

Revisión sobre la evolución del zapato de tacón según un contexto histórico y su efecto en la salud de sus usuarios

A review of the evolution of heel shoes according to a historical context and its effect on the health of its users

Recibido: 29/09/2016 - Aprobado: 05/12/2016

ICONOFACTO VOL. 13 N° 20 / PÁGINAS 160 - 177

DOI: <http://dx.doi.org/10.18566/iconofact.v13.n20.a09>

Autores:

Sebastián Valderrama

Magíster en Ciencia y Tecnología, opción Biomecánica. Bioingeniero, instructor e investigador del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA. Grupo BIOMATIC. Itagüí, Antioquia, Colombia, sebasmeja9@gmail.com

Patricia Castaño Rivera

PhD en Ciencia y Tecnología, mención: materiales. Ingeniera de materiales. Instructora e investigadora del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA. Grupo BIOMATIC. Itagüí, Antioquia, Colombia, patricariva@gmail.com

Sandra Milena Velásquez

Magíster en Ingeniería. Especialista en gerencia. Bioingeniera. Líder de Innovación y Desarrollo Tecnológico del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA. Grupo BIOMATIC. Itagüí, Antioquia, Colombia, biomatic@gmail.com

Resumen: En este trabajo se realizó una revisión de la literatura sobre la evolución del zapato de tacón según un contexto histórico y los estudios actuales relacionados con el efecto de este en la salud de sus usuarios. Se realizó la búsqueda en catálogos públicos de dos bibliotecas de la ciudad de Medellín (Colombia) y en las siguientes bases de datos: Scopus, Science Direct, Scielo e IEEE Xplore. Como resultado de ello

se concluyó que el zapato de tacón ha significado históricamente poderío, prestigio y belleza, siendo la estética el criterio de diseño predominante, pero en la actualidad es la ergonomía y el confort los que toman cada vez más fuerza, con el objetivo de disminuir las lesiones o patologías del pie, la columna, la rodilla u otras partes del cuerpo, que son generadas por el uso frecuente de zapatos ergonómicamente no adecuados. Cada día, las personas toman más conciencia de la importancia de la salud, al crear o usar un determinado producto, como es el caso de los zapatos.

Palabras clave: historia del tacón, zapatos de tacón alto, biomecánica, postura y diseño de zapatos.

Abstract: In this work, we conducted a review of the literature on the evolution of heel shoes according to a historical context and to current studies related to their effect on the health of its users. The search was conducted in public catalogues from two of the libraries of the city of Medellín (Colombia), as well as in the following databases: Scopus, Science Direct, Scielo, and IEEE Xplore. As a result, it was concluded that the heel shoe has historically meant power, prestige and beauty, aesthetics being the predominant design criteria. Nonetheless, currently it is ergonomics and comfort those who take more and more strength, in order to reduce injuries or diseases of the foot, the spine, the knee or other parts of the body, which are generated by the frequent use of shoes that are ergonomically inappropriate. Every day, people take more awareness of the importance of health, through the creation or use of a product, as in the case of shoes.

Keywords: history of the heel, high heel shoes, biomechanics, posture and design of shoes.

Introducción

Los zapatos de tacón han sido usados desde hace varios siglos atrás (Linder & Saltzman, 1998). En las civilizaciones antiguas fueron símbolo de prestigio y riqueza. Según la cultura, el clima y el desarrollo económico del país, el diseño y los materiales de los zapatos de tacón variaban. Antiguamente el zapato de tacón fue usado indistintamente por hombres y mujeres; con el paso del tiempo, fue siendo exclusivo de las mujeres, y en la actualidad, son usados principalmente por ellas. El sector del calzado ha sido un rubro importante para Colombia, para el año 2015, ingresaron 25.3 millones de dólares por la exportación de calzado terminado y de enero a marzo del 2016, US\$ FOB 5.26 millones (ACICAM, 2015). Los tacones son considerados universalmente encantadores, pero no son el tipo de calzado más ergonómico. Por lo general causan problemas en el largo plazo al pie, las rodillas y la columna. En la literatura se encuentra que la población femenina siempre es

la que más presenta lesiones y dolor en los pies, en contraste con la masculina (Garrow, Silman & Macfarlane, 2004). El 90 % de los pacientes que requieren de cirugía reconstructiva por dedos, en martillo o rodillas en valgo, son mujeres. Esto se debe al uso de zapatos de tacón, puntas estrechas, suelas gruesas, etc. Según la Asociación Médica de Podología Americana (APMA, por sus siglas en inglés), el 49 % de las mujeres usan zapatos de tacón alto (altura mayor que 5 cm), el 71 % de ellas expresan dolor en sus pies y el 39% lo usan cada semana (APMA, 2014; Barkema, Derrick, & Martin, 2012). Aun teniendo en cuenta los impactos negativos que el calzado de tacón alto produce, seguirá siendo un elemento importante para las mujeres y la moda (Day, 2014). El objetivo de la revisión bibliográfica realizada en este trabajo fue identificar los principales factores que han influido en la evolución del diseño del zapato de tacón, determinando así las tendencias de estudio, diseño y necesidades, que surgen en torno a la elaboración del zapato de tacón. Como resultado, la estética es el factor principal que ha primado a lo largo de la historia, mientras que la ergonomía, funcionalidad y salud son los factores actuales más importantes (Stamm, 2008).

