



FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA SALUD
Escuela de Kinesiología

**Facultad de Ciencias de la Salud
Departamento de Kinesiología**

**ANÁLISIS DEL USO PROLONGADO DE ZAPATO DE
TACÓN SOBRE EL CENTRO DE PRESIÓN DEL PIE Y
LA FLEXIBILIDAD DE LA MUSCULATURA POSTERO
INFERIOR EN MUJERES DE 20 A 40 AÑOS
PERTENECIENTES A LA UNIVERSIDAD CATOLICA
SILVA HENRIQUEZ**

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL
GRADO DE LICENCIADO EN KINESIOLOGIA**

**CAMILA CECILIA DURAN CONTRERAS
MARGARITA NICOL GOMEZ ARENAS**

**Profesor Guía: Francisco Arévalo
Kinesiólogo**

Santiago, Chile

2017

DEDICATORIAS

Dedicado a mi madre por su constante lucha y perseverancia durante toda su vida. Además de enseñarme todo lo que soy, por cuidarme, siempre creer en mí y por darme lo que nunca nadie podrá darme jamás.

A mi hermano por apoyarme en los momentos difíciles y siempre darme ese impulso necesario, para seguir en la búsqueda de mis sueños.

Y finalmente a mi compañera Margarita por su paciencia y compañerismo durante el periodo universitario y más aún en la elaboración de nuestra tesis.

Camila Durán Contreras

En primer lugar agradezco a mis padres por permitirme estudiar y brindarme las herramientas necesarias para cumplir mi sueño de ser profesional, por siempre confiar en mí y tener en cada momento palabras de apoyo.

A mi hermana por siempre estar conmigo aun cuando estás tan lejos, por la confianza enorme y soportar siempre mis períodos de estrés durante el periodo de tesis, por la disposición de siempre querer ayudarme, simplemente por existir y brindarme un pedacito de ti a través de mi sobrina.

A mi sobrina y ahijada por existir y ser un aporte y sustento emocional que trae a mi vida.

A mis amigas del equipo de futbol Real United que siempre tiene palabras de apoyo y me brindan el esfuerzo para seguir adelante.

Finalmente agradezco la enorme paciencia a mi compañera y amiga Camila por trabajar codo a codo durante todo el proceso universitario, y aguantar todos los momentos de estrés.

Margarita Gómez Arenas

Tabla de Contenido

I.	INTRODUCCION	8
1.1	Identificación del Problema	9
1.2	Objetivo General	9
1.3	Objetivos Específicos	9
1.4	Pregunta de Investigación	9
1.5	Hipótesis.....	10
II.	MARCO TEORICO	11
2.1	Anatomía y Biomecánica de Tobillo - Pie	11
2.1.1	Articulaciones Del Pie	18
2.1.2	Cinemática	20
2.1.3	Biomecánica en la Acción de estar en Punta de Pie	25
2.2	Control Postural.....	27
2.3	Estabilidad Postural.....	27
2.4	Equilibrio.....	29
2.5	Centro de Gravedad	30
2.6	Centro de Presión	31
2.7	Posturografía.....	32
2.7.1	Romberg.....	35
2.8	Calzado	37
2.8.1	Calzado en Chile.....	37
2.8.2	Características de Calzado de Tacón	39
2.8.3	¿Existe un zapato mejor que otro?	41
2.9	Alteraciones Biomecánicas por el uso Prolongado de Zapato Alto ...	41
2.9.1	Patologías.....	43
III.	METODOLOGÍA	54
3.1	Diseño de investigación.....	54
3.2	Población y Muestra	54

3.3	Instrumentos.....	54
3.4	Materiales:.....	55
3.5	Ficha de Evaluación	55
3.6	Análisis de datos	56
IV.	ANALISIS ESTADISTICO.....	56
V.	RESULTADOS	57
VI.	DISCUSIÓN.....	65
VII.	CONCLUSIÓN.....	68
VIII.	ANEXO	71
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	75

Índice de tablas e Ilustraciones

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Anatomía el Pie	12
Ilustración 2 Arcos del pie	15
Ilustración 3 Fórmulas y apoyo del pie	17
Ilustración 4 Movimientos del flexión dorsal y flexión plantar	21
Ilustración 5 Movimientos de Pronación y supinación del pie.....	24
Ilustración 6 Biomecánica al estar en punta de pie	26
Ilustración 7 Estrategia de Tobillo y Cadera	28
Ilustración 8 Oscilaciones posturales	34
Ilustración 9 Formula de Romberg	35
Ilustración 10 Prueba de Romberg	36
Ilustración 11 Partes del Calzado	38
Ilustración 12 Tipos de Tacón.....	39
Ilustración 13 Inclinación del pie según la altura del tacón.....	40
Ilustración 14 Distribución de peso en el pie	42
Ilustración 15 Metatarsalgia.....	44
Ilustración 16 Test de Flexibilidad	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 articulaciones del Tarso.....	18
Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión.....	56
Tabla 3 Análisis estadístico ANOVA Prueba de Romberg	57
Tabla 4 Análisis estadístico ANOVA Prueba de Centro de Presión	58
Tabla 5 Resultado de Romberg.....	73
Tabla 6 Resultados Flexión de Tronco en Bipedestación.....	74
Tabla 7 Resultados Lunge test.....	74

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Participantes según altura de tacón	59
Grafico 2 Porcentaje de Romberg	60
Grafico 3 Porcentaje Romberg Detallado	61
Grafico 4 Representación del Centro de Presión del Pie	62
Grafico 5 Test de Flexión de tronco en bipedestación.....	63
Grafico 6 Lunge test	64

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo pesquisar los efectos del uso prolongado de zapato de tacón en el centro de presión del pie y la flexibilidad de la musculatura postero inferior en mujeres de 20 a 40 años pertenecientes a la Universidad Católica Silva Henríquez (UCSH) , para ello se invitó personalmente tanto a funcionarias como estudiantes a participar del estudio, formando una muestra de 30 mujeres, las cuales se subdividieron en 15 que utilizan zapato de tacón por lo menos 5 días a la semana, versus aquellas que no utilizan zapato de tacón recurrentemente. La medición se llevó a cabo durante el mes de mayo en el laboratorio de funcionalidad ubicado en las dependencias de la UCSH, Santiago. En ambos grupos se midió las oscilaciones en el centro de presión mediante un posturógrafo. Se recolectaron los datos y analizaron en formato Microsoft Excel para la creación de gráficos de comparabilidad entre ambos grupos. Una vez realizado este ítem se analizaron los datos y crearon las discusiones pertinentes.

La presente investigación es de tipo cuantitativo analítico, observacional de corte transversal. Donde se pretende describir los sucesos que surgen por el uso prolongado de zapato de tacón en el centro de presión de las mujeres y su musculatura postero inferior de las participantes de dicha comunidad.

El resultado obtenido mediante el análisis estadístico de la prueba de ANOVA se puede determinar que no hay significancia estadística entre el uso y no uso de tacón con el resultado del Romberg, pero si existe una leve inclinación hacia anterior del centro de presión del pie en la mujeres que utilizan tacón en comparación con las participantes que utilizan, debido a la complejidad de la prueba.

Se deja la posibilidad de futuros estudios, en el cual se complementen los resultados, lo que facilitará las conclusiones del proyecto.

I. INTRODUCCION

En la actualidad la moda y la elegancia al vestir ya no solo se basa en la prenda, sino que ahora se toma en consideración el calzado pasando por alto la comodidad y privilegiando el glamour, lo que ha ocasionado que las mujeres pasen a utilizar este accesorio en forma prolongada contribuyendo de forma inconsciente una alteración postural.

Este accesorio nace por la necesidad de proteger los pies ya sea de temperaturas, distintas superficies y diversos peligros del camino. Con el pasar de los años estos se fueron modernizando haciendo distinción entre zapatos de la realeza y los obreros, naciendo así los zapatos de tacón.

Se entiende por zapato de tacón todos aquellos que “el contacto del talón con el calzado tiene una inclinación considerable” (Sonia Hidalgo, 2014). Existen diversos tipos, formas y alturas las cuales influyen directamente en el pie de la persona que los utiliza. Hoy en día las mujeres prefieren sentir el ardor e incomodidad del zapato para lograr su cometido final de seducción y elegancia.

Es por esto que para analizar cómo afecta este tipo de calzado es necesario abordar aspectos como la anatomía y biomecánica del pie, como influye el control postural, la estabilidad postural, el equilibrio y finalmente comprender que es la posturografía y la relevancia que tiene en este estudio.

La importancia de esta tesis es pesquisar la alteración que produce el zapato de tacón en el centro de presión de la mujer y como afecta a la musculatura postero inferior, ya que cada vez es más frecuente su uso, especialmente en su época joven, lo que se vuelve una preocupación en el mundo de la salud.

1.1 Identificación del Problema

En la actualidad las mujeres están sujetas a las constantes exigencias de la sociedad y lucir a la moda. Debido a esto se ha pasado a llevar la importancia que tiene el tipo de calzado sobre nuestros pies, privilegiando el atractivo y la sensualidad por sobre la comodidad y sin evidenciar los riesgos que este pueda ocasionar.

Es por esto que el principal problema se centra a la hora de escoger un adecuado tipo de zapato, se debe tomar en consideración la altura correspondiente de los centímetros del tacón y frecuencia de su uso. Conforme a esto se pueden ocasionar “diferentes trastornos musculo esqueléticos como la fascitis plantar, el Hallux Valgus, esguince de tobillo y dolor lumbar crónico” (Vaniessa Dewi Hapsari, 2014).

1.2 Objetivo General

Cuantificar cuales son los efectos del uso prolongado de zapato de tacón en el centro de presión del pie y la flexibilidad de la musculatura postero inferior en mujeres de 20 a 40 años, pertenecientes a la comunidad universitaria de la UCSH.

1.3 Objetivos Específicos

- Establecer las diferencias entre el uso prolongado de zapatos de tacón y zapatos sin tacón en el centro de presión de la mujer.
- Determinar mediante test de flexibilidad los acortamientos que se producen en la musculatura de extremidad postero inferior por el uso frecuente de zapato de tacón.

1.4 Pregunta de Investigación

¿Cómo afecta el uso de zapato de tacón en el centro de presión del pie y la flexibilidad de la musculatura postero inferior en las mujeres de 20-40 años de la UCSH?

1.5 Hipótesis

Debido al uso frecuente del zapato de tacón, las mujeres están propensas a sufrir directamente alteraciones tanto en la postura corporal, equilibrio estático y mantención del centro de gravedad dentro de los límites de estabilidad, debido a la posición que adopta el pie al subirse a dicho calzado. Pretendemos que debido a lo anterior el centro de presión presentará mayores oscilaciones, con tendencia a desplazarse hacia anterior, lo que ocasionará una modificación en la postura corporal para la mantención del equilibrio estático del sujeto.

Variables a utilizar

Dependientes: Centro de presión

Test Romberg.

Test de flexibilidad muscular.

Independiente: Uso y no uso de zapato alto.

Hipótesis para análisis estadísticos

- Hipótesis Alternativa: El uso y no de zapatos de tacón presenta una significancia estadística.
- Hipótesis Nula: El uso y no uso de tacón no presenta una significancia estadística.

II. MARCO TEORICO

2.1 Anatomía y Biomecánica de Tobillo - Pie

El pie es una estructura mecánica compleja que se encuentra en el extremo distal de la pierna, es el encargado de “conectar el organismo con el medio que lo rodea, es la base de sustentación del aparato locomotor y tiene la capacidad, gracias a su peculiar biomecánica, de convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve” (Voegeli, 2003).

Es importante repasar conceptos claves de anatomía y biomecánica para comprender de mejor manera las posibles alteraciones que se producen en estas estructuras del pie por el uso del calzado estudiado.

El pie se subdivide en tres segmentos: a) huesos del tarso, b) metatarsianos y c) falanges. Dentro de los huesos del tarso se encuentra un grupo proximal (astrágalo, calcáneo), otro grupo intermedio (navicular), por último un grupo distal (cuboides, cuneiforme). Siguiendo esta subdivisión siguen los huesos del metatarso, estos son cinco numerados de medial a lateral y finalmente las falanges cada dedo posee tres falanges (proximal, media y distal) a excepción del primer orjejo que presenta solo dos falanges debido a que su longitud es menor que el resto. (Ilustración 1)

Ilustración 1 Anatomía el Pie

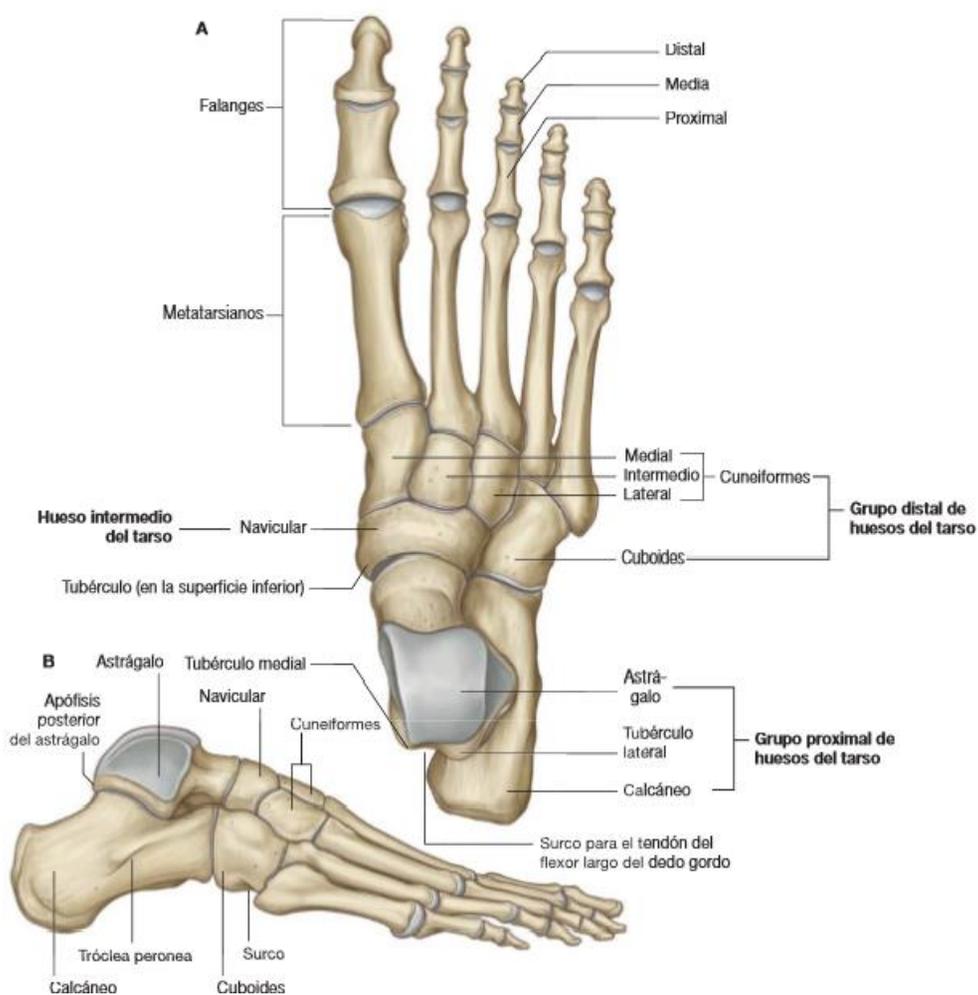


Ilustración 1: Anatomía del pie (A) Vista dorsal pie derecho, (B) vista lateral pie derecho.

Tobillo

La articulación del tobillo es de tipo sinovial bisagra, es decir permite los movimientos de flexo-extensión. Está catalogada como una de las articulaciones más estables de la extremidad inferior, se encuentra formada por la tróclea astragalina, la mortaja tibio peronea y ligamentos mediales y laterales que le brindaran estabilidad, además las superficies articulares se encuentran recubiertas por cartílago hialino.

Estabilidad del tobillo

- Ligamentos Mediales

Llamado deltoideo tiene forma triangular y se subdivide en cuatro porciones:

- Porción Tibionavicular
- Porción Tibiocalcanea
- Porción Tibioastragalina posterior
- Porción Tibioastragalina anterior

- Ligamentos Laterales

Compuesto por tres ligamentos:

- Ligamento Astragaloperoneo anterior
- Ligamento Astragaloperoneo posterior
- Ligamento Calcaneoperoneo

Tróclea Astragalina

Posee forma de cuña o cilíndrica de unos 105° siendo, más ancha por anterior que por posterior. Si se visualiza por superior se aprecia una tróclea acanalada lo que brinda una mayor estabilidad al interior de la mortaja. “Cuando el pie está en dorsiflexión y la superficie más ancha del astrágalo se mueve hacia la articulación del tobillo que cuando el pie está en flexión plantar y la parte más estrecha del astrágalo está en la articulación” (Richard L.Drake, 2010). En conclusión la posición que brinda mayor estabilidad al tobillo es la dorsiflexión.

Mortaja Tibioperonea

Formada por dos huesos tibia y peroné. Con respecto a la tibia intervienen dos superficies articulares y al igual que la tróclea astragalina presenta una disposición más ancha por anterior que por posterior, mientras que la cara externa del maléolo tibial articula con la cara interna del astrágalo. Mientras que el peroné articula con la carilla externa del astrágalo.

Los maléolos poseen una función importante de traspaso de carga, por un lado el maléolo tibial es poco desarrollado y su acción mecánica es mantener las fuerzas de tracción las cuales se traspasan a través del ligamento deltoideo. Y por otra parte el maléolo externo peroneal es mucho más potente y distal que

el interno, su función es la compresión impidiendo que el talón se desplace a valgo.

Es así como la mortaja tibioperonea acopla perfectamente con la tróclea astragalina, posee forma de semicírculo de unos 65° aportando estabilidad a la articulación. Además se deben considerar distintos elementos como ligamentos, capsulas articulares y músculos.

Pie

En cuanto al pie existen tres componentes esenciales: talón, medio pie y antepié.

Talón

La disposición de este debe seguir la línea de Helbing o en su defecto desviarse unos 5° a valgo, lo cual implica una amortiguación del talón con el suelo durante la marcha. Su estabilidad está dada por conexiones músculo-ligamentosas. En relación a la mantención, dependerá de los diversos ligamentos deltoideos, tibioperoneos y astragalocalcaneos, cada uno con una función específica. Si alguna de estas estructuras llegase a fallar el pie puede caer en un excesivo valgo y pronación.

