestas hechas por los anteriores autores, lo que pretenden con sus postulaciones es el análisis de la biomecánica de la marcha desde las mismas perspectivas, teniendo como base el análisis del aparato locomotor. Haciéndose así de gran importancia a la hora de realizar un detallado análisis, sin dejar de pasar por alto todo lo que respecta el movimiento en sí de los seres humanos. Por tal razón y para finalizar, se tomó postura para este proyecto, basándose en los tres autores dado a su similitud con lo que se pretendió alcanzar dentro de este análisis, lo cual fue la biomecánica de la marcha en las dos personas con discapacidad visual profunda.

⁹ BARROSO, 2010, P.3

2.2.1 BIOMECÁNICA DE MARCHA DE MIEMBROS INFERIORES

En los siguientes párrafos se asumirán las características anatómicas de las grandes articulaciones de los miembros inferiores y se describirá su comportamiento durante las fases de la marcha normal.

2.2.1.1 CADERA

Durante la marcha el movimiento de la articulación de la cadera es triaxial: la flexión y extensión tiene lugar alrededor de un eje medial lateral; la aducción y abducción tienen lugar sobre un eje antero posterior; y las rotaciones interna y externa sobre un eje longitudinal. Aunque los movimientos de flexión y extensión son los de mayor amplitud, los movimientos en otros planos son notables y consistentes dentro de y entre diferentes individuos. Además, las alteraciones en cualquiera de los tres planos de movimiento pueden causar desviaciones problemáticas del típico patrón de marcha en la cadera y otras articulaciones. (Nordin y Frankel, 2004)¹⁰

2.2.1.2 RODILLA

La rodilla es una estructura constituida por dos articulaciones funcionalmente relacionadas pero anatómicamente independientes: la articulación femoro-tibial y la articulación patelo-femoral. Se debe considerar que las dos articulaciones que participan en la funcionalidad de la rodilla ejecutan grados de movimientos sincrónicos, lo cual se logra en condiciones normales cuando existe integralidad de ambos componentes. (Guzmán A, 2007)¹¹

2.2.1.3 TOBILLO

Es una de las articulaciones más complejas del cuerpo humano puesto que da soporte a la carga axial derivada del peso corporal de cada individuo. Se encuentra constituida por los dos huesos de la pierna, la tibia y el peroné, los cuales por su extremo distal se articulan de manera parcialmente congruente con

¹⁰ -NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema músculo-esquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004

¹¹ GUZMÁN A. Manual de fisiología Articular. Capítulo 3. Editorial. Manual Moderno. Colombia. ISBN: 9789589446607

el hueso astrálogo; ello genera cierta inestabilidad que justifica la presencia de un complejo articular muy desarrollado. (Guzmán A, 2007)

Los movimientos de las articulaciones del tobillo, subastragalina, tarsiana, metatarsiana y falángicas contribuyen a una progresión uniforme del centro de gravedad del cuerpo a lo largo del espacio. Se producen constantes ajustes en estas articulaciones en respuesta a las características del terreno y a la acción de los músculos que las cruzan, lo cual proporciona una interacción uniforme entre el cuerpo y la gran variedad de superficies que encontramos cuando caminamos. La pérdida de movimiento o función muscular normal en estas articulaciones tiene un efecto directo no solo en el pie o tobillo sino también en las restantes articulaciones de la extremidad inferior. (Nordin y Frankel, 2004)¹²

2.2.2 FASES DE LA BIOMECAÁNICA DE LA MARCHA

La marcha se puede definir como “un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano, en posición erguida, se mueve hacia adelante, siendo su peso soportado, alternativamente, por ambas piernas”. (Nordin y Frankel. 2004)¹³.

El ciclo de la marcha comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie.

La cantidad relativa de tiempo gastado durante cada fase del ciclo de la marcha, a una velocidad normal, es:

1. Fase de apoyo: 60% del ciclo. (20% del ciclo corresponde al doble apoyo)
2. Fase de balanceo: 40% del ciclo

“Con el aumento de la velocidad de la marcha hay un aumento relativo en el tiempo gastado en la fase de balanceo, y con la disminución de la velocidad una relativa disminución. La duración del doble apoyo disminuye conforme aumenta la velocidad de la marcha”. (Sánchez O, Navarro E y Caballero J. 2011)¹⁴

La siguiente imagen fue tomada de Sánchez J, (1999). Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia

¹² -NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculo-esquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004

¹³ Ibídem capítulo 18

¹⁴ -SÁNCHEZ J. Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia. Año 1999

2.2.2.1 FASES (Perry, 1992)

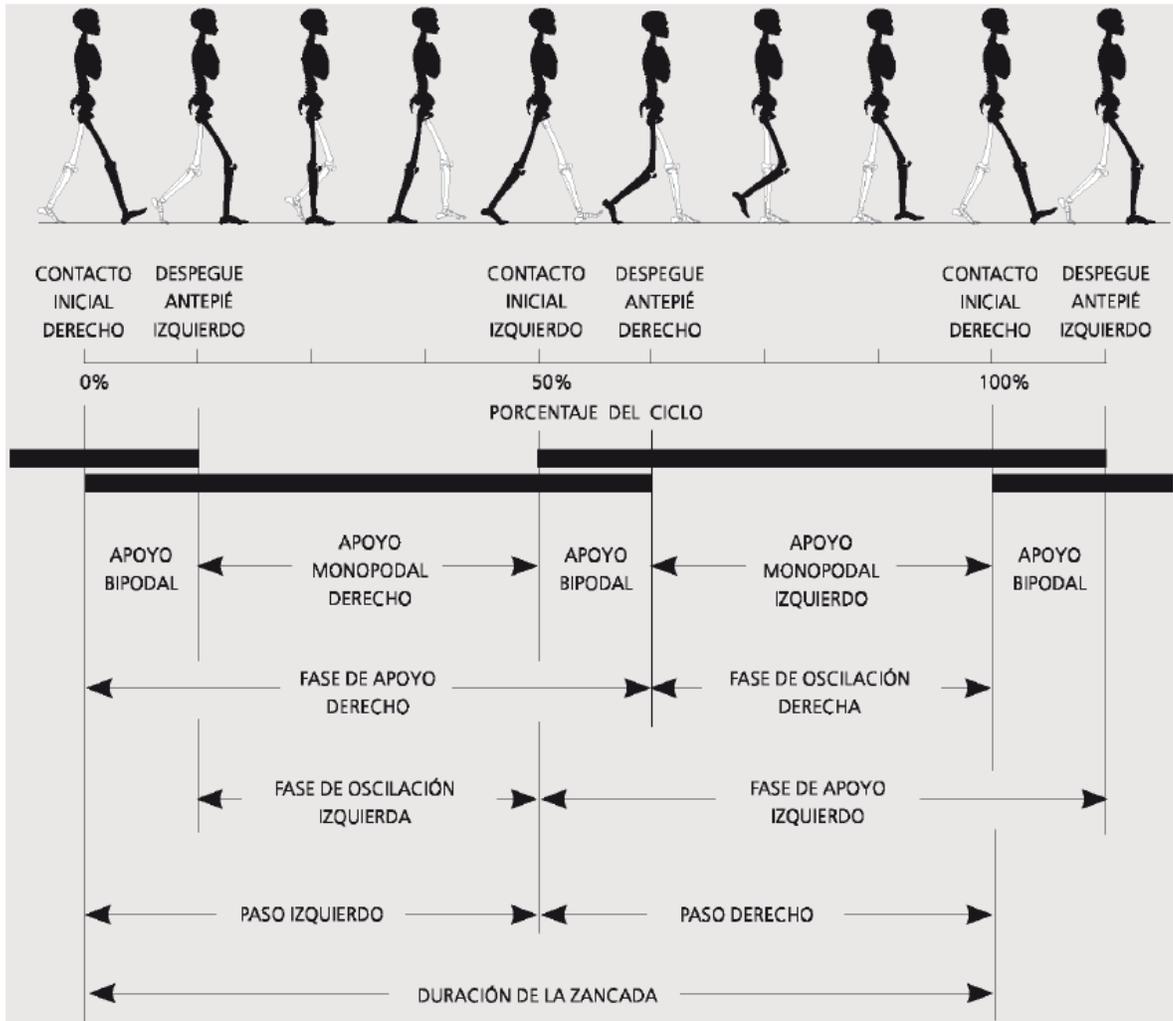


Ilustración 2-1. Sánchez, 1999

2.2.2.1.1 Contacto Inicial (CI), (Choque Plantar):

Durante esta fase el pie toma contacto con el suelo. El objetivo de esta fase es el de posicionar el pie sobre el suelo para iniciar el apoyo. En el instante de contacto, la cadera se encuentra flexionada a 93° , la rodilla en extensión de 170° y el pie en 87° de dorsiflexión. (Nordin y Frankel, 2004)¹⁵

¹⁵ NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculo-esquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004

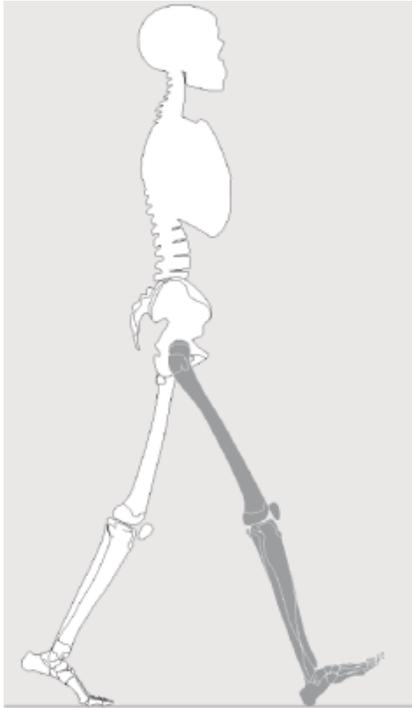


Ilustración 2-2. Contacto Inicial. Sánchez 1999.

Imagen tomada de Sánchez J, (1999). Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia

2.2.2.1.2 Fase media de apoyo (AM), (Apoyo Plantar):

Esta fase se prolonga hasta el despegue del talón del suelo. El objetivo principal de dicha fase es la progresión del cuerpo sobre el pie estacionado, manteniendo la estabilidad del cuerpo, de manera en que es el “rodillo” del tobillo quien permite el avance del miembro (Ilustración 0-3). Tras el apoyo completo del pie, el tobillo se encuentra a 97° de flexión, la rodilla 160° de flexión y la cadera a 90° posición neutra, empezando a extenderse y, además, estabilizan el cuerpo en el plano frontal. (Nordin y Frankel, 2004)¹⁶

¹⁶ NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004



Ilustración 2-3. Apoyo plantar. Sánchez 1999.