1. Metodología

La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Scopus, Scielo, Science Direct, IEEE Xplore, y en catálogos de las bibliotecas de la Universidad de Antioquia y la Universidad Pontificia Bolivariana de la ciudad de Medellín, Colombia. Algunas páginas web fueron incluidas para soportar datos económicos de la industria del calzado colombiano y estadísticos sobre opinión pública del impacto del calzado en la salud. En la búsqueda en bases de datos, la ventana de tiempo comprende publicaciones desde 1980 hasta el 2016, el tipo de documento que se consideró fue el artículo o la revisión y las ecuaciones de búsqueda que se emplearon fueron: zapatos de tacón ("high heel shoe", "heel shoe"), postura (posture AND shoe), "biomecánica del calzado" ("footwear biomechanics"), zapato saludable ("health shoes", ergonomic AND shoe) y diseño de zapato ("shoe design"). Los documentos resultantes en bases de datos fueron categorizados según el área y temática de estudio para así definir los 46 artículos incluidos en este trabajo. Por ejemplo, al ingresar la ecuación de búsqueda "high heel shoe" en la base de datos Scopus, el número de documentos tipo artículo que resultan son 49 (96.1 %) y 2 (3.9 %) del tipo revisión. Las áreas con mayor número de publicaciones al respecto son la medicina (58.8 %) e ingeniería (35.3 %) y entre estas, las temáticas que se abordan ordenadas de forma descendente son: el efecto del uso frecuente de zapatos de tacón alto en la salud y fisiología de mujeres adolescentes o adultas, el estudio biomecánico del uso de zapato de tacón, desarrollo de nuevos materiales livianos y resistentes para partes de zapatos y, en la más baja proporción, temas de las ciencias sociales. Igual análisis se realizó con las otras ecuaciones

de búsqueda y bases de datos, encontrando las mismas temáticas. Por lo tanto, en este trabajo se eligieron como temáticas de revisión el contexto histórico del zapato de tacón, porque a pesar de que las publicaciones en bases de datos no son en su mayoría sobre esto, sin duda es allí en donde se encuentra definido el origen del diseño del zapato de tacón; mientras que la otra temática abordada fue el efecto del uso frecuente del zapato de tacón en la salud de sus usuarios, que son los estudios actuales de mayor publicación en torno al zapato de tacón y que finalmente definirán las tendencias en su diseño.

2. Contexto histórico del zapato de tacón

El calzado se origina desde tiempos de las civilizaciones antiguas. Las pinturas rupestres descubiertas en España, del año 13000 a.C., son las primeras imágenes de calzado que se conocen, en ellas aparecen representados hombres y mujeres calzando botas hechas con piel de animales. El nacimiento de la sandalia se considera en el antiguo Egipto, año 3500 a.C., en respuesta al clima y geografía del lugar (O'Keeffe, 2005). En tiempos anteriores al cristianismo, además de la sandalia, se considera que también se usaba el tacón, pero no para fines estéticos; los egipcios los llevaban para caminar sobre sus víctimas y los jinetes de Mongolia se los ponían para sujetar los estribos con mayor firmeza (Bossan, 2015).

Durante la Edad Media, el calzado permaneció bajo la influencia de los modelos romanos antiguos, dando lugar a un nuevo calzado de protección que consistía en una sola pieza de cuero con correas que se envolvían alrededor del pie. A finales del siglo XV, los zapatos se caracterizaban por tener punta cuadrada y anchos en extremo. Este zapato, en su origen, fue inspirado por una malformación congénita del rey Carlos VIII, quien tenía seis dedos en cada pie (Bossan, 2015). Más tarde nacieron los **chapines** en Venecia, zapatos de plataforma de madera o de corcho, que era tapizada en piel o terciopelo. Eran plataformas muy altas, de incluso 70 centímetros, es por ello que las mujeres de la época necesitaban de dos sirvientes para ayudarlas a caminar. El uso excesivo de estos zapatos, por las prostitutas venecianas del siglo XVI, terminó con ellos de una manera inesperada. De *los chapines ocurre la transición al zapato de tacón*, cuando se comienza a reducir el grosor de la suela en su parte delantera, lo que facilitaba el uso de zapatos altos.

El año de 1533, se considera donde aparece por primera vez los tacones con fines puramente estéticos, cuando Catalina de Médicis, quien tenía una estatura muy baja, los lleva de Florencia a París, para su boda. Es así como en el siglo XVI las mujeres francesas de la aristocracia comenzaron a usar zapatos de tacón, tan empinados (de 13 centímetros o más), que el portador estaba literalmente de pie sobre los dedos y era necesario usar bastón para mantener el equilibrio. Como la clase trabajadora no podía usar este tipo de calzado por fines prácticos, el tacón se convierte en signo de aristocracia.

A principios del siglo XVIII Francia aún dominaba el mundo de la elegancia. La punta de los zapatos podía ser redonda o en punta. Las mujeres de la época podían elegir entre dos estilos muy diferentes: chinelas o zapatos de talón descubierto para interiores, o zapatos de tacón alto para eventos más formales. Las zapatillas fueron inicialmente usadas para estar en casa o interiores, se caracterizaban por ser zapatos elegantes de suela fina hechos de piel, tela o seda, y para la clase alta tenían incrustaciones de joyas y podían tener la punta elevada. La punta turca curvada data en realidad del siglo XII y su longitud era muestra de la riqueza del propietario.

Continuando con el siglo XVIII, las mujeres de la clase media utilizaban zuecos decorados con brocados, cintas y piedras preciosas. La corte francesa del rey Luis XV utilizaba zapatos de tacón con base ancha y entallada, dando origen al «tacón estilo Luis XV», con el que aún se le conoce a esta forma. La culminación de este periodo traería aparejado tacones con diamantes incrustados, los cuales se conocerían con el nombre de *venez et voir*, aunque su excentricidad era en vano porque era disimulada por los vestidos de la época, los cuales llegaban casi hasta el suelo. De 1795 a 1799, la industria del calzado comenzó a desenvolverse hacia un estilo neoclásico temprano, favorecido por Napoleón I. El *zapato de salón*, caracterizado por estar exento de adornos y tener un tacón medio, era práctico, elegante y conservador, empezó a utilizarse por mujeres a mediados de este siglo. Con la aparición del charol, este zapato tuvo auge, tanto en Europa como en América, tanto para hombre como mujeres y se prefirió entre los demás como zapato de baile.

La zapatería tradicional comenzó a cambiar a partir de 1809 con la Revolución Industrial. Los siguientes acontecimientos resultaron significativos para este cambio: la adaptación de la máquina de coser de Howe, inicialmente inventada en 1856 por Isaac Singer, mediante la cual se perfeccionaron las costuras; Lyman R. Blake, en 1858, quien creó un dispositivo para realizar la costura entre la suela y el zapato; y por último, la modificación de la máquina de Auguste DeystouyWelt por Charles Goodyear, en 1875, la cual permitiría unir la parte superior y el lengüado del zapato. Estas invenciones pusieron fin al dominio francés en la industria del calzado, los costes asociados a esta industria se abarataron y nuevas formas de calzado entraron al mercado (Cox, 2009).

