

# EL RESURGIMIENTO DE LA ZAPATILLA DE RUNNING MINIMALISTA



AUTOR

DAVIS IRENE S. PT, PhD<sup>1</sup>

## SINOPSIS

La zapatilla para correr ha pasado por cambios significativos desde su inicio. El propósito de este documento es revisar estos cambios, la mayoría de los cuales se han producido en los últimos 50 años. El calzado para correr comenzó como algo mínimo, luego evolucionó para ser altamente amortiguado y de soporte. Sin embargo, en los últimos 5 años, ha habido una inversión de esta tendencia, ya que los corredores buscan más calzados minimalistas que les permitan a sus pies un movimiento más natural. Este abrupto cambio hacia el calzado sin amortiguación ni soporte ha dado lugar a informes de lesiones asociadas con el calzado minimalista. En respuesta a esto, la industria del calzado para correr se desplazó nuevamente hacia el desarrollo de calzados ligeros, parcialmente minimalistas que ofrecen algo de soporte y amortiguación. En este documento, se revisan los estudios que comparan la mecánica entre correr con un calzado minimalista, uno parcialmente minimalista y uno tradicional. Se examinan las implicancias para las lesiones en las 3 condiciones. Se discute el uso de calzado minimalista en otras poblaciones además de los corredores. Finalmente, se sugieren áreas para futuras investigaciones en calzado minimalista.

Las zapatillas minimalistas se definen como aquellas que tienen menos amortiguación y estabilidad que las zapatillas para correr tradicionales. Si bien el calzado minimalista a menudo se considera una nueva tendencia en el calzado para correr, en realidad ha existido durante mucho tiempo. Solo en los últimos 50 años, el calzado ha evolucionado progresivamente y se ha convertido en el calzado moderno de control de movimiento con tacón acolchado elevado. Si bien estos cambios se pretendían ayudar a reducir las lesiones en la carrera, estas lesiones han persistido a un ritmo elevado. Se ha sugerido que este calzado moderno ha cambiado significativamente la forma en que corremos y puede contribuir, en parte, a la alta tasa de lesiones en las carreras. Este comentario clínico describe los diversos aspectos del calzado minimalista, incluida la historia del calzado para correr que lo lleva a su reaparición y en qué se diferencia del calzado para correr tradicional en relación con la biomecánica y potenciales lesiones. Si bien este comentario clínico no pretende ser una revisión exhaustiva de la mecánica del calzado, revisará los estudios biomecánicos que han comparado los calzados minimalistas con los pies descalzos y los calzados con tacón acolchado elevado. Además, tratará el aumento progresivo de las lesiones en la carrera desde la década de 1970, así como también revisará las lesiones asociadas con los diferentes tipos de calzados minimalistas. Se subrayará la importancia de una correcta transición a un calzado minimalista, y se presentarán los estudios relacionados con la transición a un calzado minimalista. Finalmente, se discutirá la aplicación

<sup>1</sup> Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Harvard Medical School, Boston, MA.

<sup>2</sup> Spaulding National Running Center, Cambridge, MA. The author certifies that she has no affiliations with or financial involvement in any organization or entity with a direct financial interest in the subject matter or materials discussed in the article. Address correspondence to Dr Irene S. Davis, Spaulding National Running Center, 1575 Cambridge Street, Cambridge, MA 02138.

E-mail: [isdavis@partners.org](mailto:isdavis@partners.org)

Copyright ©2014

*Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*®

“

*Las zapatillas minimalistas se definen como aquellas que tienen menos amortiguación y estabilidad que las zapatillas para correr tradicionales.* ”



FIGURA 1. Primer calzado documentado, hecho de corteza de artemisa, encontrado en las cuevas de Fort Rock en Oregon. Estos zapatos datan de hace 10 000 años. Copyright Universidad de Oregon Museo de Historia Natural y Cultural, fotografía de Jack Liu.

de calzado minimalista más allá de la carrera, y se sugerirán áreas de investigación futura.

#### PALABRAS CLAVES

Biomecánica; Calzado; Lesiones de la carrera; Transición.

#### UNA BREVE HISTORIA DEL CALZADO

Los seres humanos han estado corriendo esencialmente descalzos durante la mayor parte de su historia evolutiva. Al *Homo erectus*, que surgió hace casi 2 millones de años, se le atribuye ser el primer corredor de resistencia.<sup>4</sup> El *Homo erectus* puede haber cubierto sus pies inicialmente para protegerse, utilizando materiales que se encuentran en el medio ambiente. Los zapatos más antiguos recuperados se encontraron bajo capas de ceniza volcánica en Fort Rock, OR, y radiocarbono con una antigüedad de 10 000 años.<sup>6</sup> Estas sandalias fueron hechas de corteza de artemisa tejida en una superficie plana, y tenían ataduras de cuerda para asegurarlas a la planta del pie. El pie (Figura 1). Está claro que el propósito de este calzado era simplemente proteger la superficie plantar del pie de los elementos.