Imagen tomada de Sánchez J, (1999). Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia

2.2.2.1.3 Fase final del apoyo (AF), (despegue de dedos):

El inicio de esta fase va marcado por el despegue del talón y finaliza cuando el miembro colateral contacta con el suelo. Es en este instante cuando el pie que oscila sobrepasa el pie de soporte produciéndose un desequilibrio hacia adelante con 105° de plantiflexión. En este caso, la rodilla termina su extensión y comienza a flexionarse a 120° mientras que la cadera adopta una extensión de 100° (ilustración 0-4). (Nordin y Frankel, 2004)¹⁷

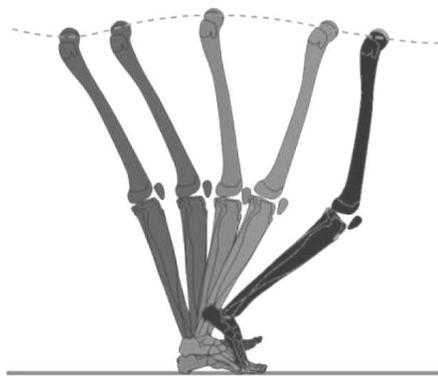


Ilustración 2-4. Despegue de dedos. Sánchez 1999

¹⁷ NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004

Imagen tomada de Sánchez J, (1999). Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia

2.3 PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL TOTAL O PROFUNDA

Para poder hablar de personas en situación de discapacidad visual se debe iniciar por la definición de discapacidad como tal, es entonces cuando se parte de que el término discapacidad no es claro, o al menos no se ha establecido, ya que depende de distintos factores y su contexto, como bien lo explica Smith: “las diversas definiciones difieren en términos de actitudes, creencias, orientación , disciplina y cultura” (Smith. 2003)¹⁸, es decir, la palabra discapacidad tiene un determinado significado siempre y cuando sea precedido por una determinada cultura y un determinado tiempo; así que podríamos decir que la “capacidad” es el resultado de un estudio de determinada población con características comunes, y quienes no aplique a ese patrón físico, intelectual o mental se llamarían en situación de discapacidad. Ahora, se debe preguntar sobre la discapacidad visual, que es la población con la que se trabajó; para esto entonces, se define que es la visión y cómo funciona, para conocer quien o quienes integran la población en situación de discapacidad visual, entonces, ¿Qué se necesita para llevar a cabo el proceso de visión?: “...en primer lugar, que exista un haz luminoso, en segundo lugar, que algún objeto refleje ese haz de luz. En tercer lugar, que el ojo procese la imagen reflejada y sea capaz de convertirla en impulsos eléctricos. En cuarto lugar, que el cerebro reciba información y la procese” (Smith. 2006)¹⁹, entonces, quien tenga la posibilidad de llevar a cabo este proceso fisiológico podrá tener como herramienta el sentido de la vista; sin embargo, aquellas personas que no tengan la posibilidad de definir completamente lo que sus ojos observan o que posean “baja visión” se les clasificaría como personas en situación de discapacidad visual, de esta manera existen la ceguera tiene dos clasificaciones, la primera se determina como baja visión, que es cuando la persona puede identificar siluetas, colores, sombras o imágenes borrosas, pero cuando no se percibe absolutamente nada, la clasificación que se le da es de ceguera total o profunda, en palabras de (Gonzales.1997)²⁰ sería: “el término “baja visión” hace referencia a una función visual residual, suficiente para ver la luz, orientarse por

¹⁸ SMITH D (2006). Bases Psicopedagógicas de la Educación Especial 4ª edición, España

¹⁹ Ibídem pag 18

²⁰ -GONZALES R. Rehabilitación médica (1997): MASSON. Año 1997

ella y emplearla con propósitos funcionales” esta clasificación depende de si la ceguera es parcial o completa.

Las causas por las cuales una persona empieza a hacer parte de las personas en estado de discapacidad visual pueden variar, como bien lo expone (Relaño Fernandez 1994)²¹:

“La ceguera puede ser consecuencia de lesiones producidas en el ojo, anomalías o lesiones cerebrales o en el nervio óptico. A veces se debe a un trastorno general como la diabetes. Otras posibles causas son cataratas, desprendimiento de retina, glaucoma, queratitis, distintas formas de tracoma, etc. También, algunas personas son ciegas de nacimiento”

Entonces, el pertenecer a la clasificación en personas en estado de discapacidad visual puede venir de distintas causas.

²¹ -RELAÑO P.. Iguales pero diferentes: un modelo de integración en el tiempo libre (Madrid): Popular. Año 1994

3. ÀREA PROBLEMICA

Si bien el movimiento humano es tomado como el desplazamiento de uno o varios segmentos corporales en ejes y planos específicos, (Palastanga 2001)²², se debe tomar en cuenta todo movimiento desde una perspectiva fisiológica y anatómica, este análisis responde a una ejecución cuantitativa, en donde se reúnen los diferentes datos y resultados obtenidos para lograr describir las conclusiones. Es importante añadir que el estudio es basado en datos, no tiene cabida el movimiento corpóreo sino la intervención corporal. Por tal razón, la biomecánica de la marcha será tomada desde esta misma perspectiva. Bien lo explica Aguado (1993)²³, que toma este campo desde una visión mecánica, y desde ahí analiza la anatomía del biotipo estudiado, es decir, este estudio se basa en la cinemática, para poder estudiar los cuerpos en movimiento basándose en los desplazamientos. También, es importante, tomar la posición teórica que expone Porter²⁴, dado que este estudio incluye una comparación entre la biomecánica de la marcha convencional y la biomecánica de la marcha en una persona en situación de discapacidad visual profunda, lo que logró establecer un paralelo del patrón de movimiento de estas dos; dado que a simple vista se puede observar un cambio en la marcha de esta población, es importante tener en cuenta que la mala higiene postural que han adaptado las dos personas en situación de discapacidad visual para su movilidad, le dan como consecuencia patologías funcionales que pueden hacer bajar su calidad de vida. Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden encontrar distintas consecuencias a causa de la mala higiene postural y nivel de ceguera; se debe tomar en cuenta de que la discapacidad visual se puede clasificar en dos tipos según Gonzales²⁵, en ceguera parcial o baja visión y ceguera profunda; las causas pueden variar de persona a persona, sin embargo, este trabajo se realizó con aquellas que poseen ceguera profunda, y dentro de esta situación su biomecánica de marcha se encuentra más definida, esto nos permitió realizar un análisis más adecuado.

²² -PALASTANGA N. Anatomía y movimiento Humano, estructura y funcionamiento: Pailotribo. Año 2001

²³ AGUADO JÓDAR, Xavier. Eficacia y técnica deportiva: análisis del movimiento humano. Barcelona: Inde Publicações, 1993.

²⁴ -PORTER Suart.. Tidy – fisioterapia (Barcelona): El sevier. Año 2009

²⁵ -GONZALES R. Rehabilitación médica (1997): MASSON. Año 1997

3.1 PROBLEMA

Las dos personas en situación de discapacidad visual profunda tienen una percepción espacial reducida, por esto su marcha se modifica para poder desplazarse (Osorio L. 2003)²⁶, por ejemplo de manera constante flexionan sus rodillas, bajan el centro de gravedad representado con la cadera, balancean su brazo dominante para el manejo del bastón, quien explora el territorio antes de avanzar. La movilidad de estas dos personas puede producir inseguridad, sin embargo, a mayor tiempo de padecer la ceguera, su biomecánica de marcha se ve más definida; por lo tanto este proceso permite a las dos personas ciegas poder desplazarse con más seguridad, ya que pueden ayudarse de un bastón para explorar su campo frontal para evitar caídas.

Al mencionar que su marcha se modifica, se aclara que las dos personas que fueron analizadas no son discapacitadas visuales de nacimiento, sino que desde hace aproximadamente 7 años perdieron su vista en accidentes laborales, debido al conflicto armado que se vive en el país. En este tiempo han tenido que modificar su marcha de acuerdo a su nueva situación.

En este sentido, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo es la biomecánica de la marcha de miembros inferiores en las dos personas en situación de discapacidad visual de la fundación PERCIBV de la ciudad de Popayán?

²⁶ -OSORIO L, HITCHMAN D, PÉREZ J, PADILLA C. Prevalencia de baja visión y ceguera en un área de salud. Revista Cubana de Medicina General Integral. Versión On-line ISSN 1561-3038. Año 2003.

4. ANTECEDENTES

Se desea iniciar este texto, trayendo a presentación el libro “El Bebé Ciego” de Mercer Leonhardt²⁷, publicado en Barcelona en 1992 con el método cuantitativo, y con respaldo de la ONCE (Organización nacional de ciegos españoles), que dice: “Las actitudes no son estáticas. La vida es, de hecho, una continua evolución. Por tanto, las actitudes también son dinámicas e incluyen la concurrencia de distintas fuerzas. La propia respuesta del niño es un factor muy importante a tener en cuenta, a la vez que sumamente potenciador para los padres”; este párrafo hace una referencia clara, y es: la persona en situación de discapacidad no debe ser tratada por su estado o situación de discapacidad sino por lo que realmente vale, y es, todo, como cada uno, de todos.

Bien se puede notar, que este libro tiene una perspectiva psicológica para tratar a la persona en situación de discapacidad visual, en este caso el niño, sin embargo, hace una notable intervención, que es, hacer las intervenciones profesionales necesarias y adecuadas para mejorar el desarrollo motriz, social e intelectual de la persona ciega.

Otro estudio de carácter internacional se encuentra en Cuba, pues se ha realizado una investigación titulada “Evaluación preliminar de la marcha en individuos sanos cuyos autores son: Díaz Novo, López Rios, Montoya Pedrón, Carvajal Fals²⁸; en la que se enseña una investigación sobre la marcha realizada con 100 adultos sanos. En ella se caracterizó la locomoción desde un punto de vista biomecánico, en el cual se tomaron diferentes registros simultáneos sobre una pierna. De esta forma, se obtuvieron parámetros tales como: velocidad de marcha, tiempos y longitudes durante el apoyo y el balanceo del pie, rangos de desplazamiento angular en las articulaciones de la cadera la rodilla y el tobillo y los índices de activación muscular. Con ello se concluye que los resultados

²⁷ -MERCER L. Él bebe ciego.

<http://www.once.es/appdocumentos/once/prod/Estudios%20Informes%20Actas%20e%20Historia.pdf>.
(Barcelona): Editorial MASON. Año 1992

²⁸ Díaz Novo, López Rios, , Montoya Pedrón, Carvajal Fals. Evaluación preliminar de la marcha en individuos sanos. 2007

preliminares obtenidos en el estudio, tanto los cubanos como los asiáticos compartirían casi en un 57% semejanzas al caminar.