Durante los años 20 del siglo XVI, resurge la sandalia con un nuevo encanto en particular para las mujeres: la adición de tacón, gracias a la invención del soporte metálico para la bóveda del soporte del pie, creado por el italiano Salvatore Ferragamo. Este calzado también surge de las tendencias liberadoras de usar faldas más cortas, que impulsa a hacer los zapatos más atractivos. Los años 70 es el tiempo de las sandalias tipo disco, pero cobraron fama de vulgares. Así que es en los años 80 que se legitima *la sandalia de tacón*, gracias a la sofisticación de diseñadores como MaudFrizon, Manolo Blahnik y Bennis Edwards (O'Keeffe, 2005; Probert, 1981; Updike, 2013).

En la década de los 50, surge un estilo de zapato de punta cerrada que dejó huella; se elabora con tacón de aguja, conocido como el alfiler de sombrero, la flauta, el espadín, la púa o el tacón *stiletto*. Este tipo de zapato tenía un tacón de 10 centímetros de altura y una punta aguda. No se sabe con exactitud quién fue el creador de este tacón, puesto que al mismo tiempo diseñadores italianos como Ferragamo, Albanese y DalCò, así como en París Roger Vivier, lanzaban sus versiones de este tipo de zapato. En esta misma época aparece Coco Chanel junto con Raymond Massaro, quienes lanzaron el zapato de tacón bajo, en dos tonos, de punta negra para dar la apariencia de un pie más pequeño y que posteriormente en los años 90 se retomaría este estilo con tacón de diferentes alturas. En 1955 Givenchy introduce el zapato de ópera de tacón bajo. En los años 60, la popularidad del tacón de aguja disminuye por el uso de botas de tacón bajo o planas para ser usadas con minifaldas.

Luego de la guerra, y en particular en los años 70, la plataforma originaria del siglo XVI-XVII vuelve a estar de moda, tanto para hombres como mujeres, pese a las advertencias de los daños que pueden causar en la espina dorsal. Los zapatos llamados zuecos fueron usados en los años 70, con el floreciente movimiento feminista. En los años 80 y 90 ocurre el *boom* de la inserción de las mujeres en el mercado laboral, lo que causó que las mujeres solicitaran zapatos más cómodos. Como resultado, los zapatos de punteras más anchas y tacones bajos de 3 centímetros fueron la solución. De esta forma, los zapatos «Pilgrim» (1962, colección de Saint Laurent) y «Vara» (1970) de Vivier y Fiamma Ferragamo, respectivamente, fueron nuevamente acogidos. Los años 90 fueron caracterizados por la búsqueda de zapatos cómodos, tomó fuerza el desarrollo de zapatillas deportivas, que realmente inició en el siglo XIX con la fabricación de playeras y zapatillas de lona. Nike, Adidas y Puma introducen playeras al mercado y comienza la oleada de marcas como: Fila de Italia y Reebok de EEUU. A partir del 2000 hasta el día de hoy, el desarrollo de calzado muy especializado para nuevos deportes ha permitido el desarrollo de nuevos materiales, sintéticos, métodos de construcción y tecnologías de diseño. La creciente preocupación por el medio ambiente ha tenido un efecto en la moda, que promulga el uso de materiales ecológicos, métodos de energía eficiente e incluso nuevas alternativas de materiales que podrían llegar a reemplazar por ejemplo al cuero (Pattison & Cawthorne, 1998). La historia del calzado posiciona indudablemente a países europeos, principalmente Italia y Francia, como focos de desarrollo industrial en este sector, y en América, los Estados Unidos (Miranda, 1993, 2001).

A este punto, cabe indicar que los diseños de épocas anteriores son inspiración para los diseñadores actuales, por tal razón, las modas retro parecen perpetuarse. Es por esto que actualmente existen diversos diseños de zapatos de tacón, entre los cuales el concepto original proviene de las plataformas o chapines venecianos, el tacón estilo Luis XV y el tacón tipo aguja. Ver Figura 1.



Figura 1. Tres estilos que marcaron la moda en la evolución del zapato de tacón: la plataforma, el tacón estilo Luis XV y el tacón de aguja o *stiletto*. Fuente: elaboración propia.

3. Efectos fisiológicos causados por el uso frecuente de zapatos de tacón

Como se indicó en el ítem anterior, existe un contexto histórico en el cual el diseño particular del zapato de tacón tenía un objetivo claro: lograr que el portante fuera más alto, se destacara y así reflejara elegancia, poder y belleza. En la actualidad, los usuarios de zapato de tacón no buscan algo muy diferente, de hecho, los tacones son siempre el zapato preferido para ser usado en eventos importantes e incluso hace parte de la indumentaria diaria de mujeres profesionales, cuya apariencia es fundamental en su desempeño laboral. No obstante, el «uso frecuente» del zapato de tacón genera lesiones en el pie e incluso en otras partes del cuerpo. En esta sección se indican algunos estudios actuales e importantes que tratan esta temática y, a partir de los cuales, se ha logrado considerar otros conceptos en el diseño del zapato de tacón, entre estos la ergonomía y el confort.

El zapato de tacón es actualmente muy popular entre las mujeres, especialmente las jóvenes. Situación que es considerada preocupante por diferentes autores especialistas (Cronin, 2014; D. H. lunes et al., 2005; Silva, de Siqueira & da Silva, 2013; Wang et al., 2016). Esto es porque en la adolescencia, el sistema musculoesquelético está en desarrollo, así que la adopción de una mala postura y los cambios fisiológicos asociados al uso frecuente de zapatos de tacón implicará una repercusión negativa en el desarrollo motor y posibles deformaciones permanentes en el cuerpo de las jóvenes (Salminen, 1984). Es así como las enfermedades asociadas al uso de tacones en las mujeres adultas son por lo general resultantes de los disturbios fisiológicos adquiridos durante la adolescencia por el uso frecuente de tacones (Silva et al., 2013).