El calzado ha sufrido muchos cambios en los últimos 10 000 años. Sin embargo, los calzados deportivos surgieron a principios del siglo XIX, y su evolución se describió en *The Sneaker Book* por Vanderbilt.<sup>35</sup> En 1832, se agregaron suelas de goma a la parte inferior de los zapatos de cuero para una mayor durabilidad. La siguiente evolución en el calzado deportivo fue el desarrollo del caucho vulcanizado, perfeccionado en 1868, que permitió la formación de una suela flexible con una banda de rodadura. Esta suela se adjuntó a un lienzo superior y Keds (mezcla de "niños" y "peds") se introdujo en 1916 por el fabricante Goodyear (Figura 2A). Fueron anunciados como "Sneakers" (Sigilosas), ya que eran silenciosas y permitían acercarse sigilosamente a alguien. En 1895, J.W. Foster and Sons (ahora Reebok) agregó picos debajo del antepié del calzado deportivo y desarrolló los primeros zapatos para correr (Figura 2B). El padre de las zapatillas para correr modernas es Adolf Dassler, quien en 1926 presentó la primera zapatilla para correr personalizada. Este zapato tenía



FIGURA 2. Primeros calzados deportivos. (A) Zapatillas Keds que fueron hechas de caucho vulcanizado y una parte superior de lona (cortesía de Keds). (B) Primeras zapatillas para correr desarrolladas por J.W. Foster and Sons (ahora Reebok) en 1895 (cortesía de Reebok). Adi Dassler (ahora adidas) más tarde personalizó los picos de acuerdo con las distancias que se correrán en ellos.



FIGURA 3. Primeras zapatillas de carrera acolchadas. (A) Onitsuka Tiger (cortesía de Asics). (B) Nike Cortez.

patrones de picos y longitudes personalizados, dependiendo de si se iba a utilizar para carreras de velocidad o de carrera. Los zapatos de Dassler fueron usados por corredores como Jesse Owens en 1936, y su éxito más tarde condujo a la formación de Adidas.

En 1964, el Sr. Onitsuka de Japón produjo el primer par de zapatillas para correr con almohadilla, el Onitsuka Tiger (Figura 3A), que finalmente llevó a la creación de ASICS (Kobe, Japón).<sup>35</sup> Estas zapatillas también fueron comercializados en los Estados Unidos por Bill Bowerman, un entrenador de atletismo de la Universidad de Oregon, y Phil Knight, uno de sus discípulos. Sin embargo, Bowerman y Knight pronto decidieron formar su propia compañía, que finalmente se convirtió en Nike. En 1972, desarrollaron su propia versión del Tigre que llamaron Nike Cortez (Nike, Inc, Beaverton, OR) (Figura 3B), que fue un éxito instantáneo.

Si avanzamos 40 años, descubrimos que han surgido numerosas compañías de calzado deportivo, entre ellas Brooks, New Balance, Reebok y Saucony, por nombrar algunas.<sup>35</sup> A lo largo de estos años, las zapatillas se han vuelto cada vez más cómodos y resistentes. Jeff Johnson, quien trabajó para Nike entre 1965 y 1983 y creó el nombre de Nike, pudo arrojar algo de luz sobre por qué ocurrió esta progresión (comunicación personal, 12 de marzo de 2014). Jeff comenzó a correr a los 9 años en un par de zapatillas y continuó corriendo en la escuela secundaria. Recuerda correr en zapatillas delgadas con suela de goma sólida con parte superior de lona, recordando que su entrenamiento fue de una mayor intensidad y un kilometraje mucho menor que lo que es típico en la actualidad. Él y sus compañeros de equipo desarrollaron lo que él nos refirió a nosotros como "piernas de hierro" al correr sobre superficies duras con estas zapatillas flexibles de suela delgada. Lo que hemos aprendido desde entonces es que tenemos una capacidad increíble para modular la rigidez de nuestro resorte de piernas de acuerdo con las superficies con las que tenemos contacto.<sup>2,8,9</sup> Al entrenar en superficies duras, la pierna se adapta al aumentar su compliance. Lo que requiere mayores demandas del sistema muscular. Esto puede ser a lo que Jeff se refiere como piernas de hierro. Un punto que Jeff tenía muy claro era que las lesiones por correr eran poco frecuentes en ese momento.

#### Lesiones al correr: el impulso para el nuevo diseño de calzado

No hubo informes sobre la incidencia de lesiones en la literatura en la década de 1960, lo que, de hecho, puede ser un indicio de una baja inci-

“

*Lo que hemos aprendido desde entonces es que tenemos una capacidad increíble para modular la rigidez de nuestro resorte de piernas de acuerdo con las superficies con las que tenemos contacto.*”

”