A nivel nacional se encontró un estudio doctoral realizado en el centro de rehabilitación del adulto ciego CRAC en Bogotá, denominado “Diseño y desarrollo de un prototipo basado en visión artificial y lógica difusa para identificar procesos de representación espacial en discapacitados visuales que utilizan este dispositivo como ayuda aumentativa” por los autores López y Sanabria²⁹ en el año 2006 Bajo el método Cualitativo. Estos hallazgos muestran que la anticipación perceptiva que brinda el módulo de representación espacial de dispositivo, a través de los sensores, le permiten a los invidentes localizar objetos en el espacio e identificar, con cierto nivel de precisión, la distancia a la cual se encuentran ubicados con respecto a él.

Luego de todos los antecedentes que se han estudiado, se puede resaltar que existe un vacío teórico en lo que se refiere a lo que en sí busca el proyecto, es decir, a nivel local y regional no se encuentra una aproximación al análisis de la biomecánica de la marcha de la persona en situación de discapacidad visual. Gracias a esta investigación se puede dar un apoyo teórico para beneficio de la población a trabajar, ya que, con datos cuantitativos de las alteraciones de los patrones de movimiento se puede lograr una adecuada ambientación para la persona en proceso de perder su visión, así mismo, contribuir a su marcha

4.1 CONTEXTO

4.1.1 Aspectos Demográficos a Nivel Internacional:

Según el comunicado No. 282 de la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicado en junio de 2012³⁰, se dice que a nivel internacional se puede encontrar aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión; aproximadamente el 90% de la taza mundial de personas en estado de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo. En términos

²⁹ -LÓPEZ O, SANABRIA L. Diseño y desarrollo de un prototipo basado en visión artificial y lógica difusa para identificar procesos de representación espacial en discapacitados visuales que utilizan este dispositivo como ayuda aumentativa. (Bogotá). Año 2006

³⁰ -Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>. Año 2012

mundiales la OMS a través de este comunicado, también manifiesta que los errores de prevención no corregidos constituyen la causa más importante de discapacidad visual, no obstante, en los países de ingresos medios y bajos presentan patologías como las cataratas, siendo esta la principal causa de la ceguera. De esta población las personas mayores de 50 años representan un 20% de la tasa total, en los niños menores de 15 años asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de prevención (son corregibles); sin embargo, un 1,4 millones sufren ceguera irreversible.

4.1.2 Aspectos Demográficos en Colombia

Gracias a la información obtenida en la página del DANE³¹, el censo realizado en el 2005, muestra una tasa de prevalencia de una discapacidad para el total de la población Colombiana equivalente a 6.4%, lo que corresponde a 2'624.898 personas; de éstas, 1'134.085 manifestaron tener una limitación para ver, así se tenga la ayuda de lentes o gafas. En Colombia para el año 2008 se presentaron aproximadamente 260.000 personas que presentan ceguera, sobre todo las mayores de 50 años. Esta población asciende a 5.460.000 en la actualidad, en esta tasa se incluye a los mayores de 49 años, a las personas que sufren accidentes laborales, a los que tienen problemas congénitos y los que nacen con la patología. Cabe resaltar que esta tasa hace referencia a las personas que presentan baja visión y ceguera total. Por otra parte, en el Registro de Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad SISPRO en el año 2011 se han registrado a 856.637 personas con discapacidad, de las cuales 360.737 tiene una discapacidad visual, lo que representa el 42% del total de población registrada. En Colombia las limitaciones visuales son la causa más frecuente de discapacidad. De acuerdo con el Censo, en el país de cada cien personas con limitaciones, el 43,2 por ciento presenta problemas permanentes para ver.

4.1.3 Aspectos Demográficos en el municipio de Popayán

Según el informe expuesto por el municipio, cumpliendo con la política pública para población en situación de discapacidad en el 2012, Popayán cuenta con una población de 258.653 habitantes de los cuales 227.840 residen en el casco urbano y 30.813 en la zona rural, evidenciándose un incremento anual relevante de

³¹ -DANE..http://www.inci.gov.co/doc_estadisticas/Avances_y_retos_en_inclusion_educativa.pdf. Año 2005

3.25%. Se ha determinado también que 4.831 personas se encuentran en situación de discapacidad equivalente a un 1.8% del total de la población del municipio de Popayán, encontrándose un 71%, (1682 hombres- 1775 mujeres) en la cabecera municipal, el 11% (251 hombres-261 mujeres) en centros poblados y el 18% (448 hombres-414 mujeres) en zonas rurales dispersas.

Además, al referirse a la población con discapacidad visual en el Municipio de Popayán, específicamente en la cabecera municipal se encuentra un total de 3.943 habitantes, de los cuales hay 1795 hombres y 2.148 mujeres al que le corresponde un 76.8% presenta dificultades para ver o posee ceguera total. Por tanto, para mitigar y atender estos problemas existen entidades legales que se ocupan de esta población, dentro de las cuales se encuentran: FEDAR (Fundación para la estimulación del desarrollo y las artes), CENIDE (Centro Especial para el Niño Diferente de Popayán), NIÑO JESUS DE PRAGA y otras entidades que en coordinación con la Secretaría Municipal de Salud de Popayán han conformado la Red de Discapacidad, que trabaja en pro de este grupo de población vulnerable. Es necesario decir que las entidades anteriormente nombradas se dedican directamente a la educabilidad de esta población, dentro de las que se encuentran: La Asociación de Discapacitados Visuales del Cauca A.D.V.C; localizada en la Kra.35 Nro. 4^a-30, su representante legal María A. Martínez, Club Deportivo Yubarta, ubicado en la Kra 11B Nro. 13A- 31, representante legal Amparo Sánchez y Club Deportivo Renacer, ubicado en la calle 15 Nro. 21B- 08, representante legal William Imbachi.

4.2 ASPECTO SOCIO- CULTURAL

El proyecto, Análisis Biomecánica de la Marcha de miembros inferiores en dos personas en situación de Discapacidad Visual de la ciudad de Popayán, se llevará a cabo con la Fundación PERCIBV. La cual se encuentra temporalmente funciona en una casa residencial perteneciente al estrato 2 al occidente de la cabecera municipal, ubicada en la Comuna 9 de la Ciudad de Popayán, en la carrera 33 No. 7-79 del Barrio San José. Este lugar presenta movilidad peatonal y de tránsito, por calles en su mayoría en buen estado. Muy cerca de la casa residencial podemos encontrar 4 tiendas, 3 salas de computo, 5 templos de iglesias cristianas y evangélicas, a una cuadra al oriente se encuentra la sede Chune la de institución

José Eusebio Caro, 3 cuadras hacia el norte se encuentra una sucursal de la placita campesina, seguida de un supermercado, también en este lugar se puede observar 4 talleres de reparación de carros y motos, venta de fritos, mucha actividad comercial popular, a 2 cuadras al occidente se puede encontrar la sede central de la institución educativa José Eusebio Caro. También, se encuentra la movilidad del transporte público por la calle 9 y la calle 5 que facilita la llegada y salida de los integrantes de la fundación. Ésta es de carácter privada, también de carácter mixto, sin discriminación de edad, creencia religiosa, política y de expresión. El número de integrantes es aproximadamente 80, sin embargo no todas se encuentran activas, esta fundación se encuentra dirigida actualmente por el señor Jimmy Astudillo Alonso. Esta organización cuenta con un computador, una impresora, un teléfono fijo, un teléfono celular, señal Wifi y cableado de internet. La fundación nace con el fin de visibilizar a las personas en situación de discapacidad visual ante las entidades gubernamentales, aunque es prácticamente nueva, muchos de los integrantes de la fundación ya habían formado de manera informal un grupo similar. Es solo hasta este momento que han decidido legalizar la fundación con cámara y comercio.

Esta fundación se reúne 3 veces al mes, para rendir informe de la evolución de la fundación y organizar actividades para la socialización de los integrantes. Estos días de reunión es acordado entre todos los socios, por ende no existe un horario establecido, sino que varía de reunión a reunión, así mismo la duración de las reuniones y continuación de las mismas.

5. JUSTIFICACIÓN

Con este proyecto se evidenció la importancia que tiene el abordar el tema de la biomecánica de la marcha en dos personas en situación de discapacidad visual, ya que hasta el momento no se encontró teoría que permitiera trabajar en el análisis de este tema. Se debe tener en cuenta que el currículo de la carrera no genera el espacio para trabajar de forma directa con la población en situación de discapacidad, por ende hasta el momento no ha sido posible investigar con especificidad; haciéndose con esto lo novedoso que tiene el trabajar en un proyecto que revisando teóricamente aún no se encuentre a nivel regional y participar de manera directa en su análisis para la proyección de futuras correcciones y estimar mejorías en la marcha de las dos personas en situación de discapacidad visual.

Hasta el momento fueron pocas las investigaciones que se han hecho en la biomecánica de la marcha de las personas en situación de discapacidad visual, por ende, se abonó la participación como licenciados en educación física para contribuir a mejorar la calidad de vida de estas dos personas. Con esto se buscó ampliar los estudios sobre las posibilidades de marcha que se generan en las dos personas con esta discapacidad.

De esta manera se trascendió en el concepto que existe para la biomecánica de la marcha; teniendo en cuenta que se pueden encontrar variantes en las fases de la biomecánica de la marcha en estas dos personas ciegas.

Como aporte social la investigación arrojó la posibilidad de brindar elementos para elaborar pautas para el desarrollo de la biomecánica de la marcha en personas con discapacidad visual, ya que en ocasiones muchas personas son ciegas de nacimiento o tienen ceguera adquirida, como las dos personas de este estudio. Para ellos se ofrece a través de los resultados del estudio la oportunidad de aprender la biomecánica de la marcha acorde a su situación para su protección y movilidad.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la biomecánica de la marcha de miembros inferiores de dos personas en situación de discapacidad visual profunda de la fundación PERCIBV de la ciudad de Popayán

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las fases de la biomecánica de la marcha de las dos personas en situación de discapacidad visual evaluadas
- Describir los ángulos articulares de tobillo, rodilla y cadera en las fases de la marcha de las dos personas en situación de discapacidad visual.
- Describir las alteraciones posturales presentadas en las dos personas evaluadas

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 METODOLOGÍA

La investigación realizada fue de carácter cuantitativo, descriptivo y de corte transversal. La investigación cuantitativa es aquella en la que se recoge y analizan datos cuantitativos sobre variables, estudia la asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados, a través de la descripción y el análisis de datos que se pueden medir durante la biomecánica de la marcha de las dos personas objeto de estudio.

De esta misma forma, este estudio es de corte transversal, ya que aprueba medir los efectos producidos en una muestra poblacional en un solo momento temporal; es decir, la intervención se hará una sola vez y en un solo momento. La población muestra serán dos personas en situación de discapacidad visual de la fundación PERCIBV de la ciudad de Popayán cuyas edades es de 30 y 40 años, ambos de sexo masculino, realizan su marcha sin complicaciones, pertenecen legalmente a la fundación desde la constitución de la misma, no tienen lazarillo, aceptan participar de manera voluntaria, acogiéndose a las normas de este estudio.