En la actualidad existen diversos estudios que han demostrado las consecuencias fisiológicas que causa el usar zapatos de tacón. A continuación, se presenta la recopilación de estos estudios según la parte del cuerpo afectada.

3.1. La postura

Según la biomecánica, la postura resulta de un estado dinámico de balance entre el cuerpo y la fuerza de gravedad que lo atrae hacia el suelo (Benda, Riley, & Krebs, 1994). Para determinar si una persona tiene una postura adecuada o no, se toma como referencia una línea imaginaria que atraviesa el cuerpo de la persona por el centro de gravedad en el plano sagital y frontal. El centro de gravedad es el punto del cuerpo en el cual se enfoca todo el peso de este y en general está localizado en la segunda vértebra sacra, al nivel de la cadera. Cuando hay un desplazamiento del centro de gravedad, la línea también se desplaza, y por lo tanto el cuerpo adquiere una mala postura (Wearing, Hennig, Byrne, Steele, & Hills, 2006), lo cual implica sobrepresión en estructuras de soporte y desbalance corporal.

Cuando una persona se calza con zapato de tacón, primero se eleva el hueso *calcáneo* del pie, lo que causa la flexión de la articulación *tibiotalar* (entre la tibia y el *astrágalo*), el alineamiento del tobillo cambia y el centro de gravedad del cuerpo se desplaza desbalanceándose (Opila, Wagner, Schiowitz, & Chen, 1988). Si bien lo anterior es cierto, se presenta ambigüedad sobre el tipo de acomodación de la pelvis y la zona lumbar, cuando la postura cambia por efecto del uso de zapato con tacón. Algunos autores indican que ocurre una inclinación anterior de la pelvis, un desplazamiento posterior del tronco y un incremento de la lordosis lumbar para rebalancear el cuerpo, lo cual es compatible con los reportes clínicos de pacientes con hiperlordosis, que frecuentemente usan zapatos de tacón (Bendix, Sorenson, & Klausen, 1984; Contri, Petrucelli, & Perea, 2009; Opila et al., 1988; T, Techakampuch, & Bed, 2004). Otros indican lo contrario: según resultado de sus estudios ocurre la inclinación posterior de la pelvis y rectificación lumbar (Albuquerque & Silva, 2003; De Lauter, Giaconi, Questad, Ko, & Lehmann, 1991). Ver figura 2.

Según la biomecánica, la postura resulta de un estado dinámico de balance entre el cuerpo y la fuerza de gravedad que lo atrae hacia el suelo (Benda, Riley, & Krebs, 1994).

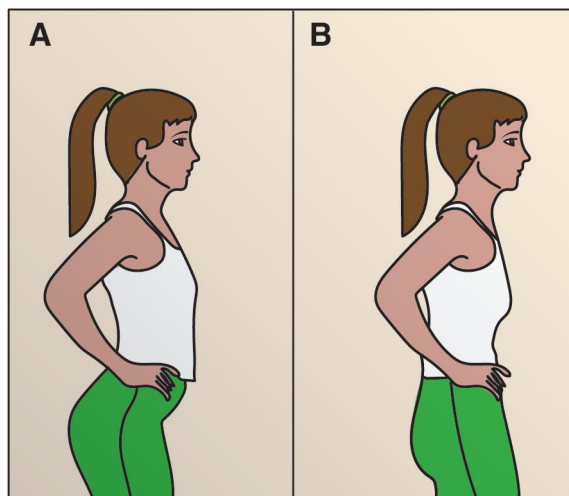


Figura 2. Inclinación de la pelvis. A. Inclinación anterior. B. Inclinación posterior.
Fuente: elaboración propia.

Los estudios anteriores analizan la postura desde el efecto de la alineación de la *espina lumbar*. En cuanto a la posición o desalineación que se da en la *espina cervical* hay un consenso. Se reporta que independiente del tipo de zapato de tacón (aguja o plataforma) siempre ocurre la *protrusión cervical* (D. lunes, Monte-Raso, Santos, Castro, & Salgado, 2008; Lee, Jeong, & Freivalds, 2001). En cualquier caso, la sensación de fatiga en la espina lumbar o cervical se da por el incremento de actividad de los músculos que se tensionan. La mala postura puede tener un efecto temporal o permanente (Bertoncello, Cardoso de Sá, Calapodópulos, & Linhares Lemos, 2009; Pezzan, Sacco, & João, 2009). En el último caso, por el uso frecuente de este tipo de calzado, con la consecuente mayor presión en los huesos, en los músculos y en las articulaciones, más gasto de energía y riesgo de lesiones.

3.2. Rodillas

Las rodillas se ponen en valgo, ver Figura 3. Lo cual se pronuncia más cuando se usan tacones tipo aguja o de altura superior a 8 cm. Este cambio en la alineación de las rodillas induce una rotación interna de las caderas y de allí una anteversión pélvica, lo que favorece la hiperlordosis lumbar (Pezzan, João, Ribeiro, & Manfio, 2011). Las lesiones en la articulación de la rodilla pueden degenerarse en artrosis (Csapo, Maganaris, Seynnes, & Narici, 2010; Yu et al., 2008). Sin embargo, en otras investigaciones (Aguiar Junior & Freitas, 2004) no se encontró el cambio de posición de

las rodillas en mujeres jóvenes y adolescentes. Según D. lunes et al., (2008), este efecto sobre las rodillas podría solo ser significativo en mujeres adultas que lleven un tiempo considerable en el uso frecuente de zapatos de tacón.

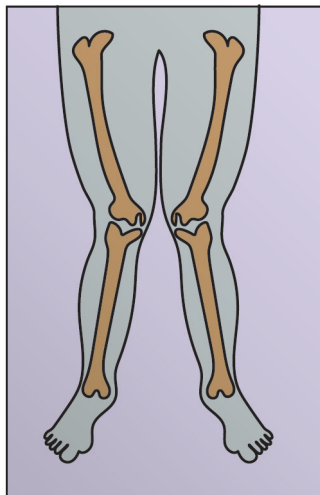


Figura 3. Rodillas en valgo. Fuente: elaboración propia.