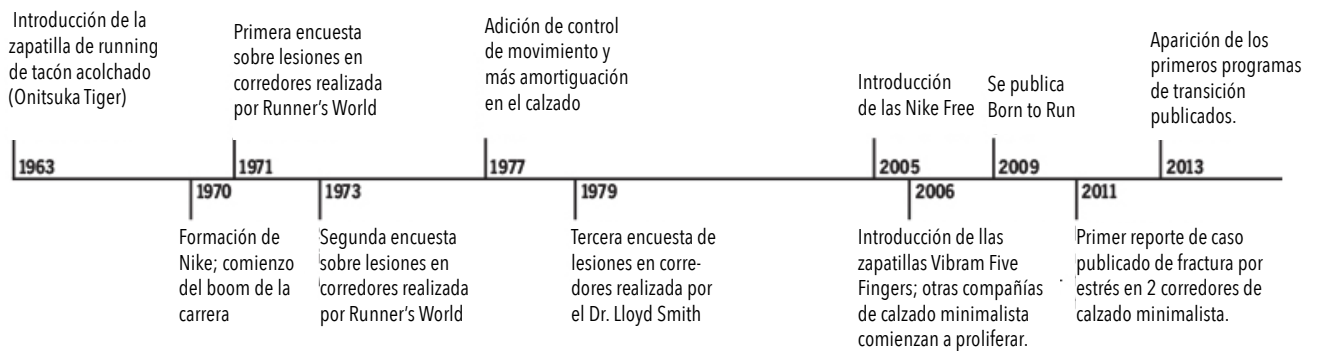


FIGURA 4. Línea de tiempo de cincuenta años desde el comienzo del calzado de talón acolchado hasta el desarrollo de programas de transición para minimizar las lesiones durante la transición al calzado mínimo.

dencia de lesiones al correr en ese momento. Sin embargo, los informes de lesiones por correr comenzaron a surgir en la década de 1970, cuando comenzó la explosión (Figura 4). De hecho, una revista de reciente creación, titulada Runner's World, realizó la primera encuesta de lesiones por carrera en 1971 (800 corredores) y la repitió nuevamente en 1973 (1680 corredores).<sup>6</sup> A esto le siguió un estudio no publicado realizado por Lloyd Smith y colegas en 1979 (974 corredores) de lesiones en la Runner's clinic en el hospital de St Elizabeth en Massachusetts.<sup>6</sup> Estos informes demostraron un porcentaje creciente de corredores que sufrieron lesiones. Como es verdad hoy, las lesiones de rodilla fueron las lesiones más comunes reportadas en estos informes. Sin embargo, el porcentaje de lesiones de rodilla en todos los corredores aumentó de 17.9% en 1971 a 22.5% en 1973. Las lesiones de rodilla como porcentaje de todas las lesiones también aumentaron de 30.5% reportadas en 1979<sup>6</sup> a 42% en 2002.<sup>33</sup> en uno de los informes más recientes. Jeff Johnson contó que los primeros informes de lesiones en el estudio Runner's World llevaron a Nike a colaborar con 3 podólogos profesionales pioneros, el Dr. Steven Subotnick, el Dr. Harry Hlavick y el Dr. Dennis Vixie, quienes, al ver estas lesiones, podrían aportar alguna información al diseño del calzado. (Comunicación personal, 12 de marzo de 2014). Aunque no hubo datos empíricos, estos 3 médicos destacados sintieron que las lesiones que estaban viendo estaban relacionadas con el impacto excesivo y el movimiento excesivo del pie, en particular, la pronación del pie. Jeff informa que este fue el claro catalizador para la adición de amortiguación y control de movimiento en la zapatilla para correr. Esta tendencia creciente ha continuado durante más de 4 décadas.

Con el tiempo, los calzados para correr también se diferenciaron en 3 clasificaciones: amortiguación, estabilidad y control de movimiento (Jeff Johnson, comunicación personal, 12 de marzo de 2014). Los calzados acolchados fueron desarrollados para corredores con pies rígidos y arqueados que tendían a supinar excesivamente o exhibir una pronación reducida. Estos calzados eran relativamente flexibles, con entresuelas de durómetro inferior, una medida de dureza. Las zapatillas de estabilidad fueron diseñados con cierta amortiguación y cierto control, y fueron dise-

ñados para corredores con pie neutro y mecánica normal. Las zapatillas de control de movimiento fueron diseñadas para corredores con pies planos y fueron diseñadas para controlar la pronación de la parte posterior y media del pie. Se construyeron con entresuelas de mayor densidad y refuerzo adicional de la talonera. A lo largo de estos años, ha habido innumerables desarrollos de calzado para correr, como suelas de aire, resortes de torsión, cuñas cinéticas, etc. Incluso se ha promocionado un calzado que altera su rigidez en el ciclo menstrual de una mujer. A pesar de todos estos avances tecnológicos en el calzado para correr, se ha informado que hasta un 79% de los corredores modernos se lesionan en un año dado.<sup>36</sup> El propósito de combinar el calzado con el tipo de pie era ayudar a reducir las lesiones. La validez de estas afirmaciones fue probada por Knapik et al.<sup>13-16</sup> en 3 grandes ensayos controlados aleatorios realizados en diferentes ramas del ejército. En los 3 estudios, estos autores informaron que la combinación de calzado con el tipo de pie no tuvo influencia en las lesiones. Por lo tanto, cabe preguntarse si alguno de los desarrollos tecnológicos en el calzado para correr diseñado para el control del movimiento y la amortiguación ha sido útil para reducir las lesiones.