VARIABLES: Postura y Marcha

7.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para la realización del análisis de la biomecánica de la marcha fue necesario utilizar el software APIC quien a través de los marcajes arroja las alteraciones posturales que tiene cada evaluado; así mismo se tomó registro video grafico de la marcha de cada evaluado para llevarlo al programa KINOVEA quien permitió realizar la toma de datos de cada una de las fases de la marcha. Para los dos software fue necesaria la ubicación de marcajes en:

7.2.1 LUGARES DE LOS MARCAJES

VISTA ANTERIOR

Acromion

Escotadura yugular

Crestas iliacas

Trocánter

Espina iliaca anteroposterior

Tuberosidad tibial externa

Maléolo externo e interno

VISTA POSTERIOR

vertex

Apófisis espinosa de C7

T10 tomando el ángulo inferior de la escapula parte media

L5 crestas iliacas parte media

Marcarcajes con velcrom

Muñeca

Codo

Rodilla por la línea inter articular

Marcarcajes con stikers

Borde superior de la patela

Borde interno de la patela

Borde externo de la patela

Borde inferior de la patela

Tendón de Aquiles

Mentón

Entrecejo

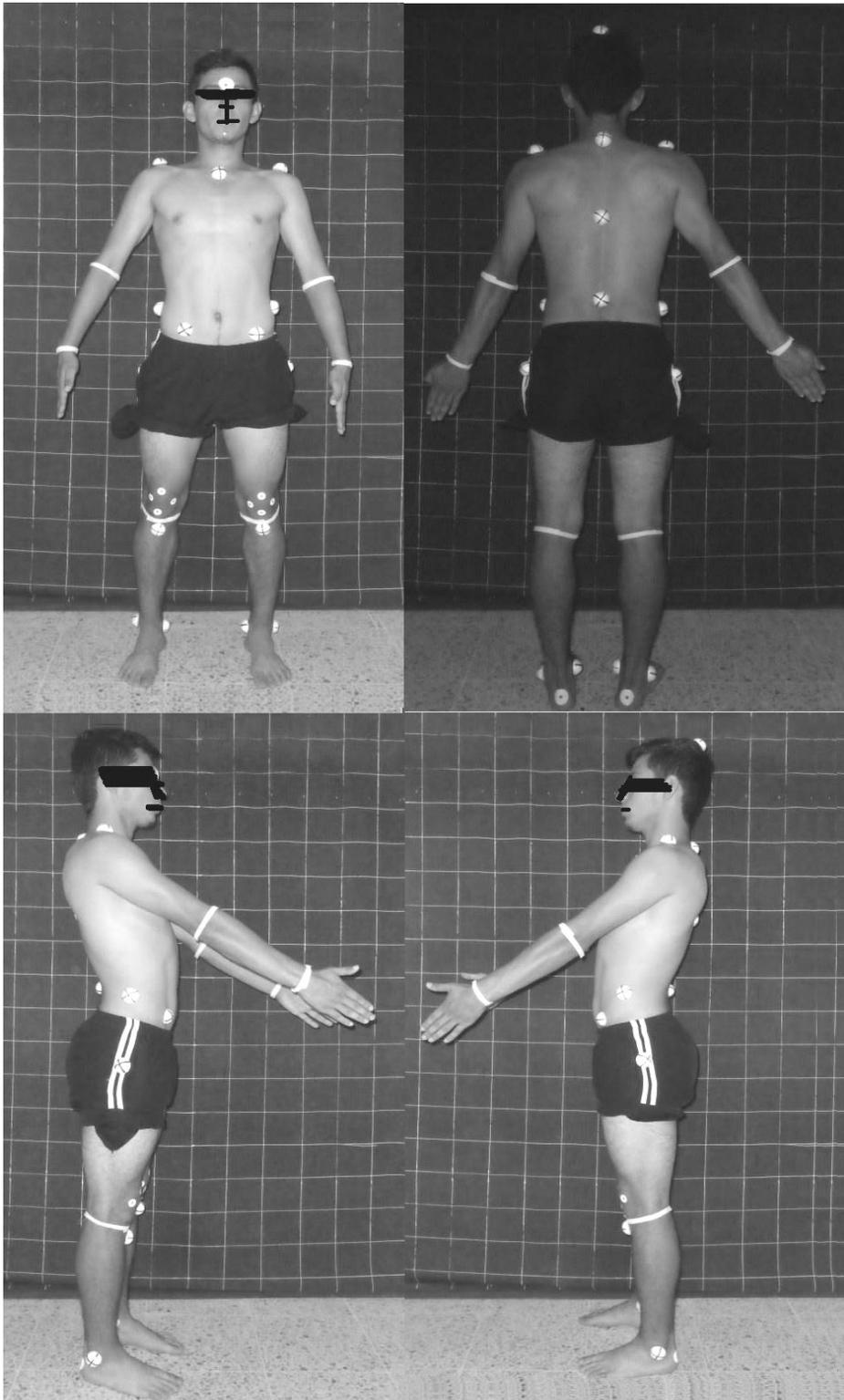


Ilustración 7-5. Marcajes

La recolección de datos se realizó ubicando los marcajes en cada paciente, solicitándole que tomara la postura anatómica para la toma de fotografías en cada una de las cuatro vistas (anterior, posterior, lateral derecha, lateral izquierda); a continuación se pasaron las fotografías por el Sofward APIC 2.000 que analiza la postura estática donde se evidencian los grados de desviación o normalidad.

Posteriormente y teniendo en cuenta los marcajes se avanzó al análisis biomecánico donde se realizó la filmación del proceso de la marcha desde las vistas anterior, posterior, lateral derecha y lateral izquierda, para que la biomecánica del movimiento en la marcha fuera analizado en el software kinovea.

7.1.2 PLAN DE ANÁLISIS

Teniendo en cuenta los datos obtenidos se sistematizó la información en el programa Excel donde se realizó análisis univariado a través de estadísticos descriptivos de las variables (Postura y Biomecánica).

Para proteger la identidad de cada uno de los pacientes, se les nombro con siglas EV1 y EV2, que significan evaluado 1 y evaluado 2 correspondientes al paciente uno y paciente dos respectivamente

7.2 CRITERIOS ÈTICOS

El proyecto por ser un trabajo con población humana, tuvo en cuenta la declaración de Helsinki donde velará por el principio de la proporcionalidad entre los riesgos predecibles y beneficios posibles, respeto a las derechos del sujeto prevaleciendo su interés por sobre los de la ciencia y la sociedad, consentimiento informado y respeto por la libertad de los dos pacientes, respetando identidad, privacidad, y todo conforme a su individualidad.

Acuerdo previo con la resolución N° 008430 de 1993 por el cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Cumpliendo con especificidad el capítulo 3 artículo 25 y párrafo primero donde se especifica la investigación con personas en situación de discapacidad y se estipula que el estudio tiene el mínimo de riesgo para los evaluados y que su participación no pone en peligro su vida ni su persona

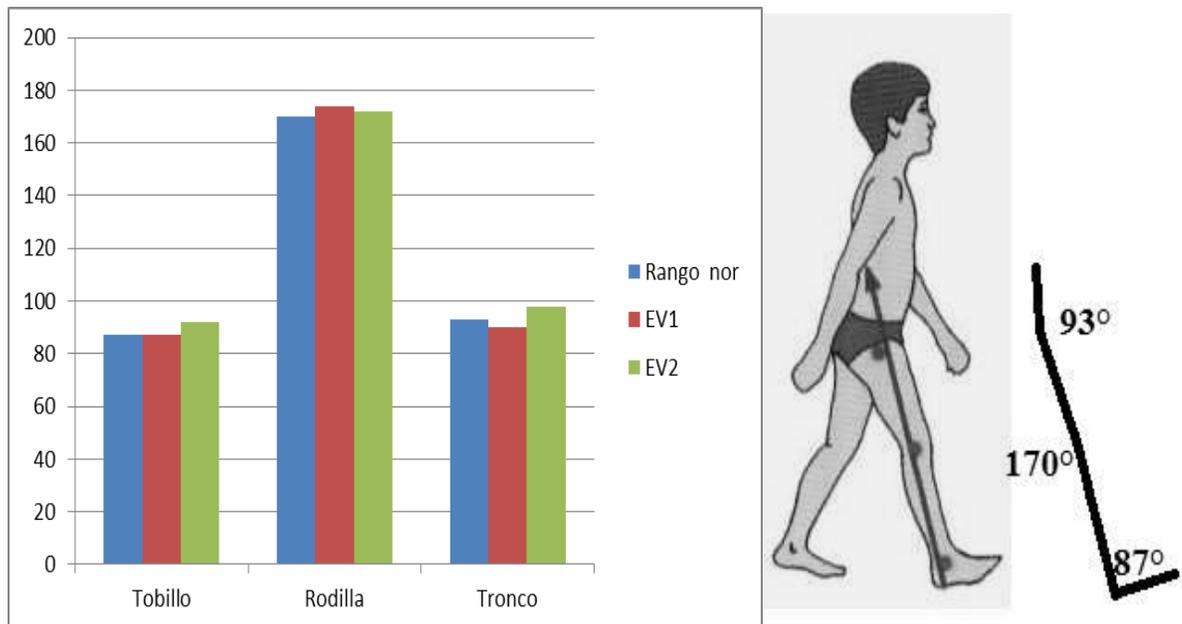
8. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Las siguientes tablas muestran los resultados adquiridos en la toma de datos de la biomecánica de la marcha de las dos personas evaluadas, también se agrega una barra azul para que los rangos considerados en la marcha normal; la barra roja corresponde al EV1 y la barra verde al EV2. Así mismo cada tabla está acompañada de una ilustración que representa la angulación normal para cada momento de la marcha.

El rango normal es considerado desde lo expuesto por Nordic Y Frankel 2004.