3.3. El pie

Se ha comprobado, por análisis baropodométricos, que en condiciones normales el 60 % de las fuerzas que recibe el *astrágalo* se dirige hacia el talón, mientras que el 40 % restante hacia el antepié. Con el uso de zapatos de tacón, la elevación del talón aumenta la carga sobre el antepié siendo proporcional a la altura del tacón (Penha, João, Casarotto, Amino, & Penteadó, 2005; Santos, Noronha, Gomes, Fernandes, & Filho, 2008; Viladot Voegeli, 2003). Otro efecto asociado con la distribución de esfuerzos es la compresión de los metatarsianos (Nordin & Frankel, 2003). El uso de zapatos de tacón genera en particular un exceso de carga en el dedo pulgar, por ello entre las consecuencias serias se encuentra la formación de juanetes. En este último caso, la articulación del dedo afectado puede desencadenarse en una artritis. Los dedos en martillo son otra deformación que se encuentra comúnmente en pacientes que usan con frecuencia tacones, cuyas punteras son además muy estrechas. En el estudio de (Borchgrevink, Viset, Wits, Schei, & Foss, 2015) el uso de zapatos de tacón alto (altura mayor que 5 cm) en mujeres entre los 40 a 55 años siempre causó lesiones menores, como dolor en

los dedos, en la mitad del pie y formación de callosidades. Estas últimas se forman en zonas donde hay un incremento localizado de la presión (Murray, Young, Hollis, & Boulton, 1996). La posición que adopta el pie, del tipo plantarflexión, restringe la movilidad e incrementa la actividad de la parte media y lateral de los músculos gastrocnemio, conocidos como gemelos, del músculo tibial anterior y del sóleo. Esto causa la sensación de fatiga y podría degenerarse en el acortamiento muscular. Las personas con esta deformación manifiestan que el uso de zapatos de suela plana no les resultan cómodos (D. lunes et al., 2008).

3.4. La marcha

Los estudios sobre el efecto del uso de zapatos de tacón sobre la marcha, se fundamentan en el análisis cinemático y cinético de las partes fisiológicas durante esta (Cronin, 2014; Ebbeling, Hamill, & Crussemyer, 1994; Esenyel, Walsh, Walden, & Gitter, 2003; Foster, Blanchette, Chou, & Powers, 2012; Hsue & Su, 2009; Ko & Lee, 2013; McBride et al., 1991; Mika, Oleksy, Mika, Marchewka, & Clark, 2012). Los resultados demuestran que en general se modifica los patrones normales al caminar (Ho, Blanchette, & Powers, 2012), la distribución de los esfuerzos en la planta del pie (Yung-Hui & Wei-Hsien, 2005), las fuerzas de reacción resultantes del suelo, la función de los músculos de las extremidades inferiores y los momentos de las articulaciones. También ocurre incremento del gasto de energía y una reducción en la estabilidad, asociado con un mayor potencial de resbalones y caídas (Albuquerque & Silva, 2003; Blanchette, Brault, & Powers, 2011; Cronin, Barrett, & Carty, 2012; Gefen, Megido-Ravid, Itzhak, & Arcan, 2002; Nordin & Frankel, 2003). En la marcha, las articulaciones más influyentes son las *de movimiento*, entre ellas se encuentran las del tobillo y de los dedos (Viladot Voegeli, 2003). En el caso del tobillo, el uso de tacones altos (10 cm), causa que la articulación *talocrural* adquiera una posición anormal, esto significa invertida, interiormente rotada en plantarflexión, en comparación a un pie sin tacón, por lo tanto mayor riesgo de lesiones (Wang et al., 2016). La articulación *subtalar* tiene más restricción en el movimiento rotacional, como consecuencia se ve reducida la capacidad de absorción de energía por el pie en la fase de contacto con el suelo (Cronin, 2014). Sin embargo, ocurre también que las articulaciones en general tienen menos facilidad de movimiento del tipo plantarflexión y más inversión en las etapas comprendidas entre el golpe de talón y la estancia media, razón por la cual se incrementan las fuerzas de reacción desde el suelo al usar tacones altos (Ebbeling et al., 1994). Estos mismos autores (Wang et al., 2016), encontraron que los zapatos de tacón bajo (4 cm) no inciden tanto en la cinemática del tobillo durante la marcha, en contraste con los zapatos de tacón alto, y que la principal consecuencia cinemática del uso de tacones es la restricción del movimiento rotacional de las articulaciones del tobillo.

4. Resultados

A partir de la revisión de la literatura, se encontró como resultado principal que los factores que han influido sobre el diseño del zapato de tacón han sido básicamente dos: la estética que prima en el contexto histórico u origen del zapato de tacón, manifestándose en los requerimientos de personajes importantes en la fabricación de sus zapatos para sentirse majestuosos, bellos e importantes y la ergonomía, la cual surge básicamente del conocimiento reciente del efecto patológico de usar frecuentemente zapatos de tacón.

A partir de los estudios de biomecánica que se mencionaron en la sección 3, se han obtenido ciertos conceptos para el diseño de zapatos de tacón ergonómico: 1. Los tacones que tienen una altura cercana a la suela, en la parte frontal del zapato, no causan la desalineación del tobillo, porque no ocurre desbalance horizontal del pie. 2. Según el ancho del tacón, este puede ser delgado, medio o ancho, en los últimos se encuentran las plataformas y los tacones en cuña, por ende, son los más estables al tener mayor área de contacto con el suelo sobre el cual distribuyen la fuerza proveniente del peso corporal. A pesar de ello, no son tan flexibles y reducen la movilidad del pie (Hansen & Childress, 2004; Luximon, Cong, Luximon, & Zhang, 2015). 3. El zapato tipo *stiletto* tiene un tacón estrecho tipo aguja, de altura ~7 cm, se encuentra entre los tacones delgados. Por estas características no otorga un área de contacto considerable, no da estabilidad y por lo tanto es común que desalinee el tobillo, incrementándose la probabilidad de que el usuario sufra de un esguince. 4. Los tacones estilo Luis XV que son de forma rectangular y altura media dan buena estabilidad. 5. Las botas tienen como ventaja que la zona del tobillo puede estar cubierta, lo que le da mayor estabilidad a un zapato de tacón.