FIGURA 5. (A) Nike Free, el primer calzado minimalista moderno. (B) Las ranuras flexibles en la suela permiten una flexibilidad máxima ([www.nikeinc.com](http://www.nikeinc.com)).

### El renacimiento de las zapatillas minimalistas: las Nike Free

En medio de la creciente tecnología, Nike presentó el primer calzado moderno y minimalista en 2004. El calzado se desarrolló en respuesta a los comentarios de los representantes de Nike, quienes en 2001 observaron al equipo de atletismo de la Universidad de Stanford patrocinado por Nike haciendo algo de su entrenamiento descalzo. De hecho, el legendario entrenador Vin Lananna fue citado diciendo: "Creo que los atletas que han estado entrenando descalzos corren más rápido y tienen menos lesiones".<sup>21</sup> El objetivo de Nike Free era imitar a los pies descalzos corriendo lo más cerca posible. Jeff Pisciotta y un equipo del Nike Sports Research Lab se embarcaron en 3 años de investigación para comprender mejor la mecánica de correr descalzo (Jeff Pisciotta, comunicación personal, 3 de marzo de 2014). Este equipo observó que los corredores descalzos tendían a aterrizar con una orientación de pie más plana y una distribución de presión diferente bajo sus pies, y mostraron





FIGURA 6. Algunos de los primeros calzados modernos, verdaderamente minimalistas, sin amortiguación y sin control de movimiento. (A) Sandalias Huarache de los indios Tarahumaras en el Cañón del Cobre de México, confeccionadas con neumáticos desechados y cordones de cuero para atarlos al pie. (B) Zapatillas Vibram FiveFingers (cortesía de Vibram). (C) Sandalias LUNA (Seattle, WA). Cortesía de Ted McDonald.

una mayor dorsiflexión de hallux al empujar. Por eso buscaron diseñar un calzado que imitara estas características. Las zapatillas de running Nike Free representaron un cambio revolucionario y una gran diferencia con el calzado para correr tradicional. Fue construido con una parte superior extremadamente flexible, que incluye una talonera totalmente flexible. Además, no había soporte de arco. El grosor de la media suela y la caída del talón a la punta se redujeron. Finalmente, la suela de la zapatilla tenía tantos surcos de flexión profundos que permitieron que la zapatilla se enrollara formando una bola (Figuras 5A y 5B). La zapatilla fue diseñada en un sistema de numeración, siendo 0 la Nike Air Max 2000. La primera zapatilla que produjeron fue la Nike Free 5.0, que estaba a medio camino entre estas condiciones. Pisciotta y sus colegas se dieron cuenta de que este calzado supondría una mayor demanda para el pie y la parte inferior de la pierna. Por lo tanto, cada caja de zapatillas venía con instrucciones para delinear una transición progresiva para minimizar el riesgo de lesiones. El calzado se lanzó inicialmente solo para las tiendas Nike Town y las tiendas especializadas, y solo después de que el personal asistió a los seminarios educativos en la sede de Nike. El calzado recibió mucha publicidad inicialmente, pero silenciosamente cayó en el fondo de la extensa línea de zapatillas para correr de Nike. Con el tiempo, se hizo más disponible y se agregaron al inventario una versión 3.0 (menos soporte) y una versión 7.0 (más soporte).

### El impacto de *Born to Run*<sup>21</sup>

Mientras Nike Frees se estaba desvaneciendo de la atención, comenzó una nueva revolución en la carrera. El catalizador de este movimiento fue el lanzamiento en 2009 de la exitosa historia épica de Nonfiction *Born to Run*.<sup>21</sup> El autor Chris McDougall presentó al mundo a los indios Tarahumara (que significa "gente corriendo") que viven en el Cañón del Cobre de México. Señaló que este grupo solitario de ultrarunners no parecía estar plagado de las lesiones de la mayoría de los corredores de hoy en día. Lo más sorprendente es que pudieron correr un alto kilometraje durante la mayor parte de su vida y sin la ayuda de la moderna tecnología de zapatillas para correr. Sus zapatillas de correr eran sandalias de huarache, que consistían en una suela de goma hecha de neumáticos de auto desechados, sujetos con cordones de cuero (Figura 6A). Son similares en

diseño a los primeros zapatos de corteza de artemisa que datan de hace 10 000 años, cuyo propósito era simplemente proteger la planta del pie de los elementos ambientales.