DESCRIPCIÓN DE TABLAS

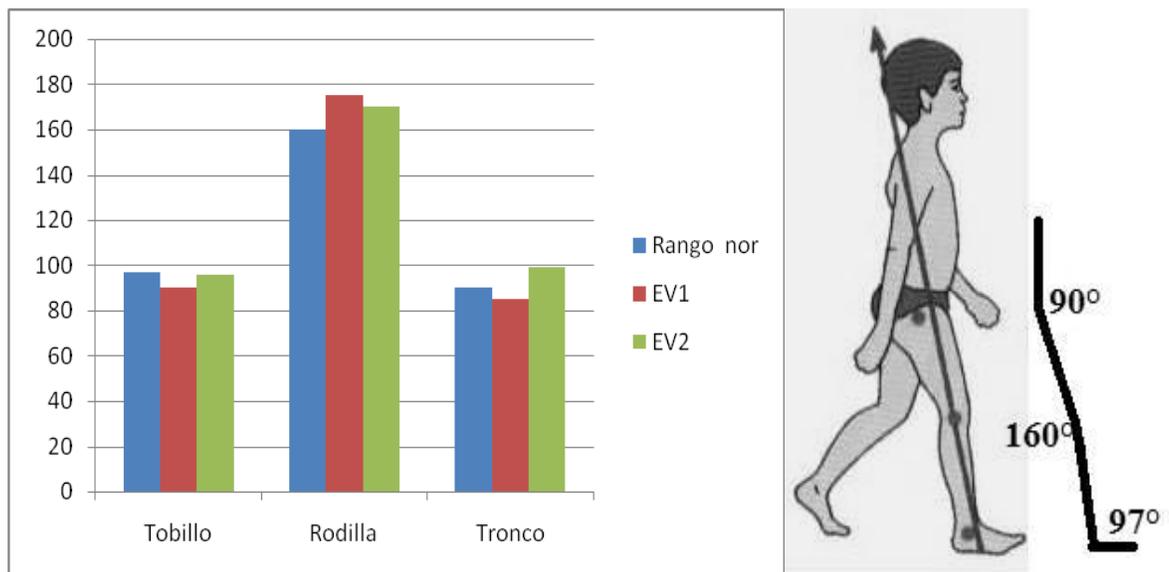
Tabla 1. Vista Lateral derecha de las articulaciones (tobillo, rodilla y cadera) durante el Choque Plantar



Durante el choque plantar, la primera fase de la marcha en condiciones normales el tobillo se encuentra en posición de dorsiflexión en 87°, la rodilla en extensión de 170° la rodilla y la cadera en flexión de 93°, para el caso de las dos personas evaluadas se evidenció que en la tabla 1 en la vista lateral, la articulación del tobillo del EV1 está en el rango de dorsiflexión de 87° y el EV2 supera dicho rango con 5°. En la articulación de la rodilla, ésta se encuentra en extensión, mostrando,

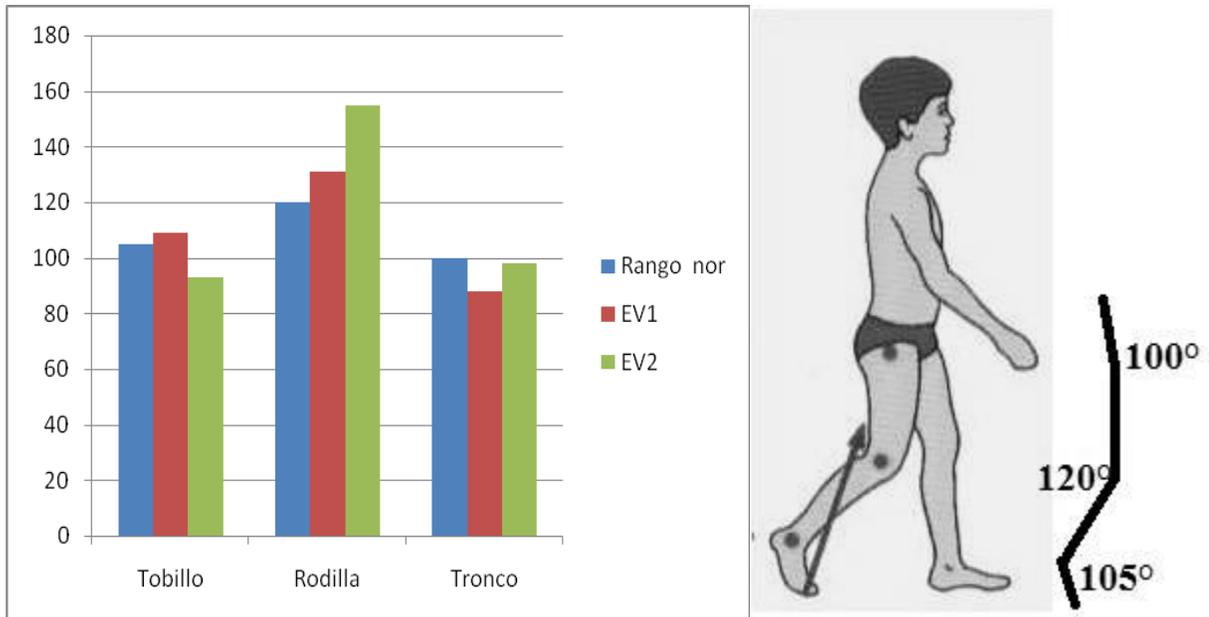
que los dos evaluados están por arriba del respectivo rango de normalidad (170°) en donde el EV1 lo supera con 4° y el EV2 con 2°. En este mismo momento en la articulación de la cadera, manifiesta un movimiento de flexión, el EV1 está 3° por debajo el rango normal (93°) mientras que el EV2 lo supera con 5°.

Tabla 2. Vista Lateral de las articulaciones de la extremidad inferior derecha (tobillo, rodilla y cadera) durante el Apoyo Plantar



Durante el apoyo plantar la segunda fase de la marcha, en la Tabla 2 se observa que los ángulos articulares de la marcha normal son: tobillo en 97° de dorsiflexión, rodilla en 160° de extensión y cadera en 90° de flexión. Los resultados de la articulación del tobillo en el EV1 es de 7° de dorsiflexión por debajo del rango convencional, entre tanto el EV2 está por debajo de dicho rango por 1°. En la articulación de la rodilla el EV1 supera con 15° de extensión el rango de normalidad, mientras que el EV2 presenta 10° por encima del rango. También, durante esta fase el EV1 se encuentra en 5° de flexión de cadera en comparación de los 90° estipulados para la marcha normal, mientras que el EV2 presenta 9° de extensión en esta fase.

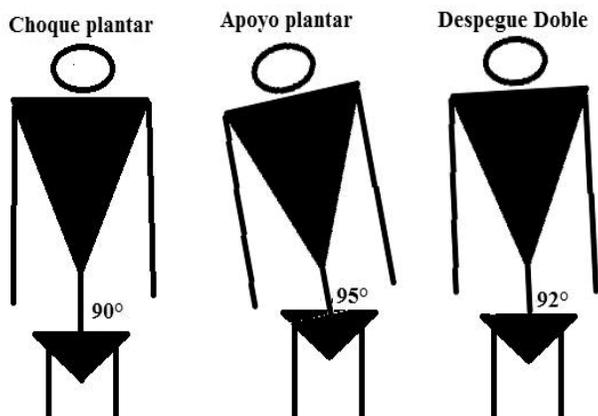
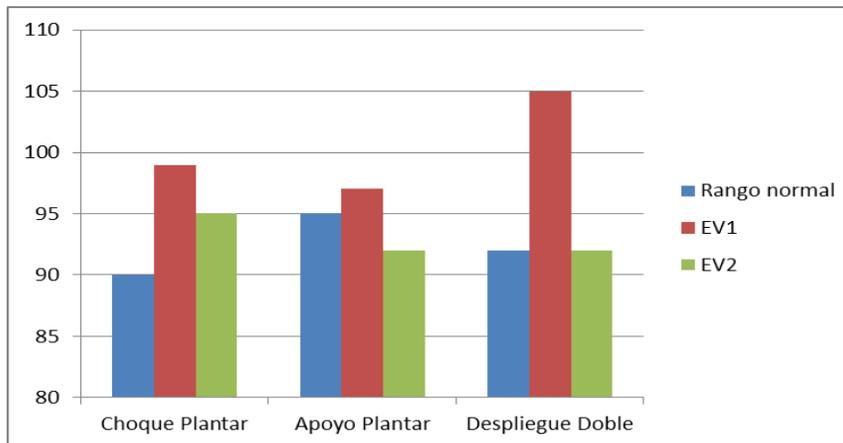
Tabla 3. Vista lateral derecha. Despegue doble de las articulaciones (Tobillo, rodilla y cadera)



En el despegue doble, fase 3 de la biomecánica de la marcha, los parámetros normales en la articulación del tobillo se encuentra en plantiflexión de 105°, la rodilla en flexión 120° y la cadera en extensión de 100°. El EV1 obtuvo un resultado de 109° de plantiflexión superando con 4° el rango de normalidad, mientras que el EV2 alcanzó una plantiflexión de 93°, 12° por debajo del rango de normalidad. Con respecto a los resultados de la articulación de la rodilla el EV1 obtuvo una flexión de 131° y el EV2 de 155°; los dos estuvieron por encima del rango de normalidad, con 11° y 35° respectivamente.

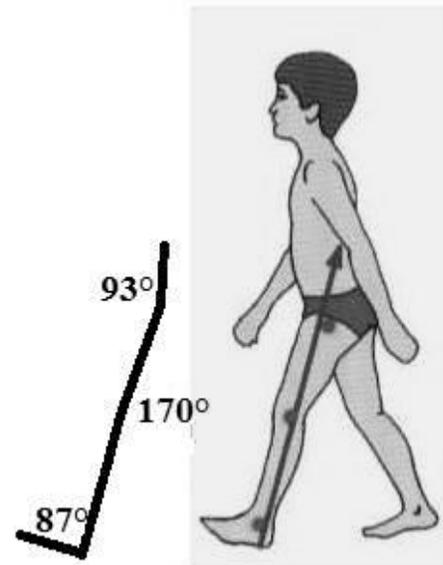
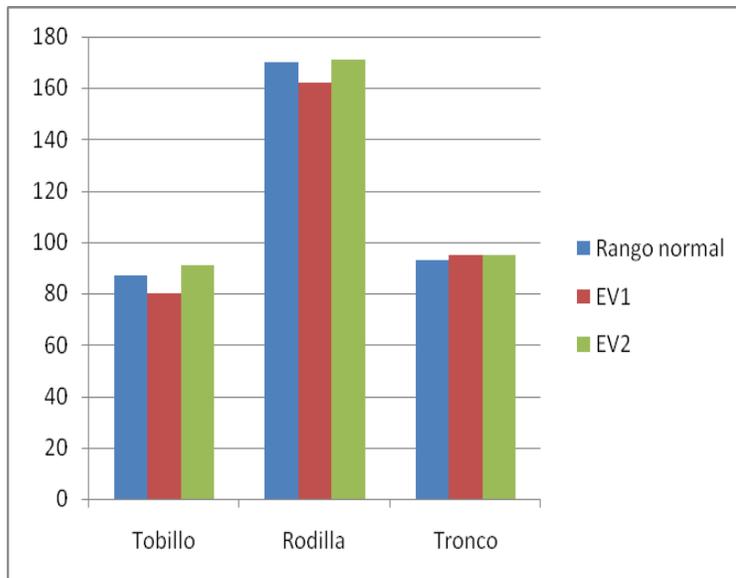
Desde la vista lateral, el EV1 tiene la cadera en 88° de flexión y el EV2 presenta la cadera en 98° de extensión; alejándose así con 12° y 2° respectivamente del rango de normalidad.