En los estudios relacionados con la biomecánica, al usar zapatos de tacón, los tres principales factores que se analizan son la altura del tacón, el ancho de este en la parte en contacto con el suelo, el tiempo y la frecuencia de uso. En general, tres alturas de tacón se consideran, en promedio son: tacón bajo de 2 cm, tacón medio de 5 cm y tacón alto de 9 cm, mientras que sus anchos son: estrecho de 1 cm² y ancho de 8 cm². La muestra está compuesta en general por mujeres jóvenes entre los 18 a los 30 años y en pocos estudios por mujeres mayores entre los 40 a los 60 años, la estatura de ellas está entre 160 a 168 cm y el peso entre 50 a 65 Kg. Sin embargo, se encontró que el tiempo y la frecuencia de uso del zapato de tacón por las usuarias de la muestra, así como el número de personas analizadas, es muy variable en cada trabajo publicado, como se indica en detalle en la Tabla 1. Las patologías que se analizan en estos estudios son principalmente las afecciones de la rodilla, del tobillo y cadera, luego la postura, el equilibrio, la retracción muscular y en menor proporción las callosidades y el dolor.

Tabla 1. Detalle de la muestra, la altura del tacón y el tiempo de uso de zapato de tacón, considerados en algunos de los estudios biomecánicos de esta revisión y las patologías analizadas en ellos.

Autor	Muestra (N° de personas)	Altura del tacón (cm)	Tiempo de uso del tacón	Patología
(Wang et al., 2016)	12	4 y 10	Al menos 6 horas por día en los últimos 3 años.	La articulación sub-talar tiene restricción del movimiento: todas las rotaciones con tacón alto son restringidas, mientras que con tacón bajo se restringen las rotaciones internas y externas.
(Borchgrevink et al., 2015)	107	5	95 mujeres usaron tacón alto por mínimo 5 años en el trabajo, mientras que 102 nunca usaron tacón.	Callosidades del pie. Rodillas en valgo. Dolor en los dedos del pie y en el metatarso.
(Luximon et al., 2015)	15	7.62	Uno a tres días por semana	Incremento en el torque de las articulaciones. Incremento en la actividad muscular. Cambios en los patrones de distribución de la presión, para tacones con ancho de 0.88 cm ² , pero no con anchos de 8.92 cm ² .
(Barkema et al., 2012)	15	1,5 y 9	Mínimo 2 días por semana, 5 horas por episodio, durante 7 años.	Abducción de la rodilla. Degeneración de las articulaciones de cadera y tobillo. Osteoartritis.
(Ho et al., 2012)	11	1.27, 6.35 y 9.53	Mínimo 5 episodios durante un mes.	Dolor patelofemoral.
(Bertoncello et al., 2009)	30	8	Mínimo 4 horas en el día, durante 2 semanas.	Pérdida del equilibrio, por el cambio de postura y desplazamiento del centro de gravedad. Retracción muscular.
(D. Iunes et al., 2008)	40	Tacón tipo aguja y plataforma	20 mujeres usan tacones con alta frecuencia y las otras 20 no.	Portrusión cervical. Afección en la articulación de la rodilla para las usuarias de tacón tipo aguja. Variación en el ángulo tibiotársico.
(Yung-Hui & Wei-Hsien, 2005)	10	1, 5 y 7	4 mujeres usaron tacones altos de 2 a 5 veces por semana, durante 1 año. 6 mujeres tienen experiencia limitada en el uso de tacones altos.	A mayor altura del zapato de tacón mayor presión en el antepié. Pie cavo para las mujeres con uso frecuente de zapato de tacón alto.

Fuente: elaboración propia a partir de los artículos referenciados en esta revisión.

5. Discusión

Los factores que han influido en el diseño del zapato de tacón han variado a lo largo de la historia. En la Edad Antigua y Media, el deseo de aparentar poderío, elegancia, opulencia y dominio, por los nobles, jerarcas o emperadores (Catalina de Médicis, Luis XV y Napoleón) era el factor principal al diseñar zapatos de tacón. Por ello, era de esperarse que el zapato de tacón no fuera sencillo y se caracterizara por el diseño de puntas alargadas o curvadas, fueran fabricados con telas costosas, hayan sido cautelosamente adornados con lentejuelas o bordados, y además tuvieran plataformas o tacones de alturas considerables. Fue un artículo usado casi exclusivamente por este tipo de personajes, porque además de que podían acceder a él, dado su alto costo, podrían usarlo sin entorpecer su jornada diaria, contrario a lo que ocurriría en una persona de la clase trabajadora. En estas épocas no era precisamente la ergonomía un concepto que se tuviese en cuenta, era más importante la estética sobre lo funcional y la apariencia sobre la comodidad. Los tiempos posteriores a la Revolución Industrial enmarcaron acciones de cambio. En la industria del calzado, con el avance tecnológico de las máquinas, se fortalece la producción en masa, es decir, el zapato no personalizado, y por ende la clase media o baja puede acceder a él.

Actualmente, los factores más influyentes son la comodidad y la salud, además de la estética, porque el zapato de tacón ya no es un artículo exclusivo de nobles, es incluso usado como parte de la indumentaria diaria de mujeres de diferentes profesiones, cuyo ritmo de vida es acelerado, sus jornadas laborales son arduas y además deben asistir a diferentes eventos sociales.

Como respuesta al desarrollo de zapatos más saludables, una interesante convergencia entre diferentes disciplinas de estudio está tomando cada día más fuerza para el diseño de zapatos de tacón. Estas disciplinas corresponden al área de la salud (medicina), la ingeniería (bioingeniería, ingeniería de materiales, ingeniería de sistemas, etc.), ciencias exactas (química, física, etc.) y artística (diseño de productos). No puede existir la una sin la otra, pues el aporte hacia un mismo objetivo permiten facilitar la integridad de un zapato de tacón actual, esto significa que sea estético, funcional, de buena calidad, cómodo y económicamente asequible.