Antes de la explosión de *Born to Run*<sup>21</sup>, el corredor descalzo Ted McDonald, también conocido como Barefoot Ted, residía en Burbank, CA e hizo gran parte de su entrenamiento en las empinadas, rocosas y calurosas colinas de Los Ángeles (Ted McDonald, comunicación personal, 3 de febrero 2014). Como resultado, había estado experimentando con todo tipo de calzado minimalista para proteger sus pies. Estas incluían sandalias de cuerda, yuca y arroz-paja. Desafortunadamente, ninguno de estos fue lo suficientemente duradero para su carrera. Sin embargo, en 2005, Vibram presentó los zapatos FiveFingers (Vibram SpA, Albizzate, Italia) (Figura 6B). Fueron inventados por Robert Fliri, un estudiante de diseño de Vinschgau, que quería "descubrir una manera de moverse en la naturaleza mejor". Originalmente se comercializaban para los corredores de yatch para mantener el agarre en las cubiertas resbaladizas mientras se mantiene la sensación de estar descalzos. Ted se contactó con el CEO de Vibram para sugerir que este calzado podría ser la zapatilla minimalista ideal para correr. El resto, como ellos dicen, es historia.

En 2006, Ted se dirigió al Cañón del Cobre de México en su Vibram FiveFingers para continuar su estudio de la "selección natural de calzado en las sociedades humanas". Mientras estaba allí, un indio local de Tarahumara, Manuel Luna, le formó un par de Sandalias de huarache con neumáticos desechados y flejes de cuero. Poco sabía Manuel que este sería el impulso para el lanzamiento de la compañía de Ted, LUNA, y una línea de sandalias huarache de calidad superior (Figura 6C).

### La explosión del calzado minimalista

Aunque no hubo evidencia empírica, muchos de los que leyeron *Born to Run*<sup>21</sup> estaban convencidos de que correr descalzo o con un calzado minimalista sería la respuesta a sus lesiones al correr. La investigación reveló que la mayoría de los corredores tradicionalmente calzados aterrizan sobre sus talones debido a la amortiguación adicional que ofrecen los calzados acolchados.<sup>17,18</sup> Cada vez hay más estudios que sugieren que las cargas repetitivas de impacto vertical asociadas con un aterrizaje con contacto inicial del talón pueden ser perjudiciales para el sistema musculoesquelético.<sup>7,23,26,40</sup> Habitualmente correr descalzo, o con calzados que no tienen amortiguación en el talón, promovió más un patrón de contacto inicial en el antepié, que típicamente eliminó el impacto vertical transitorio.<sup>16</sup> Parecía que estaba ocurriendo un cambio de paradigma en el calzado y en el apoyo inicial para correr. Esto llevó a la aparición de una serie de nuevas empresas de zapatillas que se centran en el calzado para correr minimalista, como Inov-8, VIVO-BAREFOOT (Figuras 7A y 7B) y Altra. También hay una nueva línea de sandalias huarache llamada Invisible Shoe, que consiste en una cama plana y correas para sujetarla al pie. Además, algunas de las compañías tradicionales comenzaron a desarrollar sus propias líneas de calzados minimalistas, como los New Balance Minimus y los guantes para pies Merrell (Merrell Footwear, Rockford, MI) (Figura 7C).

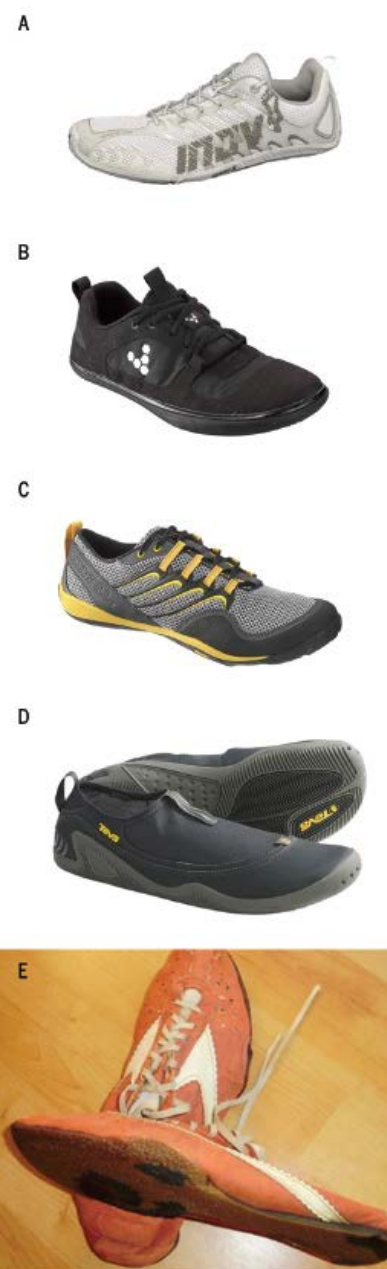


FIGURA 7. La próxima ola de zapatillas para correr minimalistas. (A) Inov-8 (Inoveight Ltd, Crook, Reino Unido) Bare 200x (con permiso de Inoveight Ltd); (B) VIVOBAREFOOT (Londres, Reino Unido) Aqua Lites (<http://www.vivobarefoot.com>); (C) guantes de pie Merrell (cortesía de Merrell); (D) Teva Nilch (zapatillas de agua que se pueden usar para correr) (con permiso de Teva). (E) Calzado usado por Ron Hill, quien ganó el maratón de Boston en 1970 (cortesía de Amby Burfoot). Tenga en cuenta que estas zapatillas son más minimalistas que muchas de las zapatillas minimalistas de hoy.