Por otro lado para mantener el pie en el plano sagital se necesita de la indemnidad del sistema calcáneo-aquileo-plantar (tendón de Aquiles, hueso calcáneo, músculos del pie). Su acción primordial es en la fase de despegue de la marcha.

Medio Pie

➤ Bóveda Plantar

Posee una forma de semicubierta que al unirla con el pie contralateral formaran media esfera. La parte superior es la encargada de soportar las fuerzas de compresión, mientras que la inferior resiste las de tracción. Al igual que el tobillo está constituida por huesos, ligamentos, capsula y músculos brindando estabilidad. La bóveda plantar presenta arcos longitudinales y transversales.

➤ Arcos del pie

Como se mencionó anteriormente los huesos del pie forman arcos longitudinales y transversales respecto del suelo. “Esto favorece la absorción y distribución hacia abajo de las fuerzas del cuerpo en bipedestación y al moverse sobre diferentes superficies”. (Richard L.Drake, 2010)

- Arco Longitudinal: formado por la parte posterior del calcáneo y las cabezas de los metatarsianos. Es más alto por el lado medial que por lateral.
- Arco transversal: es más alto en el plano coronal, va desde la cabeza del astrágalo hasta la cabeza de los metatarsianos.

Estos arcos son sostenidos debido a la acción de los diversos ligamentos y músculos que presenta el pie. Entre los ligamentos encontramos al calcaneonavicular plantar, calcaneocuboideo plantar, plantar largo y la aponeurosis plantar. Mientras que en las estructuras musculares son tibial anterior, tibial posterior y peroneo largo.

Ilustración 2 Arcos del pie

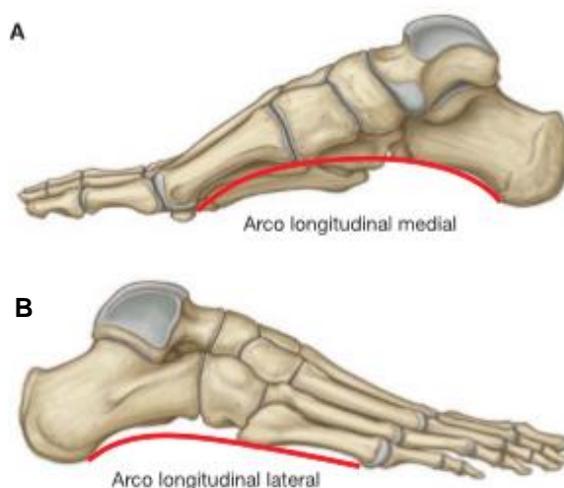


Ilustración 2: (A) Arco longitudinal pie, vista medial y (B) Arco longitudinal del pie, vista lateral.

Antepié

Existen diversos tipos de pie y según sus terminaciones dan origen a las fórmulas digital y metatarsal. (Ilustración 3A-3B)

- Fórmula digital: Según la longitud se subdividen en (A) Pie griego, en el cual el primer orjejo es más corto que la segunda falange, (B) Pie cuadrado, el primer orjejo es igual a la segunda falange y finalmente (C) Pie Egipto, cuando el primer orjejo es más grande que la segunda falange.
- Fórmula metatarsal: “index minus, el primer metatarsiano es más corto que el segundo y los demás cada vez más cortos, index plus minus el primero y el segundo son sensiblemente iguales e index plus el primer metatarsiano es más largo que el segundo”. (Voegeli, 2003)
- Apoyo metatarsal: El máximo apoyo recae en la cabeza de los metatarsianos debido a esto se producen constantes lesiones en la zona.

Mientras el pie está en apoyo anterior desaparece el arco anterior, donde los metatarsianos formarán un cono que se ensancha de atrás hacia adelante, cuando llega al suelo formará un arco de concavidad posterior en plano horizontal. (Ilustración 3C) “La desestructuración de este arco por diferencias en la longitud de los diferentes metatarsianos es causa de importantes metatarsalgias de origen biomecánico”. (Voegeli, 2003)

Ilustración 3 Fórmulas y apoyo del pie

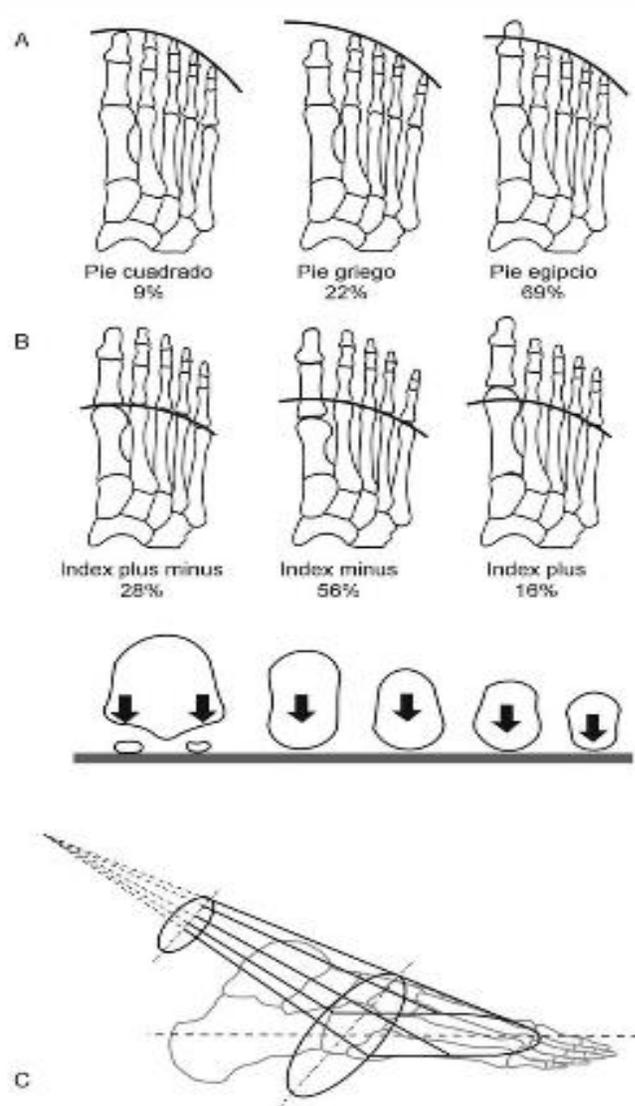


Ilustración 3: Muestra (A) las fórmulas digitales, (B) fórmulas transversales en el plano horizontal y (C) arco metatarsal.

2.1.1 Articulaciones Del Pie

Las articulaciones intertarsianas y los componentes que presenta el pie le permiten movimientos en los tres planos anatómicos, generando así movimientos de inversión, eversión, supinación, pronación y flexo-extensión. “La inversión y eversión se realizan girando toda la planta del pie en sentido medial o lateral, respectivamente. La pronación es la rotación de la parte delantera del pie en sentido lateral respecto de la parte posterior del pie, y la supinación es el movimiento inverso.” (Richard L.Drake, 2010)

Articulaciones de Tobillo

Las principales articulaciones donde se producen los movimientos del tarso son: a) subastragalina la cual permite movimientos de desplazamiento y rotación que participan en la inversión y eversión, b) astragalocalcaneonavicular participa en los mismos movimientos que la articulación subastragalina, incluyendo pronación y supinación del pie y por último c) articulación calcaneocuboidea, en conjunto con las articulaciones anteriores realizaran movimientos de deslizamiento y rotación del pie, además genera movimiento de prono y supinación del antepié y retropié. Por otra parte las articulaciones astragalocalcaneonavicular y las calcaneocuboidea forman la articulación transversa del tarso. Cada una de estas articulaciones presenta una serie de ligamentos que le brindaran estabilidad a la articulación. (Tabla 1)

Tabla 1 articulaciones del Tarso

<i>Articulación</i>	<i>Ligamentos</i>
<i>Subastragalina</i>	Astragalocalcáneos lateral, medial, posterior e interóseo
<i>Astragalocalcaneonavicular</i>	Posterior: Astragalocalcáneo interóseo. Superior: Astragalonavicular. Inferior: Calcaneonavicular plantar.
<i>Calcaneocuboidea</i>	Calcaneocuboideo plantar Plantar largo

Tabla 1: Articulaciones del tarso con sus respectivos ligamentos.

Articulación Tarsometatarsianas

Está compuesta por los huesos del tarso y metatarsianos adyacentes, realizando movimientos de deslizamiento, siendo de mayor grado la del primer metatarso con el cuneiforme medial, lo cual permite movimientos de flexo-extensión y rotación. Estas reciben el nombre de articulación tarsal transversa participando en la prono-supinación del pie.

Articulación Metatarsofalángicas

Originada por la cabeza de los metatarsianos y sus respectivas falanges proximales de los dedos del pie. Estas permiten movimiento de flexo-extensión, abducción-aducción, rotación y circunducción. “Las cápsulas articulares están reforzadas por los ligamentos colaterales medial y lateral y por los ligamentos plantares, que tienen surcos en sus superficies plantares para los tendones largos de los dedos”. (Richard L.Drake, 2010)

Articulaciones Interfalángicas

Consiste en la unión de dos falanges adyacentes, es de tipo bisagra por lo que permitirá movimientos de flexo-extensión. Al igual que todas las articulaciones vistas presenta sus propios ligamentos, estos son los colaterales medial y lateral y los ligamentos plantares.

2.1.2 Cinemática

❖ Articulación Tibiotarsiana

Posee un eje de rotación que involucra al cuerpo del astrágalo y ambos maléolos. El eje de rotación va en sentido diagonal inclinado hacia superior y anterior entre ambos maléolos. “El eje se desvía del eje medio-lateral por unos 10 grados en el plano frontal y 6 grados en plano horizontal” (Donal A. Neumann). Debido a esto la dorsiflexión se asocia a dos movimientos, la abducción y eversión, mientras que la flexión plantar se acompaña de movimientos de aducción e inversión. Se ha demostrado que la articulación subastragalina contribuye en un 20% del movimiento total del pie.

Para comprender el movimiento biomecánico de la articulación es preciso observar el pie cuando este no está sometido a ninguna carga, lo cual le brinda la libertad de rotación. “Durante la flexión dorsal (dorsiflexión), la superficie superior del astrágalo rueda hacia adelante respecto a la pierna al tiempo que se deslizan posteriormente” (Donal A. Neumann). A medida que ocurre esto el ligamento calcaneoperoneo se tensa en respuesta al deslizamiento posterior del segmento astragalocalcáneo. La flexión dorsal completa elongará a la capsula posterior, tendón de Aquiles y estructuras adyacentes. Por otro lado en la “flexión plantar la superficie anterior del astrágalo rueda hacia atrás mientras el hueso se desliza al mismo tiempo en sentido anterior” (Donal A. Neumann). En este movimiento se tensarán los ligamentos peroneoastragalino anterior y la porción tibionavicular del ligamento deltoideo, mientras que la capsula por anterior y los músculos flexores dorsales estarán laxos.

Ilustración 4 Movimientos de flexión dorsal y flexión plantar

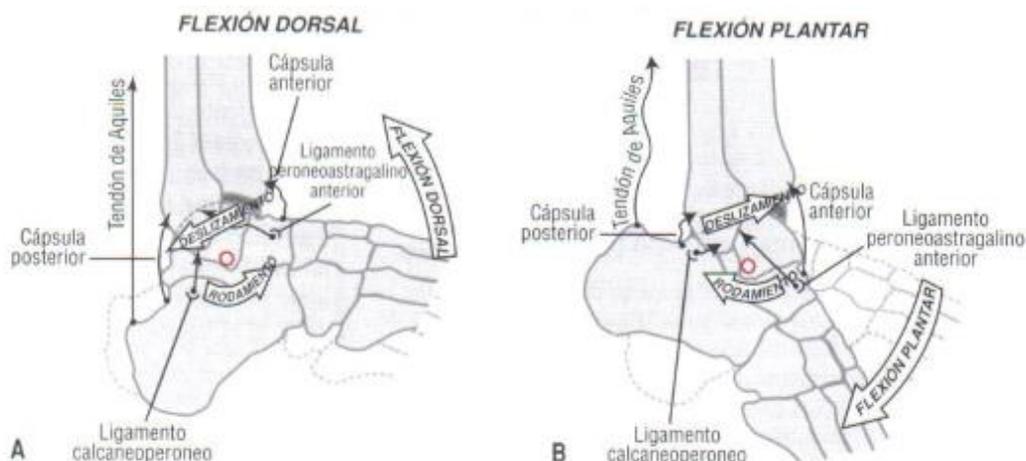


Ilustración 4: Ilustra los movimientos de (A) Movimiento de flexión dorsal o dorsiflexión. (B) Flexión plantar. Además de lo que ocurre con sus respectivas estructuras estabilizadoras.

❖ Articulación Subastragalina

Para evaluar la amplitud de movimiento de esta articulación, se debe tomar con firmeza el calcáneo sin carga y girarlo en sentido lateral y de forma rotatoria. La función del astrágalo será mantener fija la articulación tibiotarsiana. Los movimientos de pronación y supinación se llevan a cabo gracias a que el calcáneo se mueve en torno al astrágalo, sin embargo en la mayoría de las actividades se realizan con el calcáneo en constante fijación debido a que debe soportar el peso del cuerpo. La movilidad de esta articulación permite que el pie se adecue con la superficie que está en contacto.

En relación a la artrocinemática de esta articulación se basa en el deslizamiento entre los grupos de las carillas, lo cual provoca un arco curvilíneo de movimiento. Su eje de rotación se describe como una línea que atraviesa la porción posterior y lateral del talón, cruzando la articulación subastragalina en tres direcciones: anterior, media y superior. Su eje se sitúa a 42° respecto del plano horizontal y a 16° del plano sagital.

El principal movimiento del calcáneo será la prono-supinación sobre el astrágalo esto puede cambiar según el apoyo del pie. La pronación se acompaña de los movimientos de eversión y abducción mientras que la supinación actuará en conjunto a la inversión y aducción.

Para cada movimiento existen ligamentos que facilitan o limitan el movimiento, en el caso de la eversión extrema de la articulación subastragalina las fibras medias del ligamento interóseo y la porción tibiocalcanea del ligamento deltoideo estarán limitando el movimiento. Por su parte el ligamento cervical y los ligamentos calcaneoperoneos limitaran el movimiento de inversión extrema.

❖ **Articulación Chopart del tarso**

Se compone de dos articulaciones: astragalonavicular y calcaneocuboidea. Se estabiliza mediante el arco longitudinal medial con sus respectivos ligamentos y músculos.

Permite una trayectoria de movimiento más oblicua que las anteriores articulaciones descritas y al contrario de lo que se ha demostrado a esta articulación le sirve el peso ya que provoca que el pie se acomode a la superficie expuesta.

- **Articulación Astragalonavicular:** compuesta por la unión de la cabeza del astrágalo y el lado proximal del navicular más la superficie dorsal del ligamento calcaneonavicular plantar. Este último es de estructura ancha y grueso, lo que le da una función como superficie afirmando así la cabeza del astrágalo. Este sostén es de vital importancia ya que cuando estamos en bipedestación el peso del cuerpo deprimirá la cabeza del astrágalo hacia el suelo.

Posee forma esferoidea lo que permite la rotación significativa hacia el lado medial del pie. Su grado de movilidad está en el giro del medio pie en relación al antepié.

- Articulación Calcaneocuboidea: Formada por la superficie anterior del calcáneo y la superficie proximal del cuboides, es poco móvil por lo que aporta un componente de rigidez al mediopié. “La superficie dorsal de la capsula de la articulación se engruesa por la presencia del ligamento calcaneocuboideo dorsal” (Donal A. Neumann). Los ligamentos plantares largo y corto tienen la misión de reforzar la superficie plantar de la articulación.

Es muy rara la vez que esta articulación actúa por separado, casi siempre lo hace en compañía de la articulación subastragalina. Para visualizar su movimiento de pronosupinación se debe dejar firme al calcáneo y observar cómo se moviliza el mediopié. Durante el movimiento el navicular rota axialmente la articulación astragalonavicular, “la combinación de rotaciones de las articulaciones subastragalina y transversa del tarso constituyen la mayor parte de la pronosupinación del pie” (Donal A. Neumann).

Posee dos ejes de rotación el longitudinal y el oblicuo, por un lado el eje longitudinal pasa cerca del eje anteroposterior con movimientos primarios de eversión e inversión, por otra parte el eje oblicuo posee un ángulo inclinado vertical y medio-lateral. El movimiento de este eje permitirá una combinación de abducción/dorsiflexión y aducción/flexión plantar. La combinación de todos estos movimientos llevarán a cabo los movimientos de pronosupinación máximas.

En cuanto a la cinemática de la articulación el principal responsable de la supinación es el musculo tibial posterior que contribuye a la rotación del navicular y la elevación del arco medial, para esto la superficie del navicular y el ligamento calcaneonavicular plantar giran en torno a la cabeza del astrágalo. Por otra parte debido a la rigidez que presenta la articulación calcaneocuboidea, provoca que el movimiento de aducción la columna lateral del pie quede debajo de la columna medial del antepié, entonces el mecanismo de pronación se produce por la tracción del músculo peroneo largo que deprime el lado medial y eleva el borde externo del pie.

Ilustración 5 Movimientos de Pronación y supinación del pie

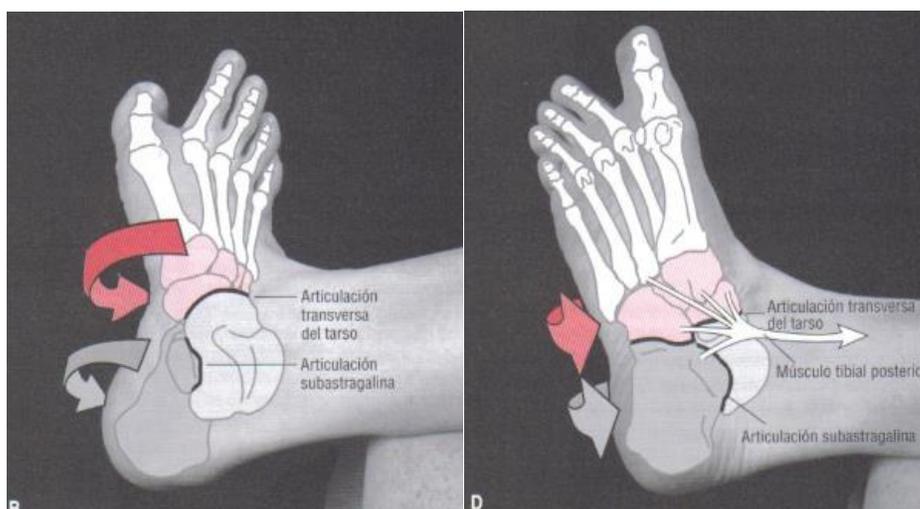


Ilustración 5: Ilustra los movimientos del pie derecho (B) Pronación del pie vista medial. (D) Supinación del pie vista medial.