De los estudios relacionados con biomecánica, se encontraron muy pocos sobre la repercusión del uso de zapatos de tacón en mujeres adultas, es decir, de más de 40 años. Esto podría ser un trabajo de interés científico a desarrollar, puesto que podría definir otro tipo de consideraciones de diseño específicas para mujeres mayores de 40 años.

Conclusiones

El diseño del zapato de tacón ha evolucionado según el concepto de la estética, claramente definida según un contexto histórico. Además de ello, las nuevas tecnologías aplicadas a estudios sobre biomecánica, medicina y ciencias de los materiales han permitido encontrar otros conceptos de diseño, que se fundamentan en el desarrollo de un producto ergonómico, que además marcan la tendencia por la búsqueda de productos más saludables entre fabricantes, diseñadores y usuarios.

El uso frecuente de zapatos de tacón y principalmente alto (más de 5 cm de altura) evidentemente genera respuestas fisiológicas negativas para la salud de las personas, cambios estructurales en los componentes óseos, variación en la posición del centro de gravedad, patrones asimétricos en la distribución del peso corporal y en las presiones plantares, desbalance biomecánico y postural. Aun así, la idea no es suprimir el uso del zapato de tacón, puesto que es y será un artículo preferido en la indumentaria, incluso casual, de las mujeres, sino encontrar diseños más ergonómicos que minimicen estos impactos mencionados o incluso los anulen.

Se vislumbra como importantes temas de estudio en Colombia, aquellos relacionados con la biomecánica, el ecodiseño y el diseño ergonómico aplicado al calzado, y en particular al calzado casual femenino, temas que han sido poco desarrollados en nuestro país y que representarían para la industria del calzado una herramienta importante para la creación de productos diferenciadores, y por lo tanto competitivos, en el mercado nacional o internacional.

Referencias

- ACICAM. (2015). ¿Cómo va el sector? Recuperado de <http://www.acicam.org/como-va-el-sector>
- Aguiar, A., & Freitas, T. (2004). Biomecânica da marcha e da postura com calçado de salto alto. *Fisioter Bras*, 5(3), 183–187.
- Albuquerque, F., & Silva, E. (2003). Saltos altos e artalgias nos membros inferiores e coluna lombar. *Fisioter Bras.*, 5(1), 18–21.
- APMA. (2014). Public Opinion Research on Foot Health and Care. Recuperado de <https://www.apma.org/files/APMA2014TodaysPodiatristSurveyAllFindings.pdf>
- Barkema, D. D., Derrick, T. R., & Martin, P. E. (2012). Heel height affects lower extremity frontal plane joint moments during walking. *Gait and Posture*, 35(3), 483–488.
- Benda, B., Riley, P., & Krebs, D. (1994). Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. *IEEE Trans Rehabil Eng*, 2(1), 3–10.
- Bendix, T., Sorenson, S., & Klausen, K. (1984). Lumbar curve, trunk muscles and line of gravity with different heel heights spine. *Spine*, 9(2), 223–227.
- Bertoncello, D., Cardoso de Sá, C. dos S., Calapodópulos, A. H., & Linhares Lemos, V. (2009). Equilibrium and muscle retraction in young female students users of high-heeled shoes. *Fisioterapia E Pesquisa*, 16(2), 107–112.

- Blanchette, M., Brault, J., & Powers, C. (2011). The influence of heel height on utilized coefficient of friction during walking. *Gait & Posture*, 34(1), 107–110.
- Borchgrevink, G. E., Viset, A. T., Wits, E., Schei, B., & Foss, O. A. (2015). Does the use of high-heeled shoes lead to fore-foot pathology? A controlled cohort study comprising 197 women. *Foot and Ankle Surgery*, 0–4.
- Bossan, M.-J. (2015). *The Art of the Shoe*. Parkstone International.
- Contri, D., Petrucelli, A., & Perea, D. (2009). Postural deviation incidence in students of the 2nd to 5th year of the elementary school. *ConScientiae Saúde*, 219–224.
- Cox, C. (2009). *Zapatos Vintage. Calzado del siglo XX: diseños y diseñadores*. Barcelona: Parramón.
- Cronin, N. (2014). The effects of high heeled shoes on female gait: a review. *J Electromyogr Kinesiol*, 24(2), 258–263.
- Cronin, N., Barrett, R., & Carty, C. (2012). Long-term use of high-heeled shoes alters the neuromechanics of human walking. *Journal of Applied Physiology*, 112(6), 1054–1058.
- Csapo, R., Maganaris, C., Seynnes, O., & Narici, M. (2010). On muscle, tendon and high heels. *The Journal of Experimental Biology*, 213(15), 2582–2588.
- Day, B. (2014). New Study Shows High Heels are Biggest Culprit of Female Foot Pain. Recuperado de <http://www.prnewswire.com/news-releases/new-study-shows-high-heels-are-biggest-culprit-of-female-foot-pain-259775731.html>
- De Lauter, B., Giaconi, R., Questad, K., Ko, M., & Lehmann, J. (1991). Footwear and posture: compensatory strategies for heel height. *Am J Phys Med Rehabil*, 70(5), 246–54.
- Ebbeling, C., Hamill, J., & Crussemeyer, J. (1994). Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther*, 19(4), 190–196.
- Esenyel, M., Walsh, K., Walden, J., & Gitter, A. (2003). Kinetics of high-heeled gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 93(1), 27–32.
- Foster, A., Blanchette, M., Chou, Y., & Powers, C. (2012). The influence of heel height on frontal plane ankle biomechanics: implications for lateral ankle sprains. *Foot & Ankle International*, 33(1), 64–69.
- Garrow, A. P., Silman, A. J., & Macfarlane, G. J. (2004). The cheshire foot pain and disability survey: A population survey assessing prevalence and associations. *Pain*, 110(1–2), 378–384.
- Gefen, A., Megido-Ravid, M., Itzchak, Y., & Arcan, M. (2002). Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait & Posture*, 15(1), 56–63.
- Hansen, A., & Childress, D. (2004). Effects of shoe heel height on biologic rollover characteristics during walking. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41, 547–554.
- Ho, K. Y., Blanchette, M. G., & Powers, C. M. (2012). The influence of heel height on patellofemoral joint kinetics during walking. *Gait and Posture*, 36(2), 271–275.
- Hsue, B., & Su, F. (2009). Kinematics and kinetics of the lower extremities of young and elder women during stairs ascent while wearing low and high-heeled shoes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(6), 1071–1078.
- lunes, D. H., Castro, F. a, Salgado, H. S., Moura, I. C., Oliveira, a S., & Bevilaqua-Grossi, D. (2005). Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev. Bras. Fisioter*, 9(3), 327–334.