“  
 La mayoría de los corredores descalzos / minimalistas habituales no aterrizan sobre sus talones, muy probablemente porque le duele hacerlo si se mantiene durante un período prolongado. Esto generalmente resulta en menores fuerzas de impacto vertical y menores tasas de carga que al aterrizar en los calzados tradicionales, que se asocian con un apoyo inicial con el talón en hasta el 89% de los corredores.”

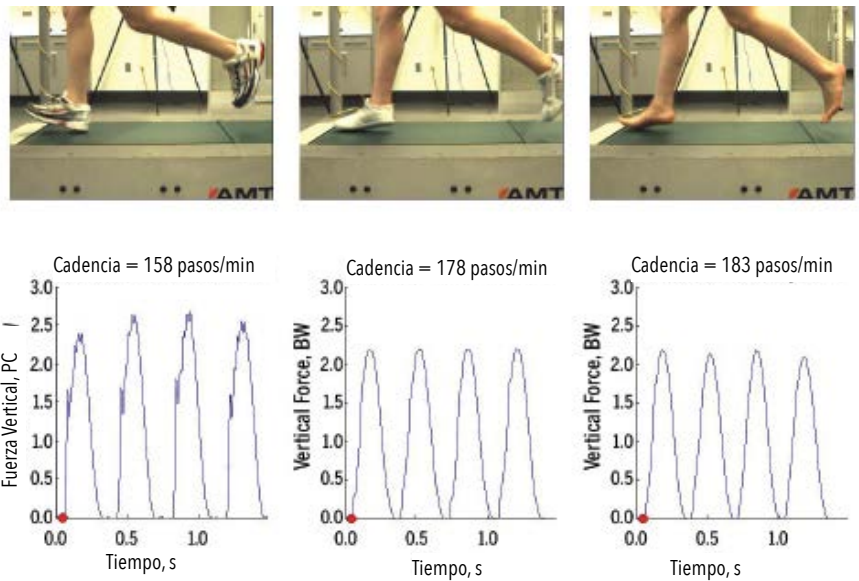


FIGURA 8. La fuerza de reacción vertical del suelo durante la carrera en zapatillas tradicionales (izquierda), zapatillas minimalistas (centro) y descalzo (derecha). Tenga en cuenta la similitud entre las condiciones de calzado minimalista y descalzo y su diferencia (pico de impacto adicional) de la condición de calzado tradicional. Abreviatura: BW, peso corporal.

Los corredores también han comenzado a correr con calzados de agua de bajo costo, como Teva Nilch (Deckers Outdoor Corporation, Goleta, CA) (Figura 7D). Las características comunes de todos estos calzados no son caídas entre el talón y la parte delantera del pie, ni el apoyo para el arco, la entresuela, y tampoco la talonera o una talonera flexible. Básicamente, el zapato proporciona protección para la planta del pie y un medio para sujetarlo al pie. Si bien muchos consideran que el calzado minimalista es una nueva tendencia, los zapatos de Ron Hill, quien ganó el maratón de Boston en 1970 (Figura 7E), cuentan una historia diferente. Los zapatos de Hill fueron hechos a medida por Reebok y se llamaron el zapato World 10 porque Ron había roto dos récords mundiales de 10 millas. Estos zapatos son más minimalistas que la mayoría de las zapatillas más minimalistas de la actualidad, lo que sugiere que podemos estar volviendo a una vieja tendencia. De hecho, cuando las zapatillas minimalistas reaparecieron recientemente, la respuesta de Ron fue: "¡Hola, ya hemos estado aquí antes ... hace años!" (Comunicación personal, 24 de julio de 2014).

### BIOMECÁNICA ASOCIADA AL CALZADO MINIMALISTA

El calzado minimalista ha sido diseñado para imitar a los pies descalzos lo más cerca posible. La mayoría de los estudios que han incorporado verdaderos calzados minimalistas han encontrado que esto es cierto. Por ejemplo, Squadrone y Gallozzi<sup>32</sup> compararon la biomecánica entre los pies descalzos, el calzado minimalista (Vibram Classic FiveFingers) y las condiciones tradicionales de calzados neutros. Todos los participantes fueron experimentados corredores descalzos. Estos autores informaron que la condición de calzado minimalista era similar a la de los pies descalzos, los



picos de impacto vertical, el plano del pie sagital y el ángulo de la rodilla en el touch-down, así como las excursiones del pie y la rodilla durante la fase de apoyo. El consumo de oxígeno también fue similar entre estas condiciones. La única diferencia observada fue que la longitud del paso era más larga cuando se corría con el calzado minimalista en comparación con los pies descalzos. Sin embargo, en el calzado tradicional, el strike index indicó un patrón de apoyo más posterior, el pico de impacto vertical fue significativamente mayor, y el pie estaba en mayor dorsiflexión y la rodilla con menos flexión en el contacto inicial del pie en comparación con las condiciones de pies descalzos y con calzado minimalista. El consumo de oxígeno también fue significativamente mayor en el calzado tradicional. Estos resultados sugieren que el calzado minimalista utilizado en este estudio imitó de cerca la mecánica de correr descalzo y fue claramente diferente del calzado tradicional, más acolchado.