❖ Arco longitudinal medial

Formado por calcáneo, astrágalo, navicular, cuneiformes y los tres metatarsianos mediales, la forma del medio pie se mantiene gracias al arco longitudinal medial de este, su piedra angular se encuentra ubicada próxima a la articulación astragalonavicular, siendo la principal estructura amortiguadora del peso del pie en carga, ayudada por el colchón de grasas plantares.

La altura y forma del arco longitudinal medial se mantiene gracias a “la gruesa fascia plantar, el ligamento calcaneonavicular plantar, la estabilidad de las articulaciones tarsometatarsianas, los ligamentos plantares cortos y los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie” (Donal A. Neumann). Se sostiene mediante dos fuerzas primarias: fuerza activa de los músculos y fuerzas pasivas dadas por la elasticidad y resistencia a la tracción. Las fuerzas activas actúan mediante las acciones dinámicas y estresantes para el pie (actividad física, punta de pies, etc.)

La fuerza pasiva en cambio en la bipedestación, el peso del cuerpo atraviesa la mortaja distribuyéndose por el arco longitudinal medial, por la grasa y por la dermis situada sobre el pie. Esta se distribuirá de distinta manera en las regiones del pie, quedando cada una con 60% retropié, 8% medio pie y 28% ante-pie.

El peso del cuerpo tiende a bajar el astrágalo y aplanar el arco longitudinal medial, debido a esto aumenta las distancias entre el calcáneo y las cabezas de los metatarsianos, además el retropié adopta una pequeña pronación.

Anormalidad del arco longitudinal medial

Existen dos posturas anormales en relación al arco longitudinal medial, la primera de ellas corresponde al Pie plano: depresión crónica del arco longitudinal medial del pie, “la fascia plantar puede estar sobre estirada con la articulación subastragalina en pronación excesiva, lo cual provoca una postura en valgo del retropié, en la que el calcáneo está en eversión”. (Donal A. Neumann) . El antepié se encontrará en abducción y tanto el astrágalo como el navicular se deprimen causando lesiones en la piel. Esta condición puede interferir en el traspaso y distribución de cargas que llegan al pie.

Siguiendo con la clasificación de anomalía en segundo lugar se encuentra Pie cavo: se describe como la elevación anormal del ángulo longitudinal del pie, lo cual tiende a posicionar a las cabezas de los metatarsianos de forma perpendicular al suelo. Al igual que en el pie plano es frecuente la formación de lesiones debido a la posición que va adoptando el pie.

2.1.3 Biomecánica en la Acción de estar en Punta de Pie

La elevación máxima del cuerpo en punta de pies requiere de la interacción de dos componentes: la articulación tibiotarsiana y las articulaciones metatarsofalángicas. Los músculos flexores plantares ejercen en la articulación tibiotarsiana un grado de giro entre el calcáneo y astrágalo con la mortaja del tobillo. Pero el movimiento principal comienza en las articulaciones metatarsofalángicas donde el gastronemio “tiene un brazo de palanca del momento interno que supera en gran medida el brazo de momento externo del peso del cuerpo” (Donal A. Neumann). Para lograr esta posición el gastronemio se necesita acortar tres veces que el desplazamiento del centro de masa del cuerpo. La contracción máxima de este músculo producirá un desplazamiento vertical del cuerpo de solo 1/3 de longitud de la contracción muscular. (Ilustración 6).

Por otra parte se encuentra el soleo, en el cual “su función principal es el control postural en bipedestación. Impide que la tibia se desequilibre en sentido anterior siguiendo la tendencia que marca la acción de la gravedad al estar de pie” (Ortigosa D. N., 2010)

“La hiperextensión de las articulaciones ejercerán tracción sobre la fascia plantar a través del efecto cabestrante. Esta acción ayuda a que los músculos intrínsecos sostengan el arco longitudinal medial y mantengan el antepié rígido, lo cual permite al pie aceptar la carga impuesta por el peso del cuerpo” (Donal A. Neumann)

Ilustración 6 Biomecánica al estar en punta de pie

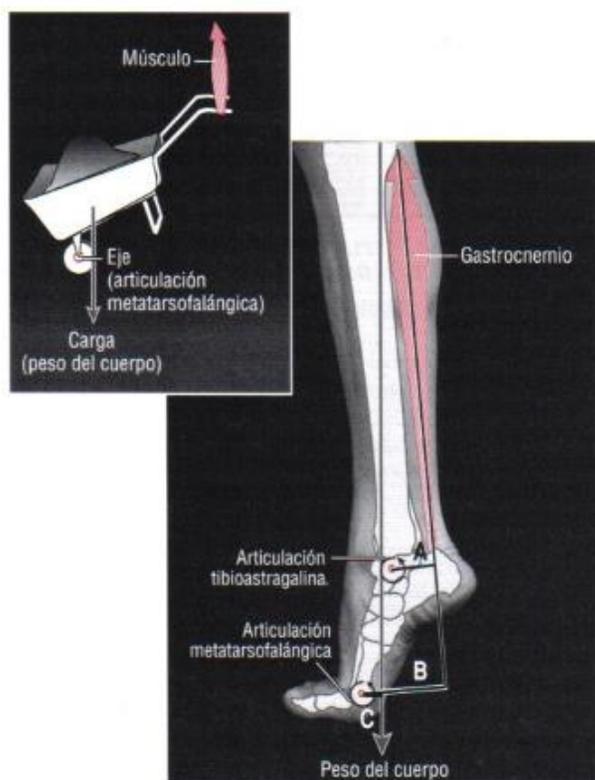


Ilustración 6: Muestra la biomecánica del pie al adoptar la postura de puntillas donde (A) brazo de palanca largo en las articulaciones metatarsofalángicas y (B) La línea de gravedad del peso del cuerpo cae por posterior al eje de rotación de la articulaciones metatarsofalángicas.

2.2 Control Postural

Se define como el mantenimiento de la estabilidad corporal. El sistema nervioso central es capaz de mantener una posición vertical segura en la restauración de la configuración inicial cuando el desequilibrio ocurre en la integración de la información sensorial, ya sea somatosensorial, vestibular o visual de la información.

Es fundamental que nuestro control postural se encuentre alineado para tener la capacidad de pararse y caminar bajo un mínimo gasto energético. Henry Otis Kendal definió la postura como “un estado compuesto del conjunto de las articulaciones del cuerpo en un momento determinado. (Bricot, 2008)

El deterioro o alteración del control postural puede conducir al deterioro del equilibrio y se ha encontrado asociado con el riesgo de caer. Por eso como “pieza clave para mantener el control postural es el sistema vestibular, que dispone de sensores de movimiento que envían la información al sistema nervioso central, donde se generan los reflejos vestíbulo-ocular y vestíbulo-espinal, encargados de la estabilización de la mirada y control postural” (Miguel Ortuño-Cortes, 2008)

2.3 Estabilidad Postural

“La estabilidad se define como la capacidad de mantener la posición del cuerpo, y específicamente del centro de gravedad dentro de los límites de estabilidad, esta definición remite a la noción de equilibrio, siendo los límites de estabilidad la frontera de un área del espacio en la que el cuerpo puede mantener su posición sin variar la base de sustentación”. (Sánchez, 2015).

La estabilidad postural se mantiene debido a un proceso complejo que involucra la detección del movimiento del cuerpo, esto se logra mediante la integración de la información sensorial en el sistema nervioso central y, por último, la selección y ejecución de respuesta músculo esquelética.

La influencia postural ha sido reconocida durante mucho tiempo como un importante indicador de la función del equilibrio. Para su visualización se utilizan calibradores de desequilibrio incorporados en las plataformas de fuerza, donde se registra el balanceo postural para ser analizado por el observador.

Para mantener la estabilidad corporal y el centro de gravedad, sin mayores oscilaciones es necesario mantener tres estrategias para el desarrollo del control nervioso. Estas tres estrategias se encuentran en función del grupo articular de tobillo y cadera o paso. (Ilustración 7)

- Estrategia de Tobillo: “El movimiento del cuerpo para mantener el equilibrio se realiza alrededor de la articulación de tobillo, por lo tanto en dirección anteroposterior”. (MF. Peydro de Moya, 2005). Permite alinear la postura en el centro de gravedad.
- Estrategia de Cadera. “El movimiento del cuerpo se realiza alrededor de la articulación de la cadera. Van a ser movimientos medio-laterales. El centro de gravedad se mueve rápidamente y se desplaza cerca de los límites de estabilidad”. (MF. Peydro de Moya, 2005) . Se utiliza por medio de flexo-extensión de cadera, además permite mantener la postura a través de variaciones de velocidad y amplitud.
- Estrategia del Paso: Consiste principalmente en dar un paso, previniendo caídas al suelo, se activa cuando el desplazamiento del centro de gravedad va más allá de los límites de estabilidad para mantenerse erguido.

Ilustración 7 Estrategia de Tobillo y Cadera

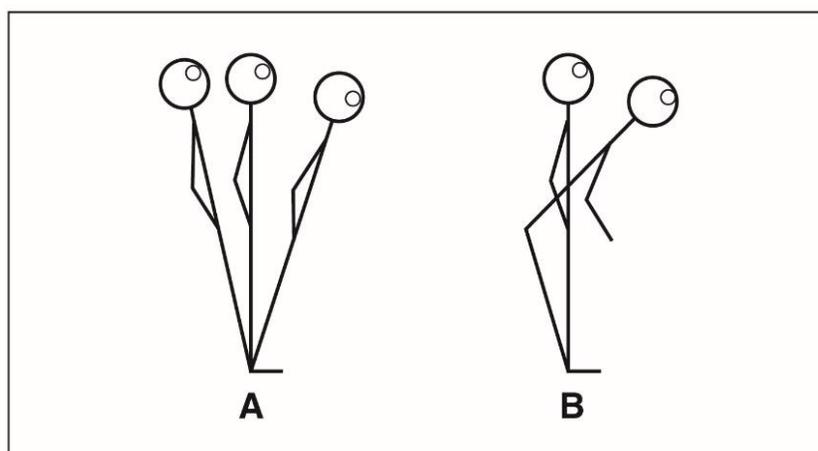


Ilustración 7: (A) Estrategia de tobillo y (B) Estrategia de cadera

2.4 Equilibrio

Se define como el estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo están equilibradas o son cero, de esta forma el cuerpo no sufrirá perturbaciones al realizar la acción.

“Desde el punto de vista Kinésico, se dice que el equilibrio es la capacidad de mantener la posición bípeda antigravitatoria, venciendo las múltiples fuerzas que intentan sacarlo de ella”. (Lacoste, 2008)

El cuerpo está sometido a dos fuerzas: gravedad y plano de sustentación. Existen tres tipos de equilibrios, donde cada uno dependerá de la relación que se produce entre el eje de giro y el centro de gravedad:

- Equilibrio Indiferente: El cuerpo es capaz de soportar cualquier actitud que se asigne pasivamente.
- Equilibrio Estable: Centro de gravedad está debajo del eje de giro. Cualquier perturbación al cuerpo eleva significativamente el centro de gravedad.
- Equilibrio Inestable: Centro de gravedad encima del eje de giro. Cualquier actitud descenderá el centro de gravedad.

El equilibrio del ser humano va sufriendo una serie de perturbaciones por ende se cataloga como estable o inestable, un ejemplo claro es la marcha donde se produce una recuperación de forma constante. Cuando un cuerpo está apoyado sobre un plano, cualquier fuerza perturbadora provoca rotación sobre la base de sustentación. “En efecto: al recibir una fuerza lateral el cuerpo gira sobre la arista y el centro de gravedad se eleva. Si la línea de gravedad no ha sobrepasado la arista, al cesar la fuerza el cuerpo recobra su posición inicial. No obstante, si la línea de gravedad ha excedido la arista el cuerpo cae y cambia de actitud”. (Lacoste, 2008)

- **Tipos de Equilibrio**

- A) Estático: Estado en el que la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están en equilibrio, permaneciendo el cuerpo una posición, sin variaciones. Es decir conserva la postura corporal en relación a la fuerza de gravedad. Busca que la cabeza este en plano simétrico al cuerpo.
- B) Dinámico: conservación de la postura corporal en respuesta de una perturbación repentina. Es decir la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, se reclutan de forma controlada permitiendo su desplazamiento.

La postura antigravitatoria tiene como base el sistema de reflejos capaces de mantener la postura corporal y el equilibrio contrarrestando la fuerza de gravedad. Esto se debe a la coordinación de los centros motores, por ello es importante la retroalimentación, velocidad en las respuestas motrices y reajustes de compensación.

Depende de factores como el sistema visual, propioceptivo y vestibular. La información de estos sistemas es “integrada en los distintos puntos del sistema nervioso central, principalmente de los núcleos vestibulares y sus derivados inmediatos en tronco y en el cerebro vestibular” (Dr. HayoA. Breinbauer, 2016).

2.5 Centro de Gravedad

Los movimientos del centro de gravedad pueden ser una medida satisfactoria para la evaluación del movimiento neto de las oscilaciones que se desarrollan constantemente en el cuerpo humano. Estos cambios oscilatorios afectan la fuerza de la musculatura del tronco y el poder de su cadena cinética.

En una posición ortostática, el centro de gravedad se localiza, en general, sobre la segunda vértebra sacra, a nivel de la cadera, debido a las características morfológicas, hombres y mujeres tienen diferencias en la ubicación del centro de gravedad (Silva AM, 2013). La variación tanto en hombres como mujeres, es debido a que generalmente el sexo femenino tiene las piernas más cortas y una pelvis más ancha en comparación al hombre, esto provoca que el centro de gravedad de ellas sea levemente inferior y anterior.

El centro de gravedad será donde se agrupe toda la masa del cuerpo, por lo tanto se basa en el centro de presión del pie sobre la superficie de contacto. Se define como presión del pie a "la respuesta neuromuscular neta al control del centro de gravedad pasivo" (Oliver Caron, 2000)

2.6 Centro de Presión

El centro de presión es la localización de la reacción vertical de fuerzas de reacción con el suelo, "representa el promedio de todo el peso que está en contacto con la superficie del piso, el cual es totalmente independiente del centro de masa" (Rodolfo Gonzalez, 2004), está "ubicado bajo cada pie producto del reflejo directo del control neural de los músculos del tobillo" (Constanza San Martin, 2011).

Bajo condiciones estáticas el centro de presión coincide con la proyección del centro de gravedad. El centro de presión "refleja el movimiento del cuerpo para mantener el centro de masa sobre la base de soporte, su desplazamiento desde su posición de equilibrio es generalmente mayor en magnitud que en desplazamiento de masa" (Hans Chaudhy, 2008). Su distribución se ve comprometida por diversos factores "como la estructura anatómica del pie, masa corporal, el sexo, longitud y el rango articular" (Kellis, 2001).

Para su análisis existen dos técnicas: a) plataforma dinamométrica, donde se puede determinar el peso soportado por cada pie, ya sea de forma estática o durante la marcha y b) plantilla dinamométrica, la cual consiste en una plataforma equipada con sensores de presión la cual se coloca entre la planta del pie y el zapato. "Mediante un programa informático específico, permite observar en la pantalla de un ordenador un registro de las presiones plantares de las distintas zonas del pie" (García I, 2010). Es importante el tiempo que se mantenga sobre ellas, ya que a mayor tiempo sobre la plataforma el resultado es más fiable.

2.7 Posturografía

Técnica utilizada para analizar “el control postural de la persona en bipedestación estable y en condiciones de desestabilización” (Moya, 2005). La posturografía ayuda a identificar el control postural del individuo gracias a la visualización de los movimientos del cuerpo a través de los centros de presión de los pies o calzado sobre la plataforma. Se divide en posturografía estática, cuando la prueba se realiza sobre una plataforma fija y en posturografía dinámica, cuando se aplica una perturbación sobre el sujeto. Esta última “utiliza una plataforma dinamométrica montada sobre un soporte móvil, de forma que es capaz de inclinarse hacia delante o hacia atrás, desplazarse horizontalmente y rotar alrededor de un eje colineal con los tobillos”. (Moya, 2005)

“Los elementos esenciales de la mayoría de las técnicas de posturografía incluyen la capacidad de manipular activamente la postura o el equilibrio y evaluar la respuesta del sujeto a tales intervenciones” (Jasper E. Visser, 2008). Esto permite estar al tanto de la destreza de la persona para la obtención de las informaciones visuales, vestibulares y somatosensoriales.

“A diferencia de las pruebas clínicas, los parámetros específicos de la perturbación del equilibrio utilizados en la posturografía computarizada pueden ser el examinador, el peak y peak de tiempo de aceleración, velocidad máxima o la amplitud de los desplazamientos de la superficie de soporte” (Jasper E. Visser, 2008). Se pueden incluir varias tareas para que la prueba sea más difícil, por ejemplo disminución de la información visual, incorporar superficies inestables, disminuir la base de sustentación, disminución de la sensibilidad propioceptiva, etc.

Para la realización de la técnica se necesita de una plataforma dinamométrica, la cual registra todos los desplazamientos del centro de presión del sujeto, siendo una herramienta biomecánica importante para evaluar la estabilidad postural. En general estas placas de fuerzas “están constituidas por una placa inferior, sensores de fuerza del tipo de célula de carga piezoeléctrico está dispuesta a medir tres componentes de fuerza F_x , F_y , F_z (direcciones antero-posterior, medio-lateral y vertical respectivamente y tres componentes del momento de fuerza M_x , M_y y M_z que actúan sobre la plataforma” (Marcos Duarte, 2010).

Para la visualización de los datos adquiridos a través del centro de presión se utilizan dos formas; están los estatocinesiograma y por otro lado los estabilograma (Ilustración 8). El estatocinesiograma “registra el recorrido del centro de presión del sujeto en relación con el baricentro del polígono de sustentación, generando una imagen en dos dimensiones parecida a una madeja de hilo” (R. Lomas Vega, 2004). En cambio los estabilogramas “muestran dos gráficos con las coordenadas en función del tiempo, uno para las oscilaciones derecha-izquierda (X) y otro para las oscilaciones antero-posteriores (Y), cada uno en su escala de oscilación en centímetros” (R. Lomas Vega, 2004).