Tabla 4. . Vista anterior del Tronco durante el Choque Plantar, el Apoyo Plantar y el Despegue Doble



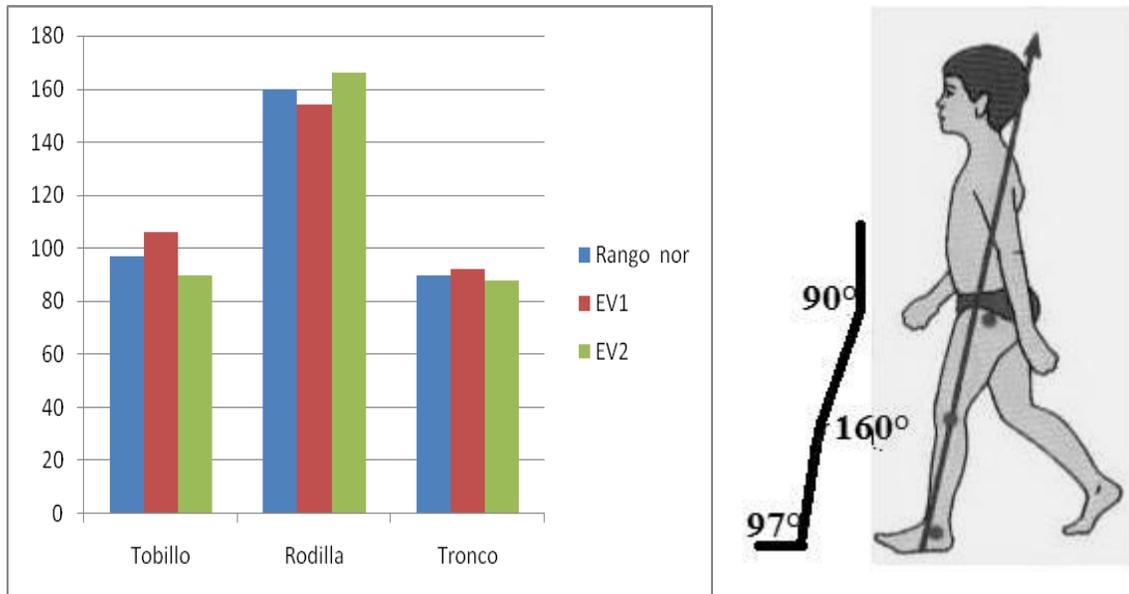
En la vista anterior durante el choque plantar los grados de normalidad para el tronco son de 90° (posición neutra), luego durante el apoyo plantar este se encuentra en 95°, 5° inclinado hacia izquierda, finalmente durante el despegue doble el tronco se encuentra 92°, 2° desde la posición neutra. Durante el choque plantar el troco de los dos evaluados se encuentra inclinado hacia la izquierda, el EV1 con 9° y el EV2 con 5° del rango convencional. Así mismo, durante el apoyo plantar el EV1 tiene el troco inclinado hacia izquierda con 2°, mientras que el EV2 tiene el tronco inclinado hacia la derecha por 3° desde el rango convencional. Finalmente en el despegue doble el EV1 se encuentra inclinado hacia la izquierda con 15°, mientras que el EV2 presenta los 92° de la marcha convencional.

Tabla 5. Vista Lateral de las articulaciones de la extremidad inferior izquierda (tobillo, rodilla y cadera) durante el Choque Plantar



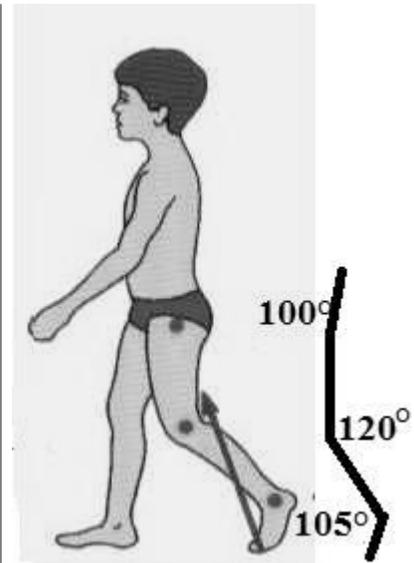
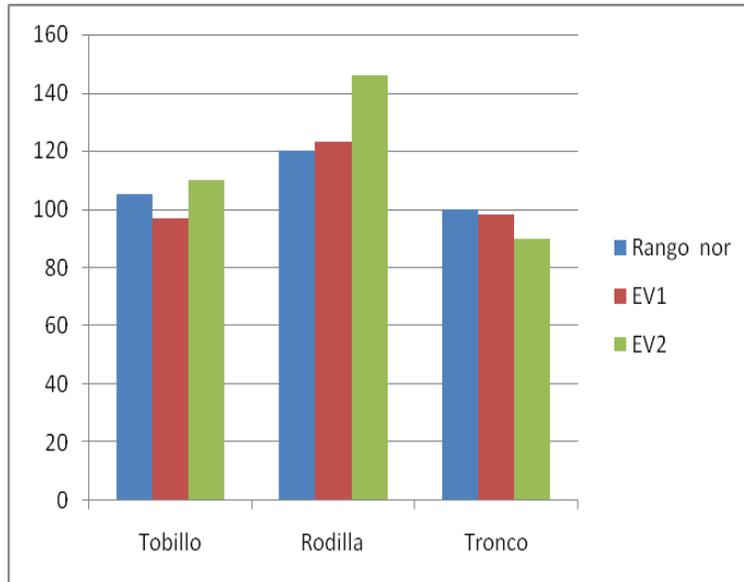
Durante el choque plantar, la primera fase de la marcha en condiciones normales el tobillo se encuentra en posición de dorsiflexión en 87°, la rodilla en extensión de 170° y la cadera en flexión de 93°. En la articulación del tobillo el EV1 y EV2 alcanzaron una dorsiflexión de 80° y 91° respectivamente, el EV1 está por debajo con 7° de dorsiflexión desde el rango normal, mientras que el EV2 lo supera con 4°. En la articulación de la rodilla se observa que el EV1 está por debajo con 8° de flexión y el EV2 está por encima con 1° de extensión del rango normal. Así mismo, en la articulación de cadera los dos evaluados presentan 2° de extensión por encima de los 93° rangos de normalidad, en donde el EV1 y el EV2 arrojaron el mismo resultado durante el análisis.

Tabla 6. Vista Lateral de las articulaciones de la extremidad inferior izquierda (tobillo, rodilla y cadera) durante el Apoyo Plantar



En la Tabla 2 durante el apoyo plantar la segunda fase de la marcha, se observa que los ángulos articulares de la marcha normal son: tobillo en 97° de dorsiflexión, rodilla en 160° de extensión y cadera en 90° de flexión. El EV1 está por encima con 11° de dorsiflexión desde el rango normal, mientras que el EV2 se encuentra con 7° por debajo del rango. En la articulación de la rodilla el EV1 presenta 6° de flexión y el EV2 tiene 6° de extensión desde los 160° de extensión (rango de normalidad). También, durante esta fase el EV1 se encuentra en 5° de flexión de cadera en comparación de los 90° estipulados para la marcha normal, mientras que el EV2 presenta 9° de extensión de cadera desde el rango normal.

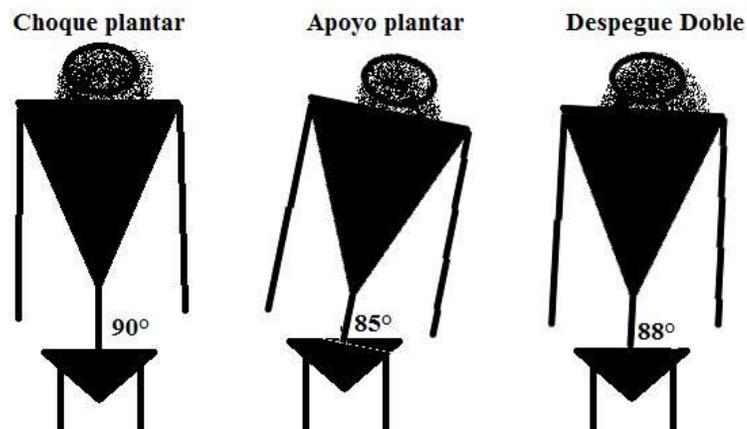
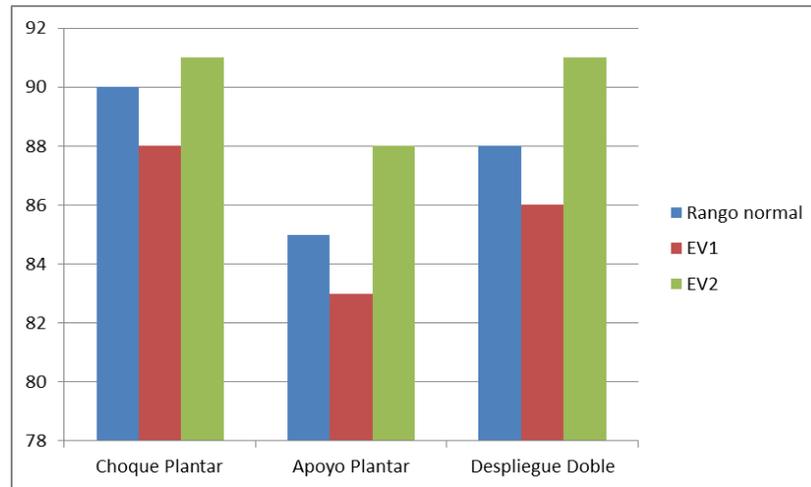
Tabla 7. Vista Lateral de las articulaciones de la extremidad inferior izquierda (tobillo, rodilla y cadera) durante el Despegue Doble



En el despegue doble fase 3 de la biomecánica de la marcha, la articulación del tobillo se encuentra en plantiflexión de 105° , la rodilla en flexión de 120° y la cadera en extensión de 100° . El EV1 obtuvo un resultado de 97° de plantiflexión ubicándose 8° por debajo del rango de normalidad, mientras que el EV2 alcanzó una plantiflexión de 110° , 5° por encima del rango de normalidad. Con respecto a los resultados de la articulación de la rodilla se define que los dos evaluados están por encima del respectivo rango de normalidad, ya que los resultados obtenidos para esta articulación para el EV1 es de 123° y para el EV2 es de 146° de extensión.

Conforme a la articulación de la cadera se observa que tanto el EV1 como el EV2 se encuentran en flexión de 98° y 90° respectivamente, alejándose en 2° y 10° del rango convencional correspondiente a 100° de extensión de cadera.

Tabla 8. Vista Posterior del Tronco durante el Choque Plantar, el Apoyo Plantar y Despegue Doble.