Es importante diferenciar los estudios con usuarios habituales de calzado descalzo o con calzado minimalista en comparación con los principiantes. La mayoría de los corredores descalzos / minimalistas habituales no aterrizan sobre sus talones,<sup>15,16</sup> muy probablemente porque le duele hacerlo si se mantiene durante un período prolongado. Esto generalmente resulta en menores fuerzas de impacto vertical y menores tasas de carga que al aterrizar en los calzados tradicionales, que se asocian con un apoyo inicial con el talón en hasta el 89% de los corredores (Figura 8).<sup>17,18</sup> Sin embargo, en un estudio de corredores novatos descalzos / calzado minimalista, los picos de impacto vertical y las tasas de carga fueron significativamente mayores en las condiciones de pie descalzo y de calzado minimalista en comparación con los calzados tradicionales.<sup>25</sup> Estos corredores novatos probablemente no alteraron su mecánica de manera significativa durante la única sesión de prueba. Lo que aún se desconoce es el tiempo que tarda una persona en adaptarse a la condición de calzado minimalista, lo que resulta en un cambio de mecánica.

Se ha demostrado que los corredores habitualmente calzados que apoyan inicialmente la parte trasera del pie y que se someten a un programa progresivo de 12 semanas de carrera con calzado minimalista (Vibram FiveFingers) hacen la transición a un patrón similar al correr descalzo.<sup>20</sup> Esto incluye un tobillo con flexión plantar en el apoyo inicial del pie, contacto menor con el suelo y reducción en la excursión de rodilla hacia la flexión. Un estudio relacionado demostró una reducción significativa en la presión del talón después de un programa de entrenamiento de 4 semanas en Vibram FiveFingers.<sup>38</sup> Ambos programas también incorporaron un programa de fortalecimiento de pies y tobillos. Estos estudios indican que, con el tiempo, los individuos adoptan un patrón de apoyo inicial más anterior. Se necesitan más estudios para determinar el tiempo exacto de esta transición y la permanencia de estos cambios.

#### **PRECAUCIÓN: LESIONES ASOCIADAS CON EL CALZADO MINIMALISTA**

Junto con el nuevo movimiento en calzados minimalistas han llegado los informes de lesiones. El primer informe en la literatura fue de Giuliani et al,<sup>11</sup> que describió a 2 corredores con fracturas por estrés del segundo

“  
Lo que aún se desconoce es el tiempo que tarda una persona en adaptarse a la condición de calzado minimalista, lo que resulta en un cambio de mecánica.”

“  
 Se ha demostrado  
 que los corredores  
 habitualmente calzados  
 que apoyan inicialmente  
 la parte trasera del  
 pie y que se someten  
 a un programa  
 progresivo de 12  
 semanas de carrera  
 con calzado minimalista  
 (Vibram FiveFingers)  
 hacen la transición a  
 un patrón similar al  
 correr descalzo.”

FIGURA 9. Programa de carga gradual para la transición de caminar 30 minutos en un calzado minimalista a correr el kilometraje normal. Reproducido con permiso de Warden et al.<sup>37</sup> Copyright © 2009 Elsevier.

Programa de carga gradual		
Etapa 0	Pre-ingreso al programa de carga graduada Dolor al caminar en actividades normales de la vida diaria	
Etapa 1	Etapa de caminata y trote (2 días de carga, 1 día de descanso)	
Nivel	A	Caminar 30 min
	B	Camina 9 min y trote 1 min (x 3)
	C	Descansa
	D	Camina 8 min y trote 2 min (x 3)
	E	Camina 8 min y trote 3 min (x 3)
	F	Descansa
	G	Camina 6 min y trote 4 min (x 3)
	H	Camina 5 min y trote 5 min (x 3)
	I	Descansa
	J	Camina 4 min y trote 6 min (x 3)
	K	Camina 3 min y trote 7 min (x 3)
	L	Descansa
	M	Camina 2 min y trote 8 min (x 3)
	N	Camina 1 min y trote 9 min (x 3)
	O	Descansa
Etapa 2	Trotar cada dos días	
Nivel	A	Trota 12 min
	B	Descansa
	C	Trota 15 min
	D	Descansa
	E	Trota 15 min
	F	Descansa
	G	Trota 17 min
	H	Descansa
	I	Trota 17 min
	J	Descansa
	K	Trota 20 min
	L	Descansa
	M	Trota 20 min
Etapa 3	Trotar (4 días de carga en 1 semana)	
Nivel	A	Trota 25 min
	B	Descansa
	C	Trota 25 min
	D	Descansa
	E	Trota 30 min
	F	Trota 30 min
	G	Descansa
Etapa 4	Carrera individualizada (5 días de carga en 1 semana)	
Nivel	A	Carrera
	B	Carrera
	C	Descanso
	D	Carrera
	E	Carrera
	F	Descanso
	G	Carrera
Etapa 5	Regreso a la actividad (individualizado)	