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizó posturografía estática, es decir se evaluó el equilibrio estático de cada sujeto. Para ello se agregó la prueba de Romberg sobre dicha plataforma, basándose solo en el índice somatosensorial, es decir ojos abiertos (ROA) - ojos cerrados (ROC). Esta técnica permite evaluar de forma subjetiva el control postural sobre una base estática, mediante el movimiento del centro de presión.

Ilustración 8 Oscilaciones posturales

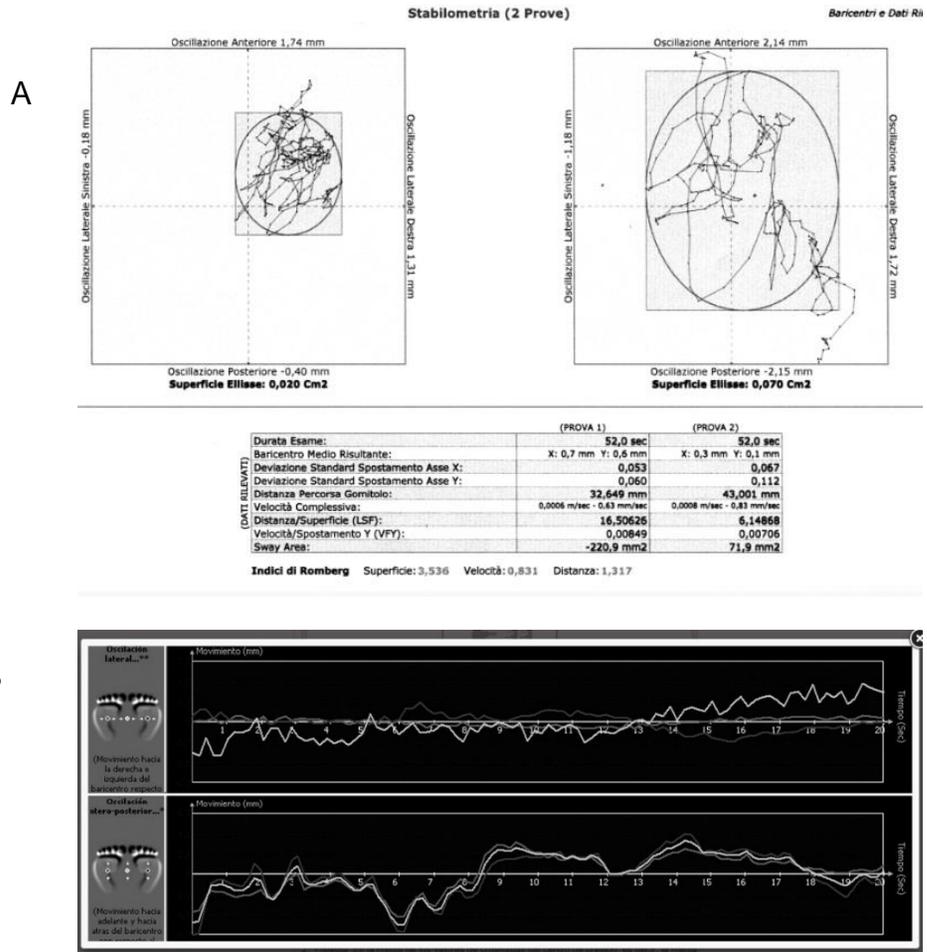


Ilustración 8: (A) resultados en prueba de estatocinesiograma y (B) corresponde a los resultados obtenidos en la prueba de estabilograma.

2.7.1 Romberg

Es el valor que nos permite apreciar con qué medida un individuo utiliza la visión en el control de su postura ortostática. El test de romberg es un “examen popular de cabecera utilizado para determinar si un problema postural está presente y en caso afirmativo, si es somatosensorial, visual o ambos sistemas están involucrados en el mantenimiento de equilibrio” (Sung Kwang Hong, 2014).

“Cuando se anula la entrada sensorial, lo normal sería que la superficie y/o longitud del estatocinesiógrama se incrementase por la pérdida de información del sistema. Para poder imputar la participación de la entrada estudiada debe dividirse el valor obtenido con la anulación de dicha entrada por su valor en situación normal” (R. Lomas Vega, 2004)

La prueba consiste en medir a través del sujeto en bípedo, sus brazos extendidos pegados al cuerpo, debe seguir una serie de indicaciones en las cuales consta de ojos abiertos vista al frente (ROA), ojos cerrados vista al frente (ROC). En ambas el sujeto debe estar “situado con los pies encima de la plataforma, mantiene el equilibrio durante 30 segundos” (MF. Peydro de Moya, 2005). Para ello el sujeto debe estar tranquilo, confiado y sin prisa.

“Su cuantificación se obtiene al multiplicar por 100 la relación de las superficies de los estabílogramas obtenidos con ojos cerrados y abiertos (ROC/ROA), que permite evaluar la incidencia de la entrada visual”. (Pierre-Marie Gagey, 2001)

Ilustración 9 Formula de Romberg

$$\text{COCIENTE DE ROMBERG} = (\text{Superficie OC/Superficie OA}) \times 100$$

Ilustración 9: Formula para cuantificar el coeficiente de Romberg. Obtenida de R. Lomas Vega, M. L. (2004). Estabilometria y calidad de vida en las algias vertebrales. Un estudio transversal analítico. *Fisioterapeutas. Complejo Hospitalario de Jaen*, 129-137.

“El coeficiente de Romberg de un individuo normal es de 250%” (Pierre-Marie Gagey, 2001). “Si el coeficiente es igual a 100% se dice que el individuo es ambliope postural, es decir no utiliza la visión para el mantenimiento ortostático. Si es menor de 100 se interpreta que la visión no solo no ayuda a la estabilidad sino que la perturba” (R. Lomas Vega, 2004).

Si la prueba no se realiza sobre una plataforma dinamométrica se pide la misma posición (bípedo con brazos a los costados), se registran y comparan los desbalances que presentó con los ojos abiertos y los ojos cerrados. “El grado de oscilación y dirección de caderas, rodillas y el cuerpo entero deben ser evaluados. Es importante garantizarle al paciente que en caso de desbalance severo será apoyado por el médico”. (Garcia-Pastor Cuauhtemoc, 2013). Se considera negativo si durante la prueba el paciente permanece en su posición y mantiene el equilibrio, por el contrario se considerará positivo si el sujeto durante la prueba presenta oscilaciones, desequilibrios o incluso caídas cuando cierra los ojos.

Poniendo en evidencia la importancia que tiene la vista con la información sensorial, y la propiocepción sobre la influencia del vestíbulo. Ese tipo de examen nos ayuda a corregir afecciones o alteraciones del sistema locomotor y vertebral.

Ilustración 10 Prueba de Romberg

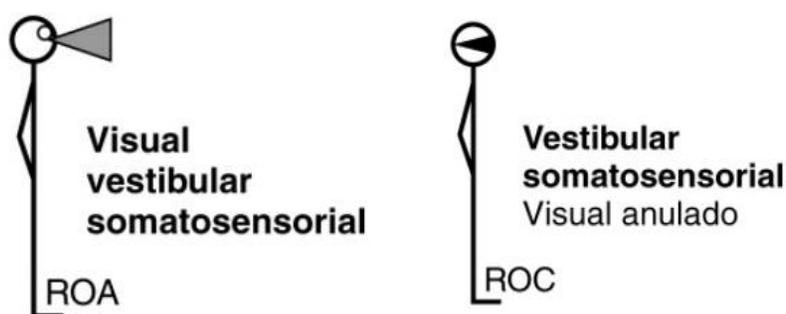


Imagen 10: indica parte de la prueba de Romberg donde el sujeto debe seguir las indicaciones de ojos abiertos, seguido de ojos cerrados manteniendo el equilibrio sobre la plataforma.

2.8 Calzado

El calzado nace por la necesidad de “proteger los pies, no sólo del frío y lesiones directas causadas por piedras, vidrios y otros materiales del suelo, sino también del impacto que causa cada paso”. (Lily Heijnen, 2008). Sin embargo en el año 1642 Thomas Penddito da un giro a la industria y confecciona zapatos con una técnica específica para las tropas del ejército imperial británico. Más adelante fueron diversos los prototipos hasta llegar a finales del siglo XX, donde comienza a tomar énfasis la estética por sobre la comodidad, naciendo así el calzado de tacón.

Se especula que el origen de los zapatos de tacón, se remonta al siglo XV, al contrario de la creencia popular este se crea para el varón debido al uso constante de los estribos en el manejo de las caballerizas, donde se hacía necesario que el pie encajara en el estribo durante las maniobras con caballos, este es uno de los principales fundamentos para la creación de las botas de cowboy o más conocidas como botas de vaquero. Además el tacón permitía a la realeza a desplazarse por el barro sin necesidad de ensuciar su vestuario, prueba de esto son algunas pinturas del español Diego Velázquez. Sin embargo la que popularizó dicho calzado fué Catalina de Medici, la cual durante su boda con Enrique II lució este accesorio, simbolizando una nueva tendencia para la moda de las mujeres. Posterior a esto la realeza especialmente los hombres mandaban a confeccionar zapatos de tacón para disimular en alguna medida su baja estatura.

2.8.1 Calzado en Chile

Durante del siglo XIX los zapatos se confeccionaban manualmente con un trabajo minucioso y certero, el cual solo tenían un alto costo. Con la llegada de la revolución industrial este proceso cambia y ahora se comienza a fabricar zapato común para todos, mientras que los de alta costura continuaron siendo a medida y con materiales al gusto del cliente.

Los zapatos de tacón pasan a tomar importancia a principios del siglo XX, llegando incluso a medir 16 centímetros. Todo en post de la elegancia y seducción, donde las mujeres preferían sentir molestia y ardor pero logrando su cometido de “deseo de transformación física que embellece y alarga la figura, lo que impulsa aguantar en silencio los efectos de este doloroso artificio”.

(Colecciones del Museo Historico Nacional, 2013). Se considera calzado de tacón “aquel que el contacto del talón con el calzado tiene una inclinación considerable. La medición se realiza tomando la parte posterior del calzado y el punto más bajo de la zona metatarsal. La distancia entre estos dos puntos nos proporciona la altura del tacón del calzado de vestir. Uniendo estos dos puntos obtenemos la inclinación del pie respecto a la línea del suelo” (Sonia Hidalgo, 2014)

La fabricación del calzado debe seguir una serie de protocolos donde se transforman las materias primas para su posterior comercialización. En la ilustración 11 se distinguen las partes del zapato.

Ilustración 11 Partes del Calzado



Ilustración 11: Las partes del calzado: (1) punta o puntera, frecuentemente se reforzaba para que mantuviese la forma. (2) suela, parte donde se producirá el contacto con el suelo. (3) puente, corresponde a la zona intermedia que corresponde con el arco del pie. (4) contrafuerte, se ubica en el talón y sirve para mantener la forma del zapato. (5) taco. Parte trasera e inferior que le brinda altura al zapato. (6) Tapilla parte final o apoyo del taco.

Las diferentes formas de las puntas, altura de los tacones y el tipo de materia prima, nos da una referencia sobre un periodo de la historia, por lo que se hacía fácil diferenciar cada tipo de zapato, al contrario de lo que ocurre hoy en día donde debido a la gran diversidad y masificación de este producto se han creado competencias y vanguardia sin perder la elegancia y el fin último protección del pie.

2.8.2 Características de Calzado de Tacón

Los zapatos de tacón se dividirán según altura, caída o inclinación, superficie de apoyo y forma de sus puntas. “Su altura se debe calcular cuidadosamente ya que repercute en el ante pie y sobre las articulaciones” (A. Brunon, 2004). “En promedio, los zapatos tienen una elevación del talón de aproximadamente 1 a 2 centímetros; Sin embargo, los zapatos de tacón alto pueden tener una altura de talón mayor de 10 centímetros de altura” (Paula D. Henderson, 2004). En cuanto al calzado de tacón indica que “se caracteriza por la presencia de un tacón más o menos alto, una puntera estrecha y puntiaguda con una base de apoyo del pie y en especial la del retropié muy estrecha e inestable” (Arrieta, 2015).

En cuanto al tipo de tacón existen diez tipos (ilustración 12) donde solo le daremos referencia a los de los extremos, es decir el tacón más alto llamado Aguja o Stiletto, el cual corresponde a “tacones muy altos y delgados de más de 5 centímetros. En su visión de perfil se aprecia una caída del tacón muy paralela al suelo” (Arrieta, 2015) y por otro lado tenemos al tacón más pequeño, el cual es el más recomendado para el uso diario, esta categoría corresponde al tacón cuadrado, como su nombre lo indica es “un tacón cuadrado y de poca estatura” (Arrieta, 2015). Recordar que un tacón nos debe brindar una adecuada base de apoyo a la zona del retropié para brindar una mejor estabilidad del sujeto

Ilustración 12 Tipos de Tacón



Ilustración 12: Muestra los diversos tipos de tacones, donde en la fila superior de izquierda a derecha se encuentran: Stiletto, embudo, cubano, cuadrado, cuña. Mientras que en la fila inferior de izquierda a derecha se visualiza: coma, cigarro, globo, Kitten Heels, cubano.

Además el uso de este accesorio se ha asociado a “un mayor potencial para resbalones y caídas, porque los cambios consecuentes en la sensación local alrededor del tobillo puede afectar el equilibrio postural de las mujeres” (Dong Yeol Ko, 2013). “Los tacones de más de 4 - 4,5 cm de altura están totalmente contraindicados” (Sonia Hidalgo, 2014).

Por otra parte se debe hacer alusión a la caída o inclinación que presenta este calzado en el pie cuando se encuentra en bipedestación. Para ellos analizaremos el cuadro de altura de tacón y la inclinación que presenta

Ilustración 13 Inclinación del pie según la altura del tacón

TALLA	ALTURA DEL TACÓN								
	Inclinación ángulo del pie	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	30°
30		2,00	2,50	2,99	3,48	3,97	4,45	4,92	7,2
31		2,07	2,58	3,09	3,60	4,10	4,60	5,09	7,44
32		2,14	2,67	3,19	3,72	4,23	4,75	5,25	7,68
33		2,20	2,75	3,29	3,83	4,37	4,90	5,42	7,92
34		2,27	2,83	3,39	3,94	4,50	5,04	5,58	8,16
35		2,33	2,92	3,49	4,06	4,64	5,19	5,75	8,4
36		2,40	3,00	3,59	4,18	4,76	5,34	5,91	8,64
37		2,47	3,08	3,69	4,30	4,90	5,49	6,07	8,88
38		2,54	3,17	3,79	4,41	5,03	5,64	6,24	9,12
39		2,60	3,25	3,89	4,53	5,16	5,78	6,40	9,36
40		2,67	3,33	3,99	4,64	5,29	5,93	6,57	9,60

Ilustración 13: Fuente: Ramiro J. coordinador. Guía de recomendaciones para el diseño de calzado. Valencia: Instituto de Biomecánica de

La ilustración 13 indica la altura del tacón y la inclinación que este produce en el pie, debido a esto se pueden asociar mayores sobrecargas en las regiones del antepié.

Finalmente como una última subdivisión dentro del calzado de tacón es necesario analizar la punta con la que estos terminan existen diez tipos de ellos solo analizaremos a Punta Merceditas bubble, las cuales son “de punta redonda y ancha” (Arrieta, 2015) y a los de Punta punta o puntiaguda, el cual posee “la forma geométrica de un triángulo” (Arrieta, 2015), siendo estos

últimos los que generan mayores alteraciones biomecánicas en nuestros pies. “La puntera puntiaguda deberá disponer de un Angulo mínimo de 50° en el plano horizontal, para poder alojar a los dedos sin crear compresiones excesivas” (Arrieta, 2015).

2.8.3 ¿Existe un zapato mejor que otro?

Todo dependerá del gusto y la comodidad de la persona que lo desee ocupar. Es importante tener en consideración que dicho calzado debe amoldarse al contorno del pie, en la parte anterior debe tener el suficiente espacio para adaptarse a la formas tridimensionales del pie, no debe generar presión en la zona dorsal pero a su vez lo debe contener. Además se debe tener noción del “material de la suela externa, ya que este determina las propiedades amortiguadoras del calzado” (Heijnen Lily, 2008). Si el zapato se deforma debe sustituirlo inmediatamente para evitar sufrir lesiones, recuerde que los zapatos son la base donde cargamos todo nuestro cuerpo y si esto está dañado, generamos grandes compensaciones a nivel corporal.

2.9 Alteraciones Biomecánicas por el uso Prolongado de Zapato Alto

El primer factor que se debe tener en consideración es el tamaño de los centímetros del tacón, como ya se ha visto tiene diferencias significativas según la forma y punta. Este modifica la posición de los pies produciendo alteraciones posturales y la modificación en la distribución de cargas.

Estudios indican que existe una modificación en cómo se distribuyen las cargas, dando un aumento progresivo de presión en el antepié dejando el talón libre, según la altura del tacón (Ilustración 14). Esto provocará puntos de sobrepresión en los metatarsianos provocando molestias en la persona. “Al estar más elevada la parte posterior del pie que la anterior, un quiebre inadecuado provoca que el pie resbale hacia delante y los dedos se aglomeran en la punta favoreciendo la deformación de los dedos” (Sandra Alemany Mut).

Se estima que la altura correcta de un tacón no debe superar los 2 centímetros de alto y cuya superficie debe ser ancha, de esta manera la carga del peso del

cuerpo sobre el pie sea un 50% en talón y el resto se subdivide en el pie. Como se mencionó antes existe una relación directamente proporcional con la altura del tacón y la carga de peso en el antepié e inversamente proporcional con la carga de peso en el talón.