En la vista posterior durante el choque plantar los grados de normalidad para el tronco son de 90° (posición neutra), luego durante el apoyo plantar este se encuentra en 85°, 5° inclinado hacia derecha, finalmente durante el despegue doble el tronco se encuentra 88°, 2° desde la posición neutra. Durante el choque plantar, el tronco del EV1 está inclinado hacia la derecha en 2° del rango convencional, entre tanto el EV2 presenta el troco inclinado hacia la izquierda por 1°. Así mismo, durante el apoyo plantar se observa que el EV1 tiene inclinación de troco hacia la derecha con 2° del grado de normalidad y el EV2 se encuentra con 3° de inclinación hacia la izquierda desde el rango de normalidad. También, se encuentra durante el despegue doble que el EV1 está con una inclinación hacia la derecha con 2° mientras que el EV2 tiene 3° de inclinación hacia la izquierda por fuera del rango de normalidad.

Finalmente y para dar un aporte amplio a la discusión de los resultados, se recurrió al análisis postural realizado de los dos evaluados en las vista anterior, posterior y bilateral

Tabla 9. Alteraciones Posturales de los dos Evaluados

ALTERACIONES POSTURALES DEL EV1	Vista Anterior	270	Tronco: inclinado hacia la derecha
		7	Cadera: izquierda alta
		179	Rodilla izquierda: en varo
		-9	Rotula derecha: rotación externa
		9	Tibia izquierda: rotación externa
		50%	Centro de gravedad: desviado a derecha
	Vista Posterior	71	Tobillo derecho: varo
		104	Tobillo izquierdo: varo
		Desviación punto central:	
		3	Desviación derecha de 7 cervical
		-9	Desviación izquierda de 10 lumbar
		-9	Desviación izquierda de intergluteo
	Vista Lateral Derecha	47%	Centro de gravedad: desviado a izquierda
		95	Tronco: extensión
		76	Lordosis cervical: aplanada
		75	Lordosis lumbar: aplanada
	Vista Lateral Izquierda	84	Rodilla: recurvatum
		89	Tronco: extensión
68		Lordosis cervical: aplanada	
85		Lordosis lumbar: aplanada	
ALTERACIONES POSTURALES DEL EV2	Vista Anterior:	188	Rodilla: recurvatum
		95	Tronco: inclinado hacia la derecha
		10	Cadera: izquierda alta
		183	Rodilla derecha en varo
		182	Rodilla izquierda: en varo
		6	Rotula derecha: rotación interna
		-34	Rotula izquierda: rotación interna
	42%	Centro de gravedad: desviado a derecha	
	Vista Posterior	86	Tobillo izquierdo: valgo
		Desviación puntos centrales:	
		37	Desviación derecha de 7 cervical
		25	Desviación izquierda de 10 lumbar
-24		Desviación izquierda de intergluteo	
51%	Centro de gravedad: desviado a		

			izquierda
	Vista Lateral Derecha:	91	Tronco: extensión
		89	Lordosis lumbar: aplanada
	Vista Lateral Izquierda	92	Tronco: flexión
		89	Lordosis lumbar: aplanada

En la tabla N°9 se puede observar las alteraciones de miembros inferiores más significativas encontradas en los dos evaluados, en donde se muestra que tanto el EV1 como el EV2 obtuvieron alteraciones similares en la vista anterior como por ejemplo: el tronco inclinado a la derecha, rodillas en varo y el centro de gravedad desviado a izquierdo. Ya en la vista posterior las similitudes fueron: desviación derecha de la 7 cervical, desviación izquierda de 10 lumbar, desviación izquierda de intergluteo y el centro de gravedad desviado a izquierda, para la vista lateral derecha las alteraciones similares son las siguientes: tronco en extensión y lordosis lumbar aplanada, para la vista lateral izquierda solamente coincidieron la Lordosis lumbar aplanada.

De igual manera los dos evaluados obtuvieron alteraciones posturales en las cuatro vistas, las cuales no coincidieron entre ellos, en vista anterior para el EV1 se presentó cadera izquierda alta, rotula derecha en rotación externa, tibia izquierda con rotación externa, en vista posterior tobillo derecho e izquierdo en varo, en vista lateral derecha fueron: lordosis cervical aplanada y rodilla en recurvatum. En la vista lateral izquierda: tronco en extensión, lordosis cervical aplanada y rodilla en recurvatum. Para el EV2 las alteraciones individuales en vista anterior se encontró: cadera izquierda alta y rotula derecha e izquierda con rotación interna. En la vista posterior obtuvo solo tobillo izquierdo en valgo, en la vista lateral derecha no presenta alteraciones individuales, pero en la vista lateral derecha el tronco se encontró en flexión.

9. DISCUSIÓN

En este estudio se analizó las fases de la biomecánica de la marcha de dos personas en situación de discapacidad visual profunda de la fundación PERCIBV de la ciudad de Popayán; todo esto con el fin de determinar las alteraciones de los patrones de movimiento en las articulaciones del tobillo, la rodilla y la cadera durante la marcha de los evaluados.

El desarrollo de esta investigación, se centró solo en el estudio de la fase de apoyo: choque plantar, apoyo plantar y despegue de dedos; analizados desde la vista anterior, vista posterior, vista lateral derecha y vista lateral izquierda.

La presente discusión se hace desde de las alteraciones encontradas en los dos evaluados (EV1 y EV2) tanto de los hallazgos comunes, como de las diferencias que se obtuvieron en contraste con la marcha de personas que no están dentro de una situación de discapacidad visual.

Se encontró a nivel de troco que Biomecánicamente los dos evaluados tienen una inclinación hacia la derecha durante las fases de choque plantar, apoyo plantar y despegue de dedos, alteración que también se halló en la evaluación postural (escoliosis), acertando la teoría que indica Muñoz Tamarit (2001)³² cuando dice que a partir de las alteraciones posturales se pueden presentar alteraciones en la biomecánica de la marcha, esta alteración posiblemente se debe al uso repetitivo del bastón, lo cual hace que continuamente se soporte la carga muscular causando atrofia hacia el lado del cual sostiene el bastón, acción que adaptaron desde que adquirieron la discapacidad visual.

Otra de las alteraciones encontradas en el momento de la fase del despegue de dedos es la flexión de cadera, causada por el uso del bastón producida al explorar el espacio por donde se va a transitar, de igual manera, se presenta extensión de cadera en las fases de choque plantar y apoyo plantar provocada por la compensación de tronco al avanzar por el espacio explorado con el bastón, esto sustentado desde la tercer ley de Newton que dice “con toda acción ocurre siempre y una reacción igual y contraria: quiere decir que las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto”³³ es decir, los

³² MUÑOZ A.I. TAMARIT M.R. (1998) Necesidades de la aplicación de cultura física en escolares con necesidades educativas especiales del municipio de Camagüey. Revista mexicana de ortopedia y traumatología 12(6): 40

³³ -RILEY W, STURGES LEOROY. Ingeniería Mecánica Dinámica II. (Barcelona). Editorial REVERTÉ. .Año 2005

cambios experimentados en el momento que la cadera se extiende en choque plantar y apoyo plantar son proporcionales a la flexión de cadera ocurrida en el despegue de dedos.

Otra alteración encontrada durante los tres momentos analizados de la marcha, es la hiper- extensión de rodilla, la cual ha ocasionado un genu recurvatum³⁴, así mismo se encontró durante el choque plantar una dorsiflexión aumentada; estas alteraciones se adoptan porque la falta de visión hace que se altere el reconocimiento del cuerpo en el espacio como bien lo plantea Murillo GF, Víquez PZ en su estudio “una visión otorrinolaringológica para la medicina general”. Acta méd. Costarric. 2002;

“Los propioceptores tienen como función el reconocimiento de la posición tanto estática como dinámica. Estas dependen del conocimiento del grado de angulación de todas las articulaciones en los tres planos del espacio y de la velocidad con la que cambia. Por eso existen muchas clases de propioceptores que ayudan a determinar el grado de angulación articular y que se utilizan en conjunto para las sensaciones de posición y movimiento”³⁵.

Por lo tanto, los dos evaluados no tienen bien desarrollada la propiocepción consciente, porque en esta se combina la parte vestibular con la vía visual; entonces, al perder la visión generan un aumento de la sinestesia articular, los receptores articulares de la cadera, rodilla y tobillo son más sensibles a estos estímulos, haciendo que los dos evaluados realicen una hiper-extensión de rodilla y una hiper dorsiflexión de tobillo ya que necesitan mandar el impulso y la información con más fuerza al sistema nervioso central. También se debe tener en cuenta que la actividad física que los dos evaluados realizan es muy limitada y no realizan estiramientos. Es por esto que se modificada su marcha recurriendo a ese instinto de protección que por su situación de discapacidad visual se ha adaptado para su desplazamiento; de esta manera su conciencia en el espacio se ve afectada, alterando su propiocepción y dinámica en el flujo de la biomecánica de la marcha.

³⁴ -RUIZ J., NAVARRO R, GOMEZ A, SANTANDREU M.E, BRITO M.E, EGEE A.. Biomecánica de la marcha humana. Genu varo. Genu recurvatum. Año 1995

³⁵ MURILLO GF, VÍQUEZ PZ en su estudio “una visión otorrinolaringológica para la medicina general. Acta méd. Costarric. 2002 <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 13 - N° 128 - Enero de 2009.

Finalmente, a pesar de las alteraciones biomecánicas y posturales que reflejan los resultados de los dos evaluados, se puede evidenciar que se encuentran dentro de los límites de normalidad, en tanto cumplen con las tres fases de la biomecánica de la marcha según lo planteado por Nordic y Frankel (2004)³⁶; es decir, aunque se evidencian varias alteraciones como inclinación de tronco, escoliosis dorsal, alteración en la posición de cadera, hiperextensión de rodilla y una alta dorsiflexión de pie, indica que desde sus necesidades cumple con lo planteado por los autores; sin embargo, contrario a esta apreciación se deja de manifiesto que una persona en situación de discapacidad visual y más cuando es adquirida, no realiza una marcha normal puesto que esta la realiza de una forma asistida por el uso del bastón, por los mecanismos que adopta biomecánicamente como medida de protección; por ejemplo: ampliación de su base de sustentación (piernas separadas), descenso del centro de gravedad y disminución del brazeo de extremidad superior contraria de la que sostiene el bastón. Aspecto que amerita seguir la realización de los respectivos estudios investigativos.