- lunes, D., Monte-Raso, W., Santos, C., Castro, F., & Salgado, H. (2008). Postural influence of high heels among adult women: analysis by computerized photogrammetry. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(6), 454–459.
- Ko, D., & Lee, H. (2013). The changes of COP and foot pressure after one hour's walking wearing high-heeled and flat shoes. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(10), 1309–1312.
- Lee, C., Jeong, E., & Freivalds, A. (2001). Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *Int J Ind Ergon*, 28, 321–326.
- Linder, M., & Saltzman, C. (1998). A history of medical scientists on high heels. *International Journal of Health Services*, 28(2), 201–225.
- Luximon, Y., Cong, Y., Luximon, A., & Zhang, M. (2015). Effects of heel base size, walking speed, and slope angle on center of pressure trajectory and plantar pressure when wearing high-heeled shoes. *Human Movement Science*, 41, 307–319.
- McBride, I., Wyss, U., Cooke, T., Murphy, L., Phillips, J., & Olney, S. (1991). First metatarsophalangeal joint reaction forces during high-heel gait. *Foot & Ankle International*, 11(5), 282–288.
- Mika, A., Oleksy, L., Mika, P., Marchewka, A., & Clark, B. (2012). The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-aged women. *Gait & Posture*, 35(4), 677–680.
- Miranda Encarnación, J. (1993). De la tradición artesana a la especialización industrial. El calzado valenciano, 1850-1930. *Revista de Historia Industrial*, 11–36.
- Miranda Encarnación, J. (2001). En busca del tiempo perdido: la conquista del mercado exterior y el desarrollo de la industria del calzado en España en la segunda mitad del siglo XX. *Revista de Historia Industrial*, 165–203.
- Murray, H., Young, M., Hollis, S., & Boulton, A. (1996). The association between callus formation, high pressures and neuropathy in diabetic foot ulceration. *Diabet Med*, 13(11), 979–982.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (2003). *Biomecânica básica do sistema músculo esquelético* (3ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara koogan. Recuperado de <https://issuu.com/guanabarakoogan/docs/nordinamostrasr>
- O'Keeffe, L. (2005). *Zapatos*. Barcelona: Köneman.
- Opila, K., Wagner, S., Schiowitz, S., & Chen, J. (1988). Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. *Spine*, 13(5), 542–547.
- Pattison, A., & Cawthorne, N. (1998). *Un siglo de calzado. Iconos de los estilos en el siglo XX*. Vizcaya: Status Ediciones, S.L.
- Penha, P., João, S., Casarotto, R., Amino, C., & Pentead, D. (2005). Postural assessment of girls between 7 and 10 years of age. *Clinics*, 60, 9–16.
- Pezzan, P., João, S., Ribeiro, A., & Manfio, E. (2011). Postural assessment of lumbar lordosis and pelvic alignment angles in adolescent users and nonusers of high-heeled shoes. *J Manipulative Physiol Ther*, 34, 614–621.
- Pezzan, P., Sacco, I., & João, S. (2009). Foot posture and classification of the plantar arch among adolescent wearers and non-wearers of high-heeled shoes. *Rev Bras Fisioter*, 13, 398–404.
- Probert, C. (1981). *Shoes in vogue*. Nueva York: Abbeville.

- Salminen, J. (1984). The adolescent back. A field survey of 370 Finnish schoolchildren. *Acta Paediatr Scand Suppl*, 315, 1–22.
- Santos, C., Noronha, D., Gomes, C., Fernandes, P., & Filho, J. (2008). Biomechanical repercussions of the use of high heels in the kinematics of the march: a retrospective study from 1990 to 2007. *Rev Educ Fis*, 47–53.
- Silva, A. M., de Siqueira, G. R., & da Silva, G. A. P. (2013). Implications of high-heeled shoes on body posture of adolescents. *Revista Paulista de Pediatria : Órgão Oficial Da Sociedade de Pediatria de São Paulo*, 31(2), 265–71.
- Stamm, B. von. (2008). *Managing Innovation, Design and Creativity*. John Wiley & Sons.
- T, K., Techakampuch, S., & Bed, N. (2004). A study of footprints in athletes and non-athletic people. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 87(7), 788–793.
- Updike, R. (2013). *Shoe Obsession. A Potent Cultural and Commercial Phenomenon*. San Narcos: Ornament Inc.
- Viladot Voegeli, A. (2003). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Revista Española de Reumatología*, 30(9), 469–477.
- Wang, C., Geng, X., Wang, S., Ma, X., Wang, X., Huang, J., ... Wang, K. (2016). The impact of high-heeled shoes on ankle complex during walking in young women-In vivo kinematic study based on 3D to 2D registration technique. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 28, 7–16.
- Wearing, S., Hennig, E., Byrne, N., Steele, J., & Hills, A. (2006). The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obes Rev*, 7, 209–218.
- Yu, J., Cheung, J., Fan, Y., Zhang, Y., Leung, A., & Zhang, M. (2008). Development of a finite element model of female foot for high-heeled shoe design. *Clinical Biomechanics*, 23, S31–S38.
- Yung-Hui, L., & Wei-Hsien, H. (2005). Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. *Applied Ergonomics*, 36(3), 355–362.