Estudios sobre la altura recomendada, indican que si se siguen las recomendaciones se evitan alteraciones del centro de gravedad, posturales y músculo esqueléticas. Por el contrario el “uso de zapato alto mayor a 5 cm va a producir una carga de peso en el pies de 75% de carga en el ante pie y 25% en el retropié aumentando significativamente las alteraciones músculo esqueléticas y posturales”. (Sonia Hidalgo, 2014)

Ilustración 14 Distribución de peso en el pie

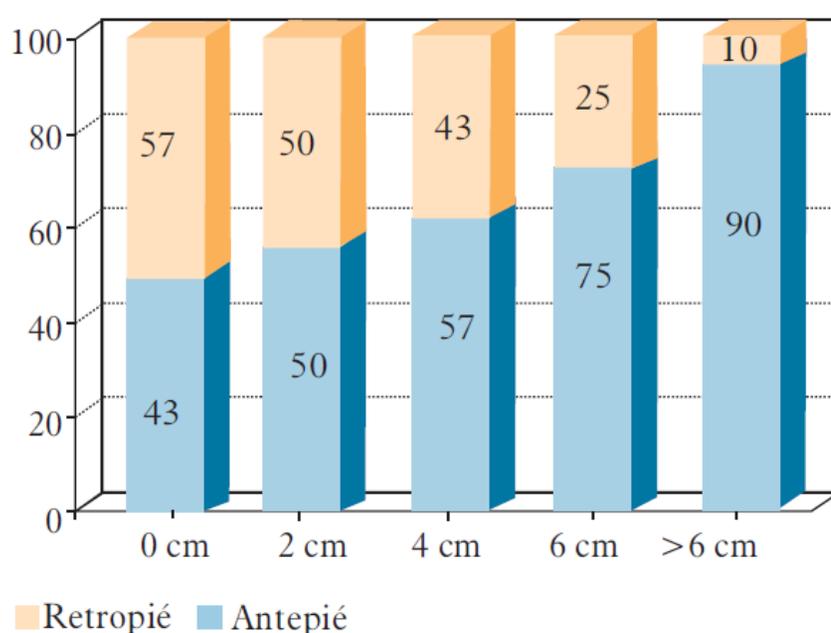


Ilustración 14: Distribución del peso según el Dr. Valenti

Por otra parte la musculatura de la cara anterior de la pierna queda totalmente en tensión lo que provoca “un desgaste prematuro de la meseta tibial en su parte anterior y de la rótula” (Garcia, 2014). En cambio la musculatura posterior queda flácida provocando que se acorte el tendón de Aquiles y los isquiotibiales, lo que conlleva a una retroversión pélvica.

Un estudio goniométrico realizado en España donde analiza cómo influye la altura del tacón en relación a la marcha indica que “la flexión dorsal de tobillo es máxima cuando caminan descalzas y mínima con 2 centímetros de tacón. Al aumentar la altura a 4 centímetros la flexión dorsal aumenta con respecto a los 2 centímetros, siendo las diferencias muy significativas” (Villarroya A).

Cuando se aumenta la flexión plantar (causada por la altura del tacón) produce un desplazamiento del centro de gravedad hacia adelante, además de la inestabilidad causada por una disminución de la base de apoyo lo que involucra un componente de equilibrio necesario para mantener la posición.

2.9.1 Patologías

El constante uso del zapato alto trae consigo varias alteraciones en la persona. Es por ello que se recomienda que su uso sólo este orientado a situaciones importantes o en su defecto situaciones en los que no se pueda reemplazar dicho calzado.

Se investigó sobre base de datos y los valores adquiridos de la forma que adopta el pie por el uso de este calzado, el primer hallazgo significativo explica que si sometemos al pie estar introducido en un zapato con punta de cono es muy probable que se desarrolle un Hallux Valgus de la primera falange, ya que el extensor de este se desplazará hacia el centro del pie y tracciona en dicho sentido

En segunda instancia se encuentra la relación con el apoyo medio donde explica que “cuando el pie se comprime en su zona metatarsal, el arco anterior queda invertido, por eso suelen ser el 2º y 3º metatarsianos los más molestos”. (García, 2014).

- **Dolor Metatarsiano**

Los metatarsos son un grupo de 5 huesos situados en el pie, en la parte media del pie, por detrás de las falanges.

La metatarsalgia es el dolor bajo las cabezas de los huesos metatarsianos, principalmente en los segundos y terceros. “La mayor parte de la presión durante la fase del dedo del pie de la marcha se concentra en esta área. Además del aumento de la carga de presión, también puede existir inflamación,

neuropatía o mal posicionamiento de la almohadilla grasa debajo del antepié. La progresión natural de la metatarsalgia es aún desconocida.” (K. Mannikko, march 1, 2017) (Ilustración 15)

Ilustración 15 Metatarsalgia

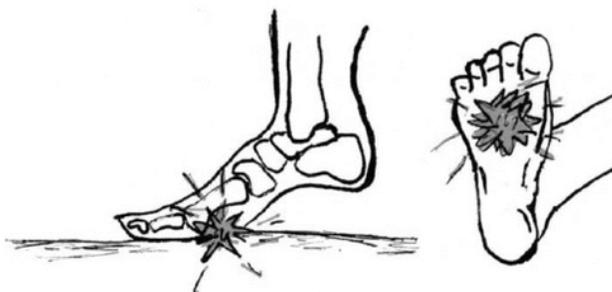


Ilustración 15: La metatarsalgia se localiza generalmente bajo las partes distales del segundo y tercer hueso metatarsiano.

- **Inclinación del pie**

Como ya se mencionó anteriormente la inclinación que adopte el pie inducirá a una sobrecarga en el antepié, provocando consigo un aplanamiento del arco anterior del pie, lo que puede ocasionar la formación de Hallux Rigidus y Hallux Valgus.

Con el apoyo en media punta el “astrágalo continua recibiendo carga, pero el retropié no puede recogerla y transmitirla al suelo, por lo que la carga correspondiente al peso se dirige de manera importante hacia el antepié” (Ortigosa N. M., 2010). Esto lleva a un mayor esfuerzo tanto de las articulaciones como del sistema óseo del pie, lo cual produce a una mayor compresión de las estructuras osteomusculares.

A) Hallux Valgus

Se produce por la “desviación lateral del primer orjejo del pie y desviación medial del primer hueso metatarsiano. Se caracteriza comúnmente por la subluxación de la primera articulación metatarsofalángica” (Kalliopi ILIOU1, 2015). Se asocia comúnmente al uso prolongado de zapato de tacón debido a la inclinación que presenta y con la sobrecarga en la parte anterior del pie

especialmente en aquellos que poseen punta en punta. Un “ángulo de Hallux Valgus menor de 15° y el primer ángulo intermetatarsiano de menos de 9° se considerarán como normales” (Kalliopi ILIOU1, 2015).

Diariamente la “pronación excesiva en las articulaciones mediotarsiana y subastragalina compensa estos factores a lo largo del ciclo de la marcha, la pronación debe ocurrir en la marcha para absorber las fuerzas reactivas del suelo. Sin embargo la pronación excesiva produce demasiada movilidad media del pie, lo que disminuye la estabilidad y evita supinación y la creación de un brazo de palanca rígido; lo que dificulta la propulsión” (CENETEC, 2013)

Un estudio realizado por el “Dr Sánchez-Gómez demuestra que usar un tacón mayor a 3 centímetros de manera continua provoca la desviación del Hallux y la instauración de la deformidad ósea a la larga provocando el Hallux abductus Valgus” (Arrieta, 2015)

B) Hallux Rigidus

Se define como una “afectación de la primera articulación metatarsofalángica y del complejo sesamoideo y se caracteriza por dolor, restricción de la movilidad y oseofitosis periarticular” (Herrera-Pérez M, 2014). Existen varias etiologías entre ellas se encuentran causa traumática (siendo esta la más común), elevación del primer metatarsiano, infecciosa y desequilibrio muscular, etc.

Un rasgo característico de esta condición es el dolor que se produce en el paciente, lo cual lleva a que se produzca una “marcha antialgica en supinación con callosidad en la cabeza del quinto metatarsiano e incluso fracturas de estrés” (Herrera-Pérez M, 2014).

Al igual que en el Hallux Valgus el Hallux Rigidus posee una clasificación esta va en estadios según el rango de movilidad y sintomatología los cual no es atingentes conocerlas en esta ocasión debido a que nos enfocaremos a la afectación principal del uso de zapato alto.

- **Dedos en Garra**

Por descripción un dedo en garra es aquel que “presenta una hiperextensión de la articulación metatarsofalángica con flexión de la articulación Interfalángicas proximal y posición en flexión o neutro de la Interfalángica distal” (Francisco Pastrana García, 2008). Su etiología se centra en las alteraciones que se pueden ocasionar en la musculatura intrínseca de los dedos como por ejemplo las infecciones, traumáticas, degenerativas y como no las neuromusculares y biomecánicas, esta última asociada al uso de zapato cuya longitud es menor a la longitud del pie. “Es más frecuente en el tipo de pie griego ya que el segundo dedo tiende a adaptarse y tenderse a igualarse con el primero”. (Ortigosa N. M., 2010)

Esto es muy común en las mujeres donde se proporcionan zapatos mutuamente con una amiga para completar el look de la ocasión, como se sabe ellas lo utilizan con el único fin de la moda pasando por altos las consecuencias que puedan ocurrir.

- **Dedo en Martillo**

Se considera dedo en martillo a “aquella en la cual la articulación metatarsofalángica puede estar generalmente en hiperextensión o no con flexión de la articulación Interfalángica proximal y la articulación Interfalángica distal encontrarse en posición de flexión, extensión o neutro”. (Francisco Pastrana García, 2008)

Se considera como una de las patologías más típicas junto a los Hallux, “existe callosidad sobre la articulación interfalangica proximal, que en ocasiones inflama e incluso puede generar infección. Cuando exista luxación metatarsofalángica, suele presentar dolor en la cabeza del metatarsiano” (Santonja, 2006).

- **Osteoartritis de Rodilla (OA)**

Se dice que el 50% de la población mayor de 65 años presenta algún tipo de osteoartritis, siendo la articulación de la rodilla la más afectada, la “Osteoartritis es una enfermedad articular crónica degenerativa caracterizada por la destrucción progresiva del cartílago articular, el estrechamiento del espacio articular, el remodelado óseo subcondral, la formación conjunta de osteofitos y la sinovitis. La osteoartritis causa dolor en las articulaciones, rigidez e hinchazón y reducción de la amplitud de movimiento” (Biao Chen, 2014). Es común que la osteoartritis aparezca con el tiempo y se da mayormente en mujeres debido al uso prolongado del zapato alto, ya que este produce un mayor desgaste de la articulación de la rodilla.

Son diversos los factores que producen osteoartritis, como la edad, la herencia, el peso, las lesiones, el sobre uso, etc. Pero también se postula que los “zapatos de tacón alto, se han implicado como un posible factor para la mayor incidencia de OA en las mujeres”. (Matthew R. Titchenal, 2014)

La alta tasa de uso de tacón alto presenta una oportunidad única para estudiar los efectos de la mecánica de la marcha alterada “sobre el riesgo de OA en cohortes femeninas que son representativas de la población en general. Definir poblaciones en riesgo de desarrollar OA o en estados de enfermedad OA preclínica es crítico para desarrollar nuevas estrategias de tratamiento para prevenir o retrasar la aparición de OA” (Matthew R. Titchenal, 2014).

- **Neuroma de Morton**

“Se caracteriza por ser “un engrosamiento en la bifurcación del nervio digital plantar, desarrollándose típicamente en intermetatarsal y, con menor frecuencia, en el segundo espacio intermetatarsal” (Jose M. Climent, 2013) .Se considera una neuropatía en la que el ligamento intermetatarsal desarrolla un papel clave, está asociado a traumatismo y sobrecargas sobre todo por el uso de calzado inadecuado. Es más frecuente en mujeres que en hombres, por lo que “puede estar asociado al uso de tacones altos o con un dedo del pie constrictivo” (Jose M. Climent, 2013).

Es clínicamente presentado con “dolor en la parte anterior del pies, aliviando al quitarse los zapatos y aplicar masaje en los dedos del pie. Puede ser irradiado a los dedos del pie, acompañado por fenómeno parestésicos en las áreas inervadas por las ramas implicadas, con dolor ardiente que puede empeorar por el uso persistente de zapatos altos” (Nery Caio Augusto de Souza, 2007)

- **Fascitis Plantar**

“La fascitis plantar es una condición caracterizada por el dolor en el talón. Es la causa más común de dolor en el talón. La fascitis plantar es la inflamación de la fascia en su origen en el calcáneo”. (R. Sánchez Rodríguez, 2017)

Se considera fascitis plantar al dolor que comúnmente se presenta bajo la planta del pie, es importante pesquisar este tipo de lesión porque la fascia plantar es importante al momento de realizar la marcha. “La fascitis plantar se produce cuando el ligamento de la fascia plantar del pie que abarca el arco del pie para inducir el exceso de rodadura hacia adentro, ya sea con sobre-flexión o estiramiento. El ligamento se convierte en irritado e inflamado y pequeñas lágrimas pueden desarrollar en el tejido”. (Edward Kwame Agyekum, 2015)

A través de la sobrecarga que se produce en la parte inferior del pie se produce un dolor intenso, la cual se producen cambios degenerativos, incluyendo “fibrosis localizada, necrosis colágena, hiperplasia angiofibroblástica y calcificación de la matriz, y es posible que cualquier reacción inflamatoria propuesta se produzca de forma aguda y haya pasado antes de que los pacientes lleguen a la intervención quirúrgica. Algunos autores prefieren por lo tanto el término fasciopatía plantar”. (Patrick Wheeler, 2014)

“La fascitis plantar tiene una etiología multifactorial y se cree que la sobrecarga mecánica juega un papel clave” (Patrick Wheeler, 2014). Por otra parte este estudio también ha demostrado que “la liberación o ruptura de la fascia plantar altera la carga del antepié con un aumento de la carga del segundo metatarsiano”. (Patrick Wheeler, 2014)

- **Tendinopatía Aquiliana**

El tendón está encargado de transmitir las fuerzas que trasmite el vientre muscular en este caso gastrocnemio y sóleo a la inserción del hueso. “La tendinitis de Aquiles se define como una afección degenerativa del tendón de Aquiles caracterizado por un engrosamiento del tendón. La tendinosis de Aquiles es un problema crónico, lo que significa que se desarrolla gradualmente y dura mucho tiempo” (Edward Kwame Agyekum, 2015).

El tendón calcáneo o tendón de Aquiles es de suma importancia en cualquier actividad de la vida cotidiana, está activo durante la marcha, correr, saltar, etc. “El tendón de Aquiles constituye la inserción distal de los músculos gastrocnemio y sóleo en el calcáneo. Es el proceso inflamatorio dentro de la inserción tendinosa del Aquiles. Esta afección también se refiere a tendinitis de Aquiles, tenosinovitis, peritendinitis, paratenonitis (enfermedad aguda), tendinosis (enfermedad crónica) y achilodinia.” (Edward Kwame Agyekum, 2015)

La inflamación del tendón de Aquiles se produce por un golpe o un esfuerzo excesivo de la musculatura que se inserta en el tendón (gastrocnemio y sóleo), la cual se encuentran activos excesivamente cuando se está usando el zapato de tacón, es importante que esta lesión se trate y en casos más graves se debe realizar cirugías a través de “el desprendimiento quirúrgico del tendón plantar con liberación de adherencias de paratenon y la neovascularización y neoinnervación en la superficie ventral del tendón de Aquiles tiene buenos resultados reportados en varios estudios”. (James D. F. Calder, 2016)

- **Inestabilidad de tobillo.**

Al hablar de inestabilidad de tobillo, existe una patología que todo el mundo está propenso a sufrir tan solo por el hecho de caminar en la calle, estamos hablando del esguince de tobillo.

El esguince de tobillo es una de las lesiones músculo esqueléticas más frecuentes en la población general, dada principalmente por mecanismo de inversión del pie, lo cual lesiona el complejo ligamentario lateral del tobillo. “Durante la carga fisiológica los ligamentos utilizan la tercera parte de la fuerza, la deformidad oscila entre 2% y 5%. En la dorsiflexión el ligamento astrágalo peroneo anterior no se tensiona, por lo que se presume que el mecanismo de

lesión en inversión más plantiflexión, lo que hace que peso que normalmente soporta la mortaja se desplace aumentando la tensión en este ligamento” (Diego Rincón Cardozo, 2015).

“Estudios electromiográficos realizados con esguince severo de tobillo han demostrado lesiones asociadas de los nervios peroneos común, superficial o profundo y del nervio tibial” (I Úbeda-Pérez de Heredia, 2015). Se estima que mediante el mecanismo de inversión forzada del pie produce una tracción sobre el nervio peroneo superficial principalmente y desde una forma indirecta se transmitirá a lo largo del nervio peroneo común.

La mayoría de los pacientes son tratados con tratamientos conservadores, sin embargo “entre un 30% y el 40% de los pacientes pueden tener molestias residuales. Estas van desde dolor crónico anterolateral del tobillo, la rigidez articular o la debilidad muscular hasta la entorsis repetitiva del tobillo o la inestabilidad” (J. Vega, 2013).

Las personas que sufren esta patología expresan sentir dolor y molestias para la realización de sus actividades de la vida cotidiana. “Según Ferkel, la causa más frecuente de dolor crónico tras una entorsis de tobillo es el llamado síndrome de atrapamiento de tejidos blando” (J. Vega, 2013). Se estima que hasta un 60% de los pacientes que presentaron esta patología “pueden tener discapacidad a largo plazo, en mayor o menor medida, dependiendo de la clasificación del grado, siendo mayor en los esguinces de III grado, presentando dolor residual en 30,2%, inestabilidad 20,4%, crepitación 18,3%, debilidad 16,5% y tumefacción 13,9%” (Diego Rincón Cardozo, 2015).

Es por esto que se hace prescindible la realización de una correcta terapia kinesiológica para evitar así problemas al futuro.

- **Alteraciones Musculatura postero inferior**

Ente los principales músculos comprometidos por el uso de zapato de tacón encontramos a los gemelos y soleo. Estos son los encargados de la realización de la flexión plantar y estabilización de tobillo los cuales se insertan en el calcáneo por medio del tendón de Aquiles.

Los gastronemios al ser músculos potentes y voluminosos en muchos casos tienden a la contractura, más aun cuando al subirse al zapato alto el pie adopta la posición de inclinación hacia anterior provocando una constante flexión

plantar lo que pone en constante contracción a la musculatura mencionada. “Una de las causas del dolor en los pies o pantorrillas es por la presencia de valgo de retropié y acortamiento de soleo y gastronemio, mientras antes se realice un tratamiento se evita la estructuración ósea ligamentaria de la deformidad”. (Dr Jose Larrondo).

El tríceps sural es un músculo muy activo durante la vida cotidiana ya que participa en las acciones de caminar, correr, saltar, etc. “Es muy común que exista un debilitamiento y a su vez acortamiento de sus fibras, causantes de inflamación y desgarros musculares. El hábito de usar calzado que elevan los talones reduce aún más las posibilidades de estirar este conjunto de forma natural” (Costa, 2014).

Para la medición de estas estructuras se utilizan test de flexibilidad como: a) prueba de elevación de pierna recta, b) Flexión de tronco en bipedestación y c) Lunge test.

Test de Flexibilidad

La flexibilidad muscular es una cualidad física importante para el movimiento articular de todo el cuerpo humano. Son numerosos los factores que contribuyen a la flexibilidad, como la estructura de las articulaciones, la longitud muscular, la edad y el nivel de actividad.