³⁶ NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004

10.CONCLUSIONES

- La Biomecánica de la marcha de los dos evaluados está alterada en las fases de choque plantar, apoyo plantar y despegue de dedos
- Las alteraciones de los dos evaluados se han producido por la necesidad de locomoción y desplazamiento.
- En los dos evaluados se presenta una extensión de cadera durante el choque plantar y el apoyo plantar hecho que tiene compensación en el despegue de dedos con una flexión de cadera
- En las tres fases de la marcha de los dos evaluados se presenta la alteración de extensión de rodilla, así como también la dorsiflexión aumentada de tobillo, hecho que ocurre por la deficiencia de propiocepción consiente por lo que suceden estas falencias.
- Las alteraciones presentadas en el análisis postural se reflejaron en la biomecánica de la marcha de los dos evaluados.

11.RECOMENDACIONES

- A la comunidad científica, es fundamental que se realicen estudios biomecánicos completos, es decir donde se involucre el análisis de miembros superiores y el cuerpo en general, ya que los movimientos de estos segmentos influyen en la dirección, distancia, amplitud, etc. Con esto se obtendrán más datos y el estudio estaría más completo.
- Al grupo de investigación Salud y Motricidad, se sugiere que futuros estudios involucren el análisis de la biomecánica de la marcha de personas en situación de discapacidad visual profunda con un mayor número de población con el fin de complementar las bases teóricas de este tipo de investigaciones.
- Al Departamento de Educación Física, Recreación y Deporte, es importante que las personas en situación de discapacidad visual sean partícipes de un plan de higiene postural y fortalecimiento muscular para mejorar la estabilidad articular funcional y así prevenir y evitar futuras lesiones
- Se plantea para la fundación PERCIBV la participación de un licenciado en educación física que les oriente clases grupales de relajación, recreación y acondicionamiento físico, con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los integrantes del establecimiento
- Al programa de licenciatura en educación básica con énfasis en educación física, recreación y deportes: incluir prácticas que ayuden al manejo de los software académicos, como Word, power point, Excel, paint, kinovea, spss, y demás programas que ayuden a la sistematización de los proyectos investigativos.

12.LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO EXAMEN POSTURAL SOFTWARE APIC 2.0

Resultados Análisis Postural		
Fecha:		
Nombre:		
Sexo:		
Edad:		
Masa:		
Lateralidad:		
Deporte:		
VISTA POSTERIOR		
VISTA FRONTAL		
Cabeza: Angulo		Cabeza: Angulo
Hombros: Diferencia de Altura		Hombros: Diferencia de Altura
Tronco: Angulo		Tronco: Angulo
Caderas: Diferencia de Altura		Caderas: Diferencia de Altura
Rodilla derecha: Angulo		Angulo Costoabdominal-codo
Rodilla izquierda: Angulo		Tobillo Derecho
Rotula derecha		Tobillo izquierdo
Tibia derecha		
Tors fem der		Diferencia Alturas Dorso
Rótula izquierda		Angulo del Dorso
Tibia izquierda		Desviación puntos centrales
Tors fem izq		Desviación 7 Cervical
Angulo Q derecho		Desviación 10 Lumbar
Angulo Q izquierdo		Desviación Intergluteo
Desviación puntos centrales		
Intermuslo		Centro de gravedad (%)
Entrecejo		
Supraesternal		
Centro de gravedad (%)		
LATERAL DERECHA		
Angulos	Valor	Descripción
Tronco		Tronco
Lordosis cervical		Lordosis cervical
Cifosis		Cifosis
Lordosis Lumbar		Lordosis Lumbar
Rodilla		Rodilla
Desviación con respecto al punto de cifosis máxima		
Distancia al talón		Distancia al talón
Datancia al maléolo externo		Datancia al maléolo externo
Distancia e la rodilla		Distancia e la rodilla
Trocanter mayor		Trocanter mayor
Nalga		Nalga
Distancia de la lordosis lumbar		Distancia de la lordosis Lumbar
Distancia de la lordosis cervical		Distancia de la lorosis cervical
Meato Auditivo Externo		Meato Auditivo Externo
Occipucio		Occipucio
Desviación con respecto a la línea de gravedad		
Trocanter mayor		Trocanter mayor
Hombro izquierdo		Hombro izquierdo
Meato auditivo externo		Meato auditivo externo
% ubicación CG		% ubicación CG
Trocanter Mayor		
Hombro derecho		
Meato auditivo externo		
% ubicación CG		
Centro de gravedad		
frontal		
Lateral		

ANEXO 2: FORMATO RESULTADOS BIOMECANICA DE LA MARCHA

Resultados Análisis Biomecanica de la Marcha					
Fecha:					
Nombre:					
Sexo:					
Edad:					
Masa:					
Lateralidad:					
Deporte:					
VISTA FRONTAL			VISTA POSTERIOR		
Momento de la Marcha	Segmento	Grados	Momento de la Marcha	Segmento	Grados
Choque Plantar	Tronco		Choque Plantar	Tronco	
Apoyo Plantar	Tronco		Apoyo Plantar	Tronco	
Despegue de Dedos	Tronco		Despegue de Dedos	Tronco	
LATERAL DERECHA			LATERAL IZQUIERDA		
Momento de la Marcha	Articulación	Grados	Momento de la Marcha	Articulación	Grados
Choque Plantar	Tobillo		Choque Plantar	Tobillo	
	Rodilla			Rodilla	
	Cadera			Cadera	
Apoyo Plantar	Tobillo		Apoyo Plantar	Tobillo	
	Rodilla			Rodilla	
	Cadera			Cadera	
Despegue de Dedos	Tobillo		Despegue de Dedos	Tobillo	
	Rodilla			Rodilla	
	Cadera			Cadera	

13. BIBLIOGRAFÍA

- AGUADO X. Eficacia y técnica deportiva – análisis de movimiento humano (Barcelona): INDE.1993
- ALBEROLA S, PEREZ I, CASARES I, CANO A, ADRES DE LLANO JM,. Mochilas escolares y dolor de espalda en la población infantil, España, Revista pediatria de atención Primaria Vol. XII. Año 2010
- ANGULO R. El retrato de fase como una herramienta de análisis de comportamiento motor. Bases de datos Universidad del Cauca. ISSN. 1577-4015 año 2010
- AGUADO JÓDAR, Xavier. Eficacia y técnica deportiva: análisis del movimiento humano. Barcelona: Inde Publicações, 1993.
- BAQUERO G, BUITRAGO M, ORTIZ M. Influencia de las alteraciones posturales dorsales en la resistencia muscular. Revista Científica “General José María Córdova” Revista Colombiana de investigación en el campo Militar. Bogotá, D.C., Colombia Vol. 9, Junio /2011. ISSN 1900-6586.
- CASTRO, P., FERNANDEZ M, FERNANDEZ A, MENDOZA S, MUIÑA M.. los Héroes olvidados: el deporte en los discapacitados físicos. Universidad de Oviedo. I.S.B.N. 84-8317-159-7. Año 1999
- CERDA L.. Policlínico de Trastornos de Marcha. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Clínico Universidad de Chile. Santos Dumont, Independencia, Santiago. Año 1999
- DANE..http://www.inci.gov.co/doc_estadisticas/Avances_y_retos_en_inclusion_educativa.pdf. Año 2005
- DEUTSCH Gregora. Bases psicopedagógicas de la educación especial. (España): Pearson. Año 2003
- DÍAZ N, LÓPEZ R, MONTOYA P, CARVAJAL F. Evaluación preliminar de la marcha en individuos sanos. Año 2007
- GONZALES R. Rehabilitación médica (1997): MASSON. Año 1997
- GUZMÁN A. Manual de fisiología Articular. Capítulo 3. Editorial. Manual Moderno. Colombia. ISBN: 9789589446607

- LÓPEZ J.. Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica. Asociación Española de Pediatría. Año 2008
- LÓPEZ O, SANABRIA L. Diseño y desarrollo de un prototipo basado en visión artificial y lógica difusa para identificar procesos de representación espacial en discapacitados visuales que utilizan este dispositivo como ayuda aumentativa. (Bogotá). Año 2006
- MERCER L. Él bebe ciego. <http://www.once.es/appdocumentos/once/prod/Estudios%20Informes%20Actas%20e%20Historia.pdf>. (Barcelona): Editorial MASON. Año 1992
- MORATALLA R.. El corredor Popular. <http://www.institutoprofesional.es/wp-content/uploads/2014/04/tratamiento-de-lesiones-deportivas.pdf>. Año 2013
- MORTES E; ESCRIBANO J. Discapacidad Visual. Editorial1 CAFMN. Año 2008
- NORDIN M., FRANKEL V. Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético, Capítulo 18. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA. Tercera edición. Madrid. ISBN: 84-486-0635-3. Año 2004
- MUÑOZ A.I. TAMARIT M.R. Necesidades de la aplicación de cultura física en escolares con necesidades educativas especiales del municipio de Camagüey. *Revista mexicana de ortopedia y traumatología* 12(6): 40. Año (1998)
-
- MURILLO GF, VÍQUEZ PZ en su estudio “una visión otorrinolaringológica para la medicina general. Acta méd. Costarric. 2002 <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 13 - Nº 128 - Enero de 2009.
- OCHAITA E. Aspectos cognitivos del desarrollo psicológico de los ciegos (Madrid). Año 1998
- Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>. Año 2012
- OSORIO L, HITCHMAN D, PÉREZ J, PADILLA C. Prevalencia de baja visión y ceguera en un área de salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Versión On-line ISSN 1561-3038. Año 2003.

- PALASTANGA N. Anatomía y movimiento Humano, estructura y funcionamiento: Pailotribo. Año 2001
- Política pública en Popayán. Personas en situación de discapacidad visual.. http://www.popayan-cauca.gov.co/apc-aa-files/32366631656237666436366564333734/Politica_de_Discapacidad.pdf. Año 2012
- PORTER Suart.. Tidy – fisioterapia (Barcelona): El sevier. Año 2009
- RELAÑO P.. Iguales pero diferentes: un modelo de integración en el tiempo libre (Madrid): Popular. Año 1994
- Revista virtual Efdeportes.com. Buenos Aires, Argentina. . Año 1996
-
- RILEY W, STURGES LEOROY. Ingeniería Mecánica Dinámica II. (Barcelona). Editorial REVERTÉ. .Año 2005
- ROJO J. Fundamento del movimiento humano. (Barcelona): Editorial MASSON. Año 2006
-
- RUIZ J., NAVARRO R, GOMEZ A, SANTANDREU M.E, BRITO M.E, EGEA A.. Biomecánica de la marcha humana. Genu varo. Genu recurvatum. Año 1995
- SANCHEZ J. Biomecánica de la Marcha Normal y Patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia. Año 1999
- SERPA DE RUBIO X. Adquisición de equipos para la implementación del programa de estimulación y entrenamiento visual con niños sordo ciegos y multimpedidos (Bogotá). Año 1999
- SMITH D. Bases Psicopedagógicas de la Educación Especial 4ª edición, España (2006).
- ZUCCHI D. Deporte y Discapacidad. Efdeportes.com, <http://www.efdeportes.com/efd43/discap1.htm>. Año 2001