“La flexibilidad se definirá como el rango de movimiento (ROM) disponible en una articulación, donde el ROM describe el grado de movimiento angular. Aunque el papel de la flexibilidad es determinar el riesgo de lesión no está claro, hay evidencia que sugiere que la dorsiflexión, es un factor que contribuye a algunas lesiones de las extremidades inferiores y se observa comúnmente después de esguinces de tobillo, fracturas y lesiones del tendón de Aquiles” (Shane Kelly, 2016)

“La valoración de la flexibilidad de la musculatura isquiosural es una práctica habitual en el ámbito de la salud físico-deportiva porque su acortamiento ha sido relacionado con un incremento de la probabilidad de sufrir alteraciones músculo-esqueléticas” (F. Ayala a, 2012)

“Para determinar la flexibilidad del músculo isquiotibial, se han propuesto algunos métodos. Las pruebas sit-and-reach y toe-touch se han utilizado con frecuencia en entornos deportivos debido a que el procedimiento es simple,

fácil de administrar y requiere una capacitación mínima”. (Jose M. Muyor, 2014)
En base a nuestro estudio se realizó la prueba Toe-touch o flexión de tronco en bipedestación.

A) Lunge Test

“Prueba de Lunge test o de peso. El rango de movimiento de la articulación del tobillo se midió colocando el pie y el tobillo en una posición de dorsiflexión y recta para poner tensión en el músculo gastrocnemio, el músculo sóleo y la cápsula del tobillo” (Min-Hyeok Kang, 2015).

Al momento de realizar el test se instaló cinta adhesiva a la pared y al suelo formando un ángulo de 90°, en la cinta que se situaba en el suelo se hicieron marcas a los 5 centímetros y a los 10 centímetros en relación a la pared, “Los participantes colocaron el pie en el suelo con el dedo gordo y el centro del talón perpendicular a la pared. Los participantes fueron instruidos a avanzar hacia adelante de modo que su rodilla entró en contacto con una línea dibujada en la pared”. (Min-Hyeok Kang, 2015).

Al través de una dorsiflexión de la articulación de tobillo, “la rodilla debía tocar la pared, recorrer la línea media del pie y el talón debía permanecer firmemente en el suelo para que se considerara un intento exitoso” (Shane Kelly, 2016)

“Una regla atada al suelo midió la distancia de su dedo gordo del pie de la pared en el punto donde el sujeto estaba en el límite de su ROM, donde la rodilla apenas lo hacía a la pared con el talón en la tierra.” (Shane Kelly, 2016)

Las participante comienzan desde la posición de los 10 centímetros de distancia desde la pared, si al momento de acercar su rodilla a la pared su talón se elevaba de la superficie del suelo, la participante tenía que acercarse a la siguiente marca de los 5 centímetros en relación a la pared, y desde esa posición volver a intentar tocar la pared con su rodilla.

B) Test de flexión de tronco en bipedestación

“La razón principal de su gran popularidad reside en la sencillez y rapidez de su proceso de administración, pues consisten en la medición de la distancia existente entre la punta de los dedos de la mano y el suelo o la tangente a la planta de los pies al realizar la máxima flexión del tronco activa con rodillas extendidas”. (F. Ayala, 2012)

Las participantes se situaron sobre un cajón, con los pies separados a la altura de las caderas, se les solicitó que durante la prueba no debían realizar flexión de sus rodillas, para evitar esto la evaluadora estabilizaba la zona, desde “esta posición se le pidió que realizara una flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, con las palmas de las manos una sobre la otra, extendidas sobre la regla situada en el frontal del cajón, intentando alcanzar la máxima distancia posible” (Pedro Angel López Miñarrosa, 2008)

Al momento de medir la distancia de sus manos a la punta de los pies, a través de una cinta métrica se realiza una “marca de 0 cm que representaba el punto en el que las puntas de los dedos de los sujetos estaban alineadas con sus dedos”. (Jose M. Muyor, 2014)

Ilustración 16 Test de Flexibilidad

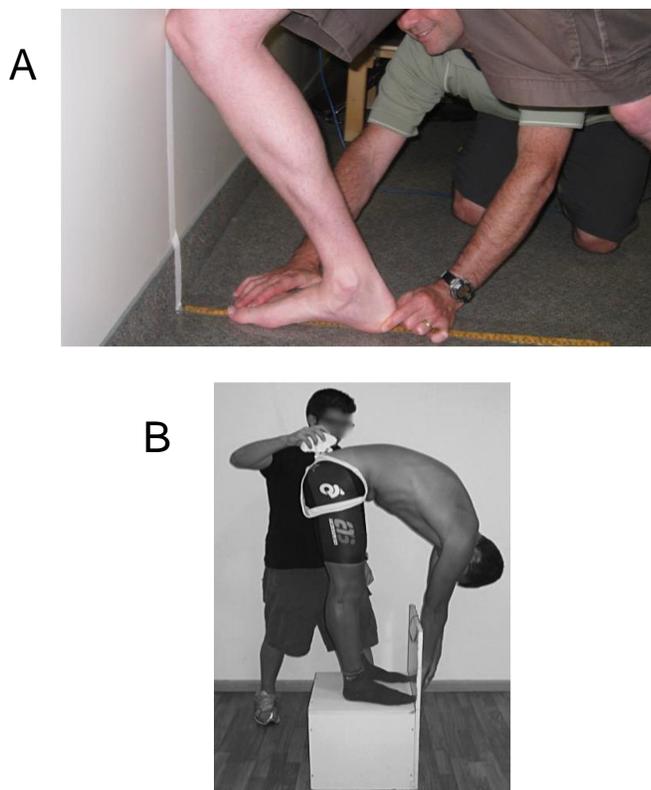


Ilustración 16: (A) Muestra la realización de la prueba de lunge test donde El dedo más grande del pie y el centro del calcáneo se ponen en contacto con la cinta métrica, y la rodilla toca la cinta en la pared. (B) Flexión de tronco en bipedestación Sobre una caja y mediante la flexión del tronco se toca la punta de los pies.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativo analítico, observacional de corte transversal. Donde se pretende describir los sucesos complejos que surgen a raíz de un problema de base en un determinado grupo de la población de la Universidad Católica Silva Henríquez.

3.2 Población y Muestra

La población que se estudia comprende a funcionarias y estudiantes de 20 a 40 años de edad pertenecientes a la comunidad de la Universidad Católica Silva Henríquez.

La muestra se compone de 30 participantes, las cuales se dividieron en dos grupos. El primer grupo está conformado por 15 mujeres las cuales utilizan prolongadamente calzado cuyo taco es igual o superior a 4cm de alto, con una ocupación por al menos 5 días a la semana, mientras que el segundo grupo está conformado por 15 mujeres las cuales no utilizan prolongadamente zapato alto, con estilo de vida sedentario ya que no presentan entrenamientos de estabilidad ni equilibrio.

3.3 Instrumentos

Se realizó una búsqueda exhaustiva en la plataforma de recursos digitales ofrecida por la Universidad Católica Silva Henríquez la cual ofrece diversas bases de datos: Pubmed, Elsevier, Dialnet, Sage journals, ScienceDirect, Medline, DynaMed, EBSCO. Donde se seleccionaron e incorporaron información atinente al tema a tratar, utilizando palabras claves como zapato de tacón, centro de presión, posturografía y romberg.

Se utilizó la plataforma dinamométrica para el estudio de centro de presión del pie y así determinar cuantitativamente la perturbación que produce el uso de taco alto en el resultado de romberg.

Los datos se recolectaron por medio de una ficha de evaluación para obtener información sobre los antecedentes personales de las participantes. Además se aplicaron test de flexibilidad para determinar la condición de la musculatura. (Anexo 1). En cuanto al análisis de contenido se utilizó el programa Microsoft Excel.

3.4 Materiales:

- 30 Mujeres (15 con zapato de tacón y 15 con zapato sin tacón)
- 1 Posturógrafo (Plataforma dinamométrica)
- 2 Cinta métrica (1,52 metros)
- 2 Hoja evaluación
- 2 Lápiz
- Consentimiento informado
- Cajón
- Cinta adhesiva
- Computador

3.5 Ficha de Evaluación

A través de la ficha de evaluación se pesquisan datos personales, como el nombre, la profesión, el tipo de zapato y la altura en centímetros en caso del uso de zapato de tacón.

Además consta con dos subítems de a) equilibrio estático, mediante la prueba de romberg y b) test de flexibilidad muscular (Flexión de tronco en bipedestación y Lunge test) donde se pesquisa el acortamiento de la cadena postero-inferior, en ambas se deja un espacio para anotar cualquier eventualidad que suceda durante la evaluación. (Anexo 2)

3.6 Análisis de datos

El análisis de datos se realiza mediante la tabulación del programa Microsoft Excel, donde se crean tablas dinámicas y gráficos para la organización de cada uno de los datos que nos entrega la ficha de evaluación y el uso del posturógrafo.

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios Inclusión	Criterios Exclusión
Mujer 20-40 años de edad.	Mujer que no cumpla con rango etario.
Altura del taco >4cm.	Altura del taco <4cm.
Utilizar diariamente el calzado por al menos 5 días a la semana.	No cumple con el requisito mínimo de días de utilización.
Pertenecer a la comunidad universitaria UCSH	No pertenece a la comunidad UCSH.
	Alteración podálica.
	Patología de base que ya esté comprometiendo el centro de gravedad.

Tabla 2: ilustra los criterios de inclusión y exclusión de la línea investigativa

IV. ANALISIS ESTADISTICO

Para este estudio se utilizó la prueba estadística de ANOVA para el análisis de las varianzas entre los resultados de Romberg y centro de presión del pie en ambos grupos de control. Además se utilizó la prueba de Shapiro wilk para ver la distribución de las variables antes mencionadas, las cuales presentaron una distribución normal, por ende se utilizó un último sistema de medición estadístico la prueba de T Student para analizar las variables independientes.

V. RESULTADOS

Una vez realizada la toma de muestras, se analizaron los datos de cada participante, categorizándolas por grupos de zapatos, dando principal énfasis a la alteración que se produce en el centro de presión del pie mediante prueba de romberg de las participantes al utilizar zapato alto versus calzado menor a 4 centímetros de tacón.

Tabla 3 Análisis estadístico ANOVA Prueba de Romberg

ANOVA					
PORCROM					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	218,700	1	218,700	,048	,828
Dentro de grupos	127010,667	28	4536,095		
Total	127229,367	29			

Prueba estadística de Anova la cual presenta una significancia (Sig.) de 0,828 lo cual indica que el uso y no uso de tacón no presentan una significancia estadística.

Tabla 4 Análisis estadístico ANOVA Prueba de Centro de Presión

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
X	Entre grupos	,001	1	,001	,361	,553
	Dentro de grupos	,051	28	,002		
	Total	,052	29			
Y	Entre grupos	,114	1	,114	9,237	,005
	Dentro de grupos	,347	28	,012		
	Total	,461	29			

Prueba estadística de ANOVA la cual presenta una significancia (Sig.) de 0,553 para el valor de las variables “X” expresadas en el posturógrafo la cual no presenta una significancia estadística entre el uso y no uso de tacón. En segunda instancia se visualiza las variables “Y” que da una significancia de 0,005 la cual si presenta una significancia estadística en cuanto al uso y no de zapatos de tacón.

En segunda instancia se ilustrará los porcentajes de los grupos de poblaciones y su subdivisión según altura del zapato (grafico 1).

Grafico 1 Participantes según altura de tacón

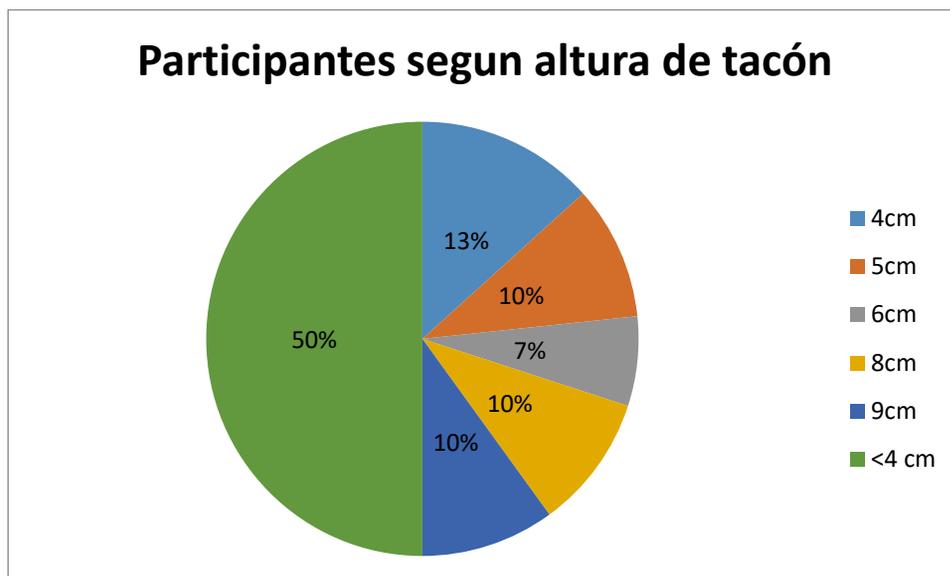


Grafico 1: Ilustra el porcentaje de sujetos según altura de tacón.

En el grafico anterior se muestra el porcentaje de población participante del estudio donde el 50% corresponde a las participantes que utilizan calzado cuyo tacón es menor a los 4 cm de altura, mientras que el otro 50% restante se subdivide en las distintas alturas del zapato alto quedando constituidos por 4 participantes utilizan calzado de 4cm de altura, lo que corresponde a 13%, 3 participantes utilizan calzado de 5 cm altura, lo que corresponde al 10%, 2 utilizan calzado de 6cm de altura, dando como resultado 7%, 3 utilizan calzado de 8 cm de altura, corresponde a 10% y 3 utilizan calzado de 9cm de altura lo que representa a un 10% de la población de zapato alto.

Grafico 2 Porcentaje de Romberg

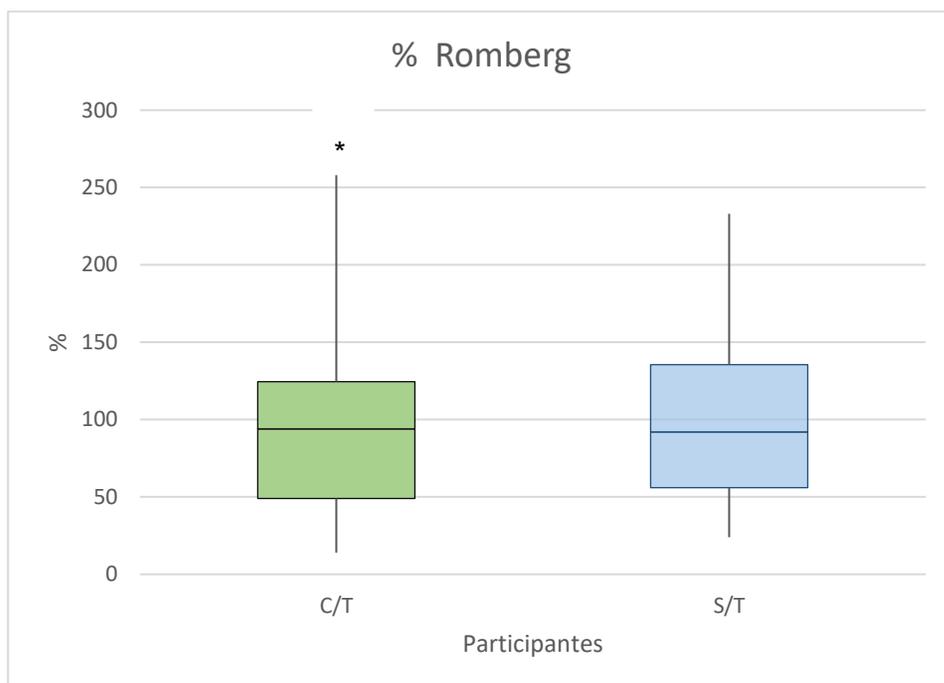


Grafico 2: Ilustra desviaciones estándar mediante el porcentaje del Romberg

El grafico anterior nos muestra las desviaciones estándar obtenidas durante la realización de la prueba de Romberg sobre el Posturógrafo. En el cual se puede visualizar que el grupo que utiliza zapato de tacón, (expresadas en el grafico como C/T) presenta una distribución asimétrica hacia abajo, es decir el 25% de los valores más bajos presentan mayor variabilidad por ende la mitad de los registros bajos son más dispersos que la mitad de los registros altos. El dato de 258% es posiblemente anómalo, ya que sobrepasa el límite superior. Por lo tanto, al menos uno de los registros de C/T es muy alto. En cuanto a la varianza inferior este llega a 14%.

En el caso del segundo grupo en el que se visualiza a las mujeres que no utilizan tacón (S/T) se puede observar que presenta una distribución asimétrica hacia arriba, es decir el 75% de los valores más altos se presentan con mayor variabilidad, es decir estos datos son más dispersos que la mitad de los registros bajos. No se presentan anomalías en este grupo. En relaciona los limites estos llegan a 24% hacia inferior y 233% hacia superior.

En cuanto a la mediana estas se concentran en 94% y 92% respectivamente.

Grafico 3 Porcentaje Romberg Detallado

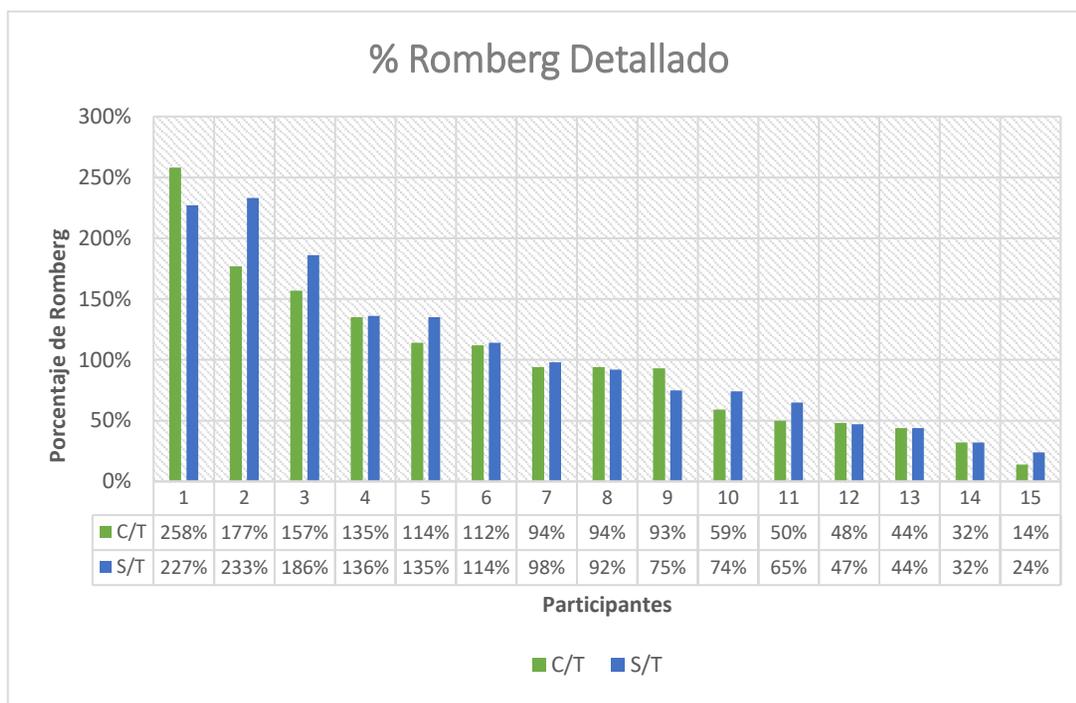


Grafico 3: Ilustra detalladamente los porcentajes de Romberg obtenido por todas las participantes haciendo comparación entre el uso y no uso de zapatos de tacón

El grafico anterior muestra detalladamente los porcentajes obtenidos por cada participante en la prueba de Romberg sobre el Posturógrafo. Donde se ilustra que las participantes que utilizan zapatos de tacón (C/T), expresadas en color verde presentan una leve disminución en su resultado en comparación con las participantes que no utilizan zapatos de tacón (S/T) visualizadas en color azul, el cual no es significativo.

Grafico 4 Representación del Centro de Presión del Pie

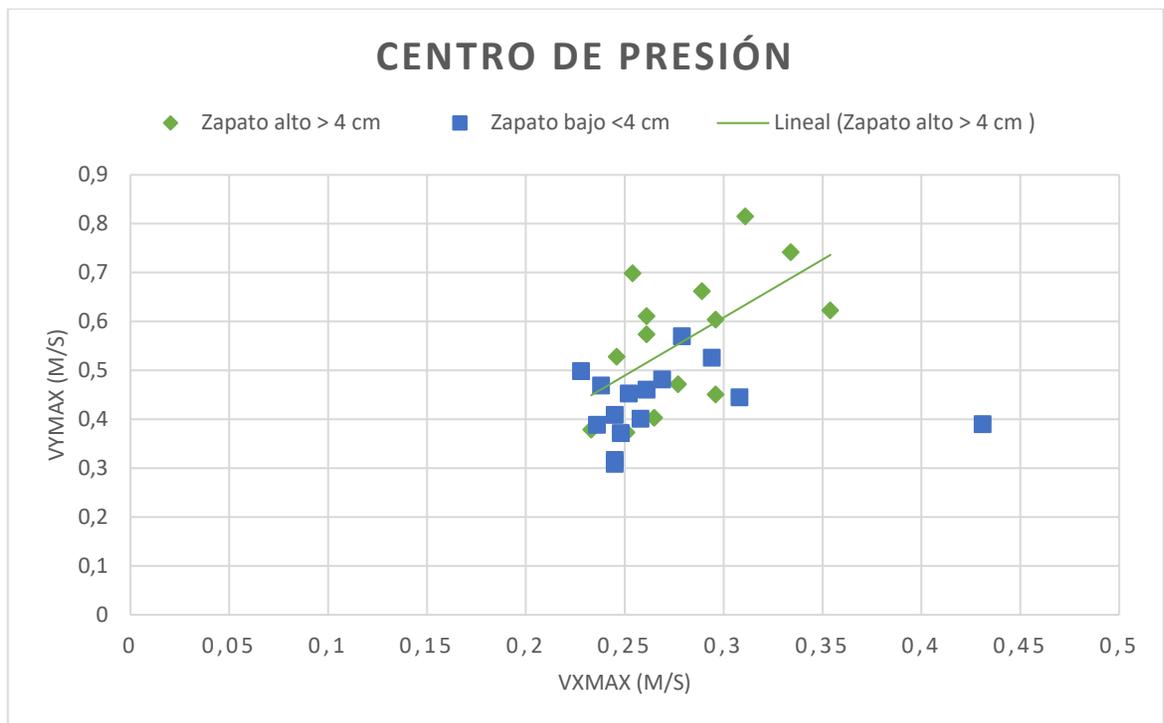


Grafico 4: Indica la comparabilidad de los resultados de centro de presión de ambos grupos.

En el grafico anterior se ilustra las variantes del centro de presión expresadas en el plano cartesiano, donde se utilizó los parámetros de velocidad media de desplazamiento, expresadas como Vx_{max} y Vy_{max} en la plataforma computarizada del posturógrafo, ambas variables se tabularon mediante programa Microsoft Excel. Dando como resultado en color verde y signo de rombo a las participantes que utilizan zapato de Tacón (>4 centímetros), mientras que de color azul y con signo de cuadrado a las participantes que no utilizan zapato de tacón (< 4cm). Se puede apreciar que existe una leve inclinación hacia anterior en el grupo de zapato de tacón, mientras que las participantes que utilizan zapatos sin tacón concentran su centro de presión entre 0,2 y 0,3 m/s, presentado una excepción en el punto 0,431/0,639 m/s.

TEST DE FLEXIBILIDAD

A continuación se dará a conocer los resultados de los test de flexibilidad aplicada en la presente investigación para constatar si existe una consecuencia en el uso prolongado de tacón y la musculatura de las participantes.

Grafico 5 Test de Flexión de tronco en bipedestación

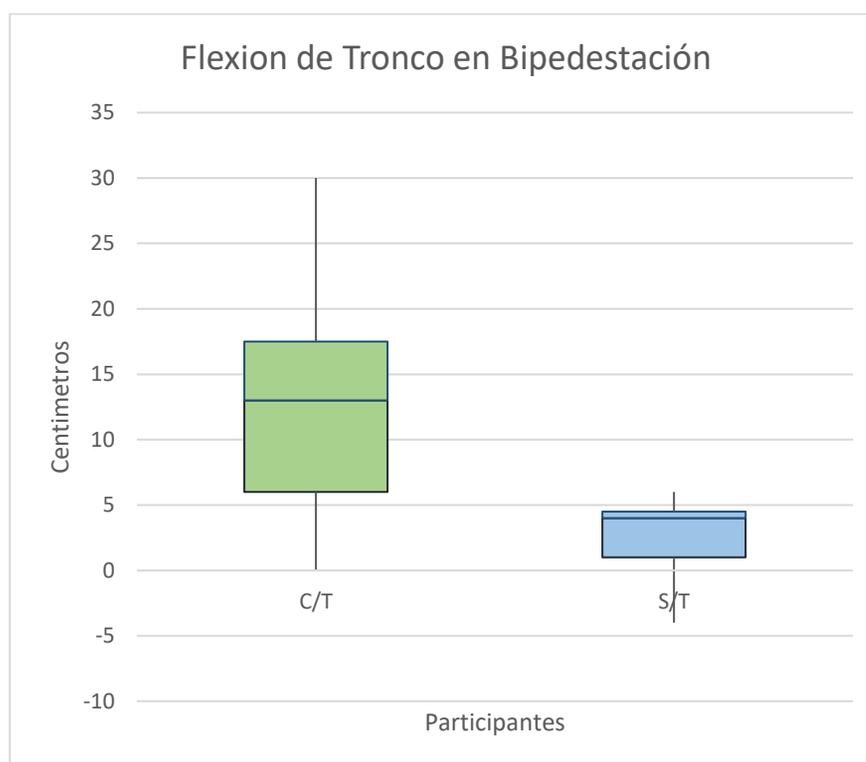


Grafico 5: Ilustra desviaciones estándar mediante la prueba de flexión de tronco en bipedestación de las participantes que utilizan y no utilizan zapato de tacón

El grafico anterior nos muestra las desviaciones estándar obtenidas durante la realización de la prueba de flexibilidad de Flexión de tronco en Bipedestación. En el cual se puede visualizar que ambos grupos (C/T y S/T) presentan una distribución asimétrica hacia abajo, es decir el 25% de los valores más bajos se presenta mayor variabilidad por ende la mitad de los registros bajos son más dispersos que la mitad de los registros altos. No existen datos de anormalidad en ninguno de los grupos expuestos. En cuanto a la varianza inferior del grupo C/T llega a los 0 (cero) centímetros, mientras que el grupo S/T llega hasta los -4 centímetros. Por otro lado los limites o variaciones máximas alcanzan valores de 30 centímetros y 2 centímetros respectivamente.

En cuanto a la mediana estas se concentran en 13 centímetros para el grupo que utiliza zapato de tacón (C/T) y 0 (cero) centímetros para el grupo que no utiliza zapato de tacón (S/T).

Grafico 6 Lunge test

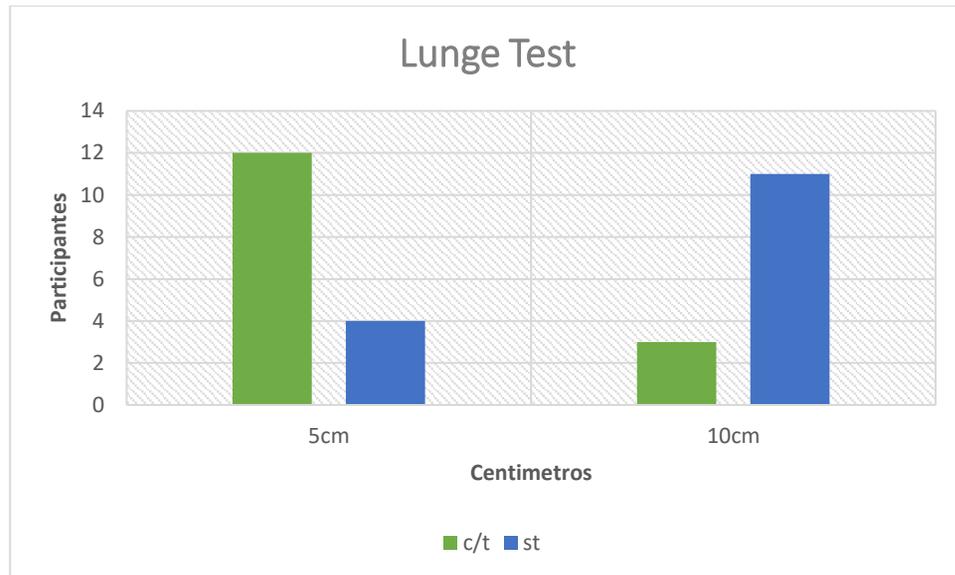


Grafico 6: Indica la diferencia en centímetros de ambos grupos del Lunge Test.

El grafico nos demuestra los resultados de la prueba Lunge Test, 12 participantes del grupo que utilizan zapato con tacón logran tocar la pared con la rodilla a los 5cm del test, y solo 3 de las participantes restantes pueden tocar la pared a los 10 cm de la pared, debido a un acortamiento del musculo gastronemio. La flexibilidad de este musculo se ve reflejada donde 11 de las 15 participantes del grupo que utiliza zapato bajo logran tocar con la rodilla la pared a los 10 cm sin levantar el talón. Esto quiere hacer mención a que a los 10 cm cada participante no levanto su talón al momento de tocar la pared con la rodilla.

VI. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue determinar como es el comportamiento del centro de presión en la prueba de romberg con y sin zapato de tacón mediante el uso prolongado de zapato de tacón en mujeres de 20-40 años de la UCSH.

Frente a los principales resultados realizados en el estudio se puede apreciar en el grafico 4, que indica donde se ubica el centro de presión de las participantes. Nos arroja que las mujeres que utilizan zapato alto presentan una leve tendencia hacia anterior del centro de presión del pie, “este movimiento de centro de presión oscila a cada lado del movimiento del centro de gravedad, donde Brenière estableció una relación de amplitud centro gravedad / centro de presión, en la frecuencia de domino. En consecuencia un método simple y preciso para evaluar las posiciones horizontales del Centro de gravedad basado en las posiciones del centro de presión” (Oliver Caron, 2000). Por ende se puede estimar que el centro de gravedad de las participantes que utilizan zapato de tacón se encuentra levemente anteriorizado con respecto a aquellas que no lo utilizan, concordando con el estudio que indica que “los tacones altos modifican los puntos de apoyo naturales del cuerpo, pues provocan que el peso corporal se desplace hacia delante” (Parra, 2010) mientras que otro estudio indica que “la alteración de la alineación de los tobillo provoca la elevación y anteriorización del centro de gravedad, causando un desequilibrio postural, promoviendo ajustes posturales adaptativos para recuperar el equilibrio y mantener la postura de pie” (Anniele Martins, 2013) este puede ser un factor relevante para comprender las oscilaciones que producen durante la prueba.

Otro valor a analizar es el resultado de Romberg que se indica en el grafico 2 el cual se realizó para generar una perturbación al sistema (zapato de tacón y estímulo visual) y evaluar cómo actúan en el control del equilibrio postural. Nos indica que no existe una diferencia estadística entre el uso y no uso de los zapatos de tacón, cabe destacar que las participantes que presentaron mayor porcentaje dentro del grupo de los zapatos de tacón, realizaban de yoga dos veces a la semana. Las posturas de equilibrio en el yoga “favorecen el equilibrio y aumentan la capacidad de concentración, mejorando la conexión mente-cuerpo. También favorecen y fortalecen la musculatura de las extremidades inferiores” (Calle, 1999), lo cual puede estar influyendo en el resultado final de la prueba. Llama la atención que durante la realización de esta prueba varias de las participantes que utilizan zapato de tacón recurrentemente, al cerrar los

ojos presentaban una perturbación de su equilibrio, algunas realizando estrategia de paso y otras simplemente bajándose de la plataforma dinamométrica. Estudios indican que un factor causal es que “el zapato alto provoca un desequilibrio de las fuerzas y el tiempo de activación entre el vasto medial oblicuo y vasto lateral, lo que podría conducir a una rotula inadecuadamente alineada y por consiguiente, causaría dolor y desestabilización en esta articulación” (Laísila da Silva, 2013)

Un estudio realizado en Valencia donde se pretendía la valoración funcional del equilibrio mediante la prueba de romberg arrojó que “los resultados de las valoraciones en el grupo control fueron disminuyendo según la dificultad de la prueba realizada, lo cual sigue un criterio lógico de comportamiento afectado por la enfermedad que provoca el déficit de equilibrio” (Jose Baydal, 2009)

El factor biomecánico importante en este análisis es el equilibrio donde se compara adultos jóvenes con adultos mayores estableciendo que los primeros “utilizan una sola estrategia compensatoria para recuperar el balance luego de perturbaciones, en cambio los adultos mayores requieren de múltiples estrategias para recuperarlo, siendo deficientes principalmente en el control del desplazamiento lateral, por lo que se ha visto un mayor desplazamiento del centro de presión, utilizando la estrategia de paso y siendo más propensos a usar patrones de co-contracción en el feedforward y feedback” (Constanza San Martin, 2011).

Por otra parte los resultados obtenidos por esta prueba entregan información valiosa sobre la organización sensorial del sujeto. Entre ellos se puede encontrar diversos patrones en el cual nos llama la atención patrón de disfunción vestibular, patrón de preferencia visual y patrón de disfunción sensorial, descrito por la doctora Faraldo, donde hace hincapié a que los sujetos que presentan esta condición indica que “no disponen de estímulos vestibulares o no los utilizan adecuadamente, aumento su balanceo cuando se suprimen las aferencias visuales” (Dra. A. Faraldo Garcia, 2010) Por otro lado señala que “aquellos que presentan un balanceo excesivo en todas las condiciones sensoriales, presentarán afectación de todos los receptores sensoriales”. (Dra. A. Faraldo Garcia, 2010)

En cuanto a las pruebas de valoración de flexibilidad muscular expresadas en los gráficos 5 y 6 se percibe un acortamiento de la musculatura postero inferior de las participantes debido al “habito de usar calzado que elevan los talones

reducen la posibilidad de elongar los músculos” (Costa, 2014). Para lograr esta posición el gastrocnemio se necesita acortar tres veces que el desplazamiento del centro de masa del cuerpo. La contracción máxima de este musculo producirá un desplazamiento vertical del cuerpo de solo 1/3 de longitud de la contracción muscular. Todo esto va a depender del tiempo, frecuencia de uso del calzado, ya que predispone a una postura inadecuada. “La aparición de las alteraciones posturales asociadas al uso continuo de calzado alto en la adolescencia puede resultar en perjuicio para el crecimiento y retraso del desarrollo motor, ya que esta fase corresponde al periodo de maduración del sistema musculoesqueletico” (Anniele Martins, 2013).

Este estudio presenta limitaciones en cuanto a la muestra de la población seleccionada y al no evaluar la postura y alteraciones podálicas de las participantes, ya que durante el día de la evaluación la mayoría de los sujetos en estudio negaron la posibilidad de quitarse la ropa y/o calcetines, es por esto que se dejan abiertas varias interrogantes sobre ¿cómo afecta la postura sobre el centro de presión?, ¿las alteraciones podálicas modifican todo el análisis del centro de presión?, lo cual deja la posibilidad de futuros estudios lo que facilitará las conclusiones del proyecto.

VII. CONCLUSIÓN

En el presente estudio mediante el análisis estadístico de la prueba de ANOVA se puede determinar que no hay significancia estadística entre el uso y no uso de tacón con el resultado del Romberg, pero si existe una significancia estadística en cuanto a los resultados obtenidos por el posturógrafo del eje "X", el cual tiene una tendencia hacia anterior.

La intención principal de este estudio, como se menciona anteriormente, fue determinar como es el comportamiento del centro de presión en la prueba de romberg con zapato de tacón y romberg sin zapato de tacón mediante su uso prolongado en las mujeres de 20-40 años de la UCSH.

Se utilizó la plataforma dinamométrica para el estudio de las variables dependientes y así determinar cuantitativamente la perturbación que produce el uso de este calzado en las pruebas de romberg y flexibilidad.

Durante la prueba sobre el posturógrafo el ítem que mostró mayor inconvenientes fué el de los ojos cerrados, debido a que cuando se pierde el input visual, las participantes sentían como su cuerpo se cargaba hacia anterior, presentando incluso sensación de caída. Este evento se puede asociar a problemas de recolección de input vestibulares o las participantes no poseen un control de su postura corporal estática en el espacio.

En cuanto a los resultado de centro de presión se puede visualizar que existe una leve inclinación hacia anterior del centro de presión de las participantes por lo que se puede comprobar que la realización de la prueba de romberg con el uso de zapato de tacón aporta una perturbación extra en las mujeres de la comunidad de la Universidad Católica Silva Henríquez, debido a los ajustes posturales provocando mayores oscilaciones que se presentan a la hora de adoptar una postura bípeda, ya que está en evidencia la activación de musculatura postural y equilibrio estático, la cual no es representativa debido a la poca convocatoria de las postulantes.

Dentro de las repercusiones que genera el uso prolongado de zapato alto se genera una mayor demanda energética para mantener la postura bípeda en el posturógrafo. Podemos señalar que se cumple parte de esta teoría debido a que el tiempo y la frecuencia del uso de este calzado (tacón) afecta en primera instancia a la posición que adopta el pie en el contacto con el suelo,

estableciendo un nuevo centro de presión, provocando así cambios en la distribución del centro de presión.

En relación a los resultados de romberg sin zapato de tacón y romberg con zapato de tacón de las participantes se puede determinar que en el grupo de romberg que utiliza el zapato de tacón, se observa que no existe una gran diferencia entre ambos grupos, lo que si se logra percibir es que el grupo que presenta zapatos con tacón presenta una distribución asimétrica hacia abajo, es decir el 25% de los valores más bajos presentan mayor variabilidad por ende la mitad de los registros bajos son más dispersos que la mitad de los registros altos. Otro factor importante es que da un dato de 258% el cual es posiblemente anómalo debido a que supera los límites superiores. Para este análisis existen dos respuestas, por un lado se estima que a medida que se aumenta la complejidad de la prueba disminuye el resultado del romberg debido a los déficit de equilibrio lo cual va asociado a la segunda respuesta donde la altura del tacón es relevante para la determinación del equilibrio estático del sujeto y su capacidad de integración de los estímulos visuales por ende la recolección de input vestibulares.

Por otra parte al analizar la musculatura de extremidad inferior mediante las pruebas Flexión de tronco en bipedestación y Lunge test, se observa que ambos grupos presentan un acortamiento de cadena posterior inferior pero es más notorio en las mujeres del grupo que utilizan zapato alto.

Se percibe visualmente que la postura de los dos grupos participantes es diferente, la cual no fue medible por que las participantes por estar en época de invierno y lo que conlleva a que por frio y exceso de vestimenta no se quieran sacar la ropa y visualizar de mejor manera estas variaciones posturales. Por lo que es de relevancia evaluar tanto la postura corporal y alteraciones podálicas, debido a que estas pueden estar influyendo en las diferentes reacciones en el centro de gravedad, recordemos que este varía según donde se concentre la masa del sujeto siempre y cuando se mantenga en una posición estática. Además se sabe por la investigación realizada que la alteración en la alineación de los tobillos provoca de manera directa la elevación y anteriorización del centro de masa de los sujetos provocando un desequilibrio postural, promoviendo diversos ajustes posturales adaptativos para recuperar el equilibrio y mantener la postura bípeda.

Finalmente la utilización de zapatos de tacón producen variados cambios en el cuerpo de la mujer, ya sean posturales, musculares o del centro de presión del pie, debido a la modificación de la distribución de cargas que produce una constante sobrepresión en la zona metatarsal contribuyendo a diversas alteraciones patológicas en el pie. Es por esto que se hace necesario educar a la población sobre los riesgos que puede ocasionar este tipo de calzado y porque no a futuro crear una conciencia y dejar el estigma social de que para ser bella se tienen que ver estrellas.

VIII. ANEXO

ANEXO 1

EVALUACION METODOLOGICA

Nombre participante: _____

Nombre evaluador: _____

Tipo de calzado: _____ centímetros: _____

Tiempo utilización calzado: _____

Profesión: _____ Lateralidad: _____

Fecha evaluación: _____

Test de Equilibrio Estático

- Romberg: _____

Test de Flexibilidad

- Test Flexión de tronco en bipedestación: _____
- Lunge Test: _____

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Este Formulario de Consentimiento Informado se dirige a mujeres que serán evaluadas en la Universidad Católica Silva Henríquez y que se les invita a participar en la investigación ANALISIS DEL USO PROLONGADO DE ZAPATO DE TACON SOBRE EL CENTRO DE PRESION DEL PIE Y LA FLEXIBILIDAD DE LA MUSCULATURA POSTERO INFERIOR EN MUJERES DE 20 A 40 AÑOS PERTENECIENTES A LA UNIVERSIDAD CATOLICA SILVA HENRIQUEZ

Estudiantes de la UCSH, pretenden investigar sobre el uso de zapato de tacón y alteración del centro de presión del pie en mujeres. Cualquier información puede ser aclarada por este grupo de estudiantes y pueden tomar el tiempo necesario para responder si desean participar en esta investigación.

El propósito de esta investigación es descubrir las posibles alteraciones que produce el uso de zapato tacón en mujeres de 20 a 40 años. Esta incluirá una única intervención donde se analizará el desplazamiento del centro de presión con posterior uso de estos datos clínicos. Estamos invitando a todas las mujeres funcionarias o universitaria de la UCSH que usen zapato de tacón al menos 5 veces a la semana para participar en la investigación. Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Durante la investigación se hará solo un muestreo, se realizará con uso de zapato de tacón en una plataforma de Posturografía. La investigación durará 1 día. Durante ese día, será necesario que venga a la universidad, por 1 hora aproximadamente. Al participar en esta investigación es posible que usted se exponga a un riesgo mayor que si no lo hiciera. Existe, por ejemplo, el riesgo de lesiones tales como esguince de tobillo por una posible torsión por el uso de calzado o alteraciones posturales.

Se debe recalcar que no se le dará ningún tipo dinero o regalos por tomar parte en esta investigación. Nosotros no compartiremos la identidad de aquellos que participen en la investigación. La información que recojamos para esta investigación se mantendrá confidencia solo los investigadores tendrán acceso a verla. Al finalizar se publicaran los resultados para que otras personas interesadas puedan aprender de nuestra investigación.

Usted no tiene por qué tomar parte en esta investigación si no desea hacerlo o no llama su atención. Puede dejar de participar en la investigación en cualquier

momento que quiera. Es su elección y todos sus derechos serán respetados al igual que si participase.

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

Nombre del Participante: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

ANEXO 3

Tabla 5 Resultado de Romberg

Participantes	Romberg C/T	Romberg S/T
1	258%	227%
2	177%	233%
3	157%	186%
4	135%	136%
5	114%	135%
6	112%	114%
7	94%	98%
8	94%	92%
9	93%	75%
10	59%	74%
11	50%	65%
12	48%	47%
13	44%	44%
14	32%	32%
15	14%	24%
Promedio	98,7	105,5

Tabla 5: Ilustra el porcentaje de romberg obtenido por cada participante en la prueba sobre el posturógrafo.

ANEXO 4

Tabla 6 Resultados Flexión de Tronco en Bipedestación

Test de flexibilidad	C/T	S/T
1	30	-2
2	7	-4
3	17	0
4	21	2
5	12	0
6	0	-3
7	15	-3
8	18	-4
9	0	0
10	14	1
11	9	-2
12	13	2
13	1	1
14	5	0
15	18	-3

Tabla 6: Ilustra los valores obtenidos mediante la prueba de flexibilidad.

Flexión de tronco en bipedestación

ANEXO 5

Tabla 7 Resultados Lunge test

Lunge Test	C/T	S/T
5cm	12	4
10cm	3	11

Tabla 7: Ilustra los valores obtenidos mediante la prueba de flexibilidad, Lunge test

IX. BIBLIOGRAFÍA

- A. Brunon, M. M. (2004). Zapatos Ortopedicos. *Enciclopedia Medico Quirurgica*, 1-10.
- Anniele Martins, G. R. (2013). Repercussões do uso do calçado de salto alto na postura corporal de adolescentes. *Paulista de Pediatria*, 265-271.
- Arrieta, M. B. (2015). *Características de los zapatos de tacon*. Barcelona.
- Biao Chen, Y. D.-B. (2014). Association between severity of knee osteoarthritis and serum and synovial fluid interleukin 17 concentrations. *Journal of International Medical Research*, 138–144 .
- Bricot, B. (2008). POSTURA NORMAL Y POSTURAS PATOLOGICAS . *REVISTA IPP*, 2.
- Calle, R. (1999). *El gran libro del yoga*. Urano.
- CENETEC. (2013). Diagnostico y tratamiento del Hallux Valgus. *Guia de practica clinica GPC*, 1-48.
- Colecciones del Museo Historico Nacional. (2013). *Zapatos Femeninos. Seduccion paso a paso*. Santiago: dibam.
- Constanza San Martin, D. W. (2011). *Determinacion de validez y confiabilidad de balance evaluation systems test en adultos mayores de la comunidad* . Valdivia.
- Constanza San Martin, D. W. (2011). *DETERMINACION DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE BALANCE EVALUATION SYSTEMS TEST EN ADULTOS MAYORES DE LA COMUNIDAD VALDIVIA-CHILE* . Valdivia.
- Costa, A. (2014). Triceps Sural, Gastrocnemio y soleo. *Yoga sintesis*.
- Diego Rincón Cardozo, J. A. (2015). Abordaje del esguince de tobillo para medico general. *Universal Industrial de Santander. Salud*, 85-92.
- Donal A. Neumann, P. (s.f.). *Fundamentos de la rehabilitacion Fisica*. Wisconsin: Paidotribo.
- Dong Yeol Ko, P. H. (2013). The Changes of COP and Foot Pressure after One Hour's Walking Wearing High-heeled and Flat Shoes. *J. Phys. Ther. Sci*, 1309- 1312.

- Dr Jose Larrondo, D. J. (s.f.). Pie plano en el niño y acortamiento de soleo y gastronemios. *Ortopedia traumatologica*, 74-79.
- Dr. HayoA. Breinbauer, P. (2016). Evaluacion vestibular en 2016. *Medica clinica las condes*, 863-871.
- Dra. A. Faraldo Garcia, E. S. (2010). Evaluacion del paciente con trastornos del equilibrio y de la marcha. Presbivertigo y caida en el anciano. *Seorl Pcf*, 1-21.
- Edward Kwame Agyekum, K. (2015). Heel pain: A systematic review. *Chinese Journal of Traumatology*, 164-169.
- F. Ayala a, P. S. (2012). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* , 67-7468.
- F. Ayala, P. S. (2012). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 55-66.
- Francisco Pastrana García, J. O. (2008). Tratamiento de la deformidad en garra de los dedos menores del pie. *Acta ortopedica Mexicana*, 189-194.
- Garcia I, Z. R. (2010). Ortesis, calzado y protesis. *Tratado de pie diabetico*, 139-153.
- Garcia, M. G.-G. (2014). Zapatos con tacon alto (Estetica, sensualidad y belleza con un alto coste para la salud. *Ortomedicalcare*, 1-6.
- Garcia-Pastor Cuauhtemoc, A.-S. G. (2013). La prueba de Romberg y Moritz Heinrich Romberg. *Mexico Neurocirugia*, 31-35.
- González, R. (2004). Análisis del Centro de Presión en Posturografía en pacientes con sindome de dolor lumbar crónico. *Universidad de Chile. Medicina* , 11-12.
- Hans Chaudhy, P. D. (2008). Measurement of balance in computer posturography: Comparison of methods-A brief review. *Bodywork and movement therapies*, 82-91.
- Heijnen Lily, H. M. (2008). Calzado comun y calzado ortopedico . *Federacion Mundial de la Hemofilia*, 1-11.

- Herrera-Pérez M, P.-B. J.-G.-R.-R. (2014). Propuesta de algoritmo terapéutico para hallux rigidus. *Acta Ortopédica Mexicana*, 253-257.
- I Úbeda-Pérez de Heredia, G. S.-H. (2015). Esguince de tobillo de primer grado como causa de paresia del nervio peroneo comun. Caso Clínico. *Andaluz de Medicina del Deporte*, 86-91.
- IES Master. (2014). Diseño de accesorios de moda. *IED Master* , 2-19.
- J. Vega, E. R. (2013). Novedades en la inestabilidad crónica de tobillo. *Del Pie y Tobillo*, 71-79.
- James D. F. Calder, T. M. (2016). Plantaris Excision Reduces Pain in Midportion Achilles Tendinopathy Even in the Absence of Plantaris Tendinosis. *Orthopedic Journal of sports medicine* , 1-4.
- Jasper E. Visser, M. G. (2008). The clinical utility of posturography. *Clinical Neurophysiology*, 2424-2436.
- Jose Baydal, U. G. (2009). Estudio de la simulacion en la valoracion funcional del equilibrio. *Biomecanica*, 51-54.
- Jose M. Climent, F. M.-G.-R.-L.-G.-M. (2013). Treatment of Morton Neuroma with Botulinum Toxin A:. *Clin Drug Investig*, 497-503.
- Jose M. Muyor, 1. R.-C.-M. (2014). Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in athletes. *Journal of Strength and conditioning Research* , 546-555.
- K. Mannikko, J. S. (march 1, 2017). The Effect of Metatarsal Padding on Pain and Functional Ability in Metatarsalgia. *Scandinavian Journal of Surgery*.
- Kalliopi ILIOU1, G. P. (2015). Relationship between pedographic analysis and the Manchester scale in hallux valgus. *Acta Orthop Traumatol Turcica*, 75-79.
- Kellis, E. (2001). Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait Posture*, 92-97.
- Kerrigan DC, T. M. (1998). Knee osteoarthritis and high-heeled shoes. *The lancet* , 1399–1401.
- Lacoste, X. V. (2008). Reeduccion del Equilibrio. 136-156.

- Laísila da Silva, V. O. (2013). Influência do calçado de salto alto na atividade eletromiográfica do músculo quadríceps em mulheres com e sem síndrome da dor femoropatelar durante a tarefa de levantar e sentar. *Fisioterapia e pesquisa*, 2-10.
- Lily Heijnen, M. H. (2008). Calzado comun y calzado ortopedico. *Tratamiento de la Hemofilia*, 1-11.
- Marcos Duarte, S. M. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação de equilibrio. *Brasileña de Fisioterapia*, 182-192.
- Matthew R. Titchenal, J. L. (2014). Effects of High Heel Wear and Increased Weight on the Knee During Walking. *Orthopaedic Research Society*, 405-411.
- MF. Peydro de Moya, J. B. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 315-323.
- Miguel Ortuño-Cortes, E. M.-S.-d. (2008). Posturografia estatica frente a pruebas clinicas en ancianos con vestibulopatía. *Acta Otorrinolaringologica Española*, 334-340.
- Min-Hyeok Kang, D.-K. L.-H.-S. (2015). Association of Ankle Kinematics and Performance on the Y-Balance Test With Inclinator Measurements on the Weight-Bearing-Lunge Test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24, 62-67 .
- Moya, M. P. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitacion* , Vol 39 .
- Nery Caio Augusto de Souza, B. R. (2007). Morton's neuroma treatment through plantar port: retrospective assessment of surgical outcomes. *Acta ortopedica brasileira*, 55-58.
- Oliver Caron, T. G.-P. (2000). A Comparative Analysis of the Center of Gravity and Center of Pressure Trajectory Path Lengths in Standing Posture: An Estimation of Active Stiffnes. *Journal of applied biomechanics*, 234-247.
- Ortigosa, D. N. (2010). El pie en la danza clasica. *Centro de investigacion Flamenco Telethusa*, 20-25.

- Ortigosa, N. M. (2010). El pie en la danza clásica. *Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 20-25.
- Parra, S. (2010). *El precio de la belleza: los tacones altos*.
- Patrick Wheeler, M. M. (2014). Surgery for Patients With Recalcitrant Plantar Fasciitis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 1-6.
- Paula D. Henderson, M. S. (2004). A Biomechanical Evaluation of Standing in High- Heeled Shoes. *Penn State*, 25-38.
- Pedro Angel López Miñarroa, C. F. (2008). Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *Apunts medicina de le ´sport*, 25-29.
- Pierre-Marie Gagey, B. W. (2001). *Posturología: Regulacion y alteraciones de la bipedestacion*. Barcelona: Masson.
- R. Cabezza-Ruiz, N. C.-L. (2016). Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación. *Andaluza de medicina del deporte*.
- R. Lomas Vega, M. L. (2004). Estabilometria y calidad de vida en las algias vertebrales. Un estudio transversal analítico. *Fisioterapeutas. Complejo Hospitalario de Jaen*, 129-137.
- R. Sánchez Rodríguez, A. M. (2017). Fascitis Plantar. Tratamiento ortopodológico. *Fisioterapia*, 106-112.
- Richard L. Drake, A. V. (2010). *Anatomia para estudiantes Gray*. Barcelona: Elsevier.
- Rodolfo Gonzalez, V. K. (2004). *Analisis del centro de presion en posturografia en sujetos con sindrome de dolor lumbar cronico*. Santiago.
- Sánchez, R. L. (2015). Análisis posturográfico y clínico del equilibrio en una muestra de personas mayores institucionalizadas. *Universidad de Coruña, Departamento de medicina* , 11.
- Sandra Alemany Mut, B. N. (s.f.). Estudio morfologico del pie aplicado al diseño funcional del calzado de tacon. *Biomechanica*, 15-18.
- Santonja, F. (2006). Deformidades de los dedos de los pies. *Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia*, 1105-1115.

- Shane Kelly, m. c. (2016). specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. *The international journal of sports physical therapy*, 544.
- Silva AM, d. S. (2013). Implications of high-heeled shoes on body posture of adolescents. *Paul Pediatr*, 265-71.
- Sonia Hidalgo, F. T. (2014). Estudio de la altura recomendada del tacón. *ResearchGate*.
- Sung Kwang Hong, J. H.-S.-W. (2014). Clinical efficacy of the Romberg test using a foam pad to identify balance problems: a comparative study with the sensory organization test. *Eur Arch Otorrhinoaryngol*, 2741-2747.
- Vaniessa Dewi Hapsari, S. X. (2014). High heels on human stability and plantar pressure distribution: Effects of heel height and shoe wearing experience. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting*, 1653-1657.
- Villarroya A, C. V. (s.f.). Influencia de las diferentes alturas de tacón en la marcha. Estudio goniométrico. *Biomecanica*, 66-73.
- Voegeli, A. (2003). Anatomia funcional y biomecanixa del tobillo y el pie. *Española de Reumatologia*, 77-90.