metatarsiano luego de la transición a los zapatos Vibram FiveFingers. Sin embargo, estos dos corredores incorporaron este calzado minimalista en sus programas de carrera sin ninguna alteración en su volumen de carrera o cualquier preparación de la musculatura de sus pies y tobillos. Salzler et al.<sup>29</sup> informaron una serie de casos de 10 corredores experimentados que se habían lesionado durante su transición al calzado minimalista. Todos los corredores habían estado libres de lesiones durante 1 año antes de la

transición. Nueve de las 10 lesiones fueron fracturas por estrés y 8 de ellas fueron en los metatarsianos. La mayoría de estos corredores hicieron una transición muy rápida (promedio, 0.7 meses) y la mayoría de las lesiones ocurrieron dentro de los primeros meses de utilizar el calzado minimalista. Esto indica que estas lesiones pueden ser predominantemente por una transición deficiente, a diferencia del calzado minimalista en sí. Ridge et al<sup>27</sup> asignó al azar a 17 corredores en un grupo de calzado tradicional y 19 corredores en un grupo de calzado minimalista (Vibram FiveFingers). Los corredores de zapatillas tradicionales continuaron con su típico kilometraje de entrenamiento. Al grupo de calzado minimalista se le proporcionaron pautas muy liberales para la transición al calzado minimalista, y no se le dio ningún ejercicio para fortalecer el pie. Las imágenes de resonancia magnética se tomaron al inicio y luego de un período de transición de 10 semanas. Diez de los 19 corredores de calzado minimalista presentaron edema óseo en sus pies, en consonancia con una lesión por estrés (puntuación de edema medular entre 2 y 4, siendo 4 una fractura por esfuerzo). Curiosamente, la mayoría de estos casos fueron subclínicos (es decir, el sujeto no tuvo síntomas). La mayoría de estos fueron, nuevamente, en los metatarsianos. A dos se les diagnosticaron fracturas por estrés, y el resto se diagnosticó como reacciones de estrés. No está claro si aquellos clasificados con una puntuación de edema medular de 2 (de 4) habrían progresado a fractura por estrés o si eran indicativos de remodelación. Sin embargo, este programa de transición fue, sin duda, estructurado de manera flexible y podría haber permitido a los corredores realizar la transición demasiado rápido. En conjunto, estos informes de lesiones subrayan la necesidad de una transición lenta y bien controlada al calzado minimalista.

Los programas de transición no supervisados deben diseñarse de manera conservadora para aumentar el uso del calzado minimalista muy lentamente. El programa de transición propuesto por Warden et al<sup>37</sup> para volver a correr después de una fractura por estrés es muy razonable y se puede adaptar fácilmente para la transición a un calzado minimalista (Figura 9). Para seguir este programa, uno debe ser capaz de trabajar hasta caminar enérgicamente durante 30 minutos en un calzado minimalista. Los 30 minutos se dividen en tres intervalos de 10 minutos. En cada uno de estos intervalos de 10 minutos, caminar se reemplaza lentamente con correr. Se proporcionan días de descanso y se guía a los corredores para que progresen solo si están libres de dolor en el nivel actual. Luego, la transición se personaliza para el corredor.

Correr con menos soporte del calzado coloca una carga adicional en el pie. Si progresó gradualmente, se ha demostrado que esto aumenta la fuerza de la musculatura del tobillo y el pie.<sup>5</sup> Sin embargo, si los músculos no están adecuadamente acondicionados, es probable que se fatiguen rápidamente, y se ha demostrado que la fatiga muscular aumenta la tensión de los huesos que los músculos sostienen.<sup>22</sup> Por lo tanto, para proteger aún más contra las lesiones, un programa de fortalecimiento de los pies debe acompañar cualquier transición al calzado minimalista. Esto debería incluir el estiramiento y el fortalecimiento de la pantorrilla (Figuras 10A y 10B),

ya que la carrera con un calzado minimalista se asocia más con un patrón de apoyo inicial con el antepié, que carga la musculatura de la pantorrilla. Para fortalecer los músculos intrínsecos del pie, se deben incluir ejercicios de enrollamiento de toalla y abducción (propagación) y aducción (apretón) del dedo del pie (Figura 10C). Para dirigirse a los músculos que sostienen el arco, se debe realizar la cúpula del pie presionando los dedos del pie hacia abajo en el suelo y levantando el arco (Figura 10D). La importancia de la arco del pie ha sido destacada en el estudio de Jung et al <sup>12</sup>, que demuestra el aumento significativo en la actividad de los abductores del hallux cuando se realizan ejercicios del arco del pie. Se ha demostrado que el abductor del hallux desempeña un papel importante en el mantenimiento del arco longitudinal medial durante la postura estática.<sup>10</sup> Otros<sup>24</sup> han demostrado que el entrenamiento con ejercicios de desconexión de los pies produce una reducción significativa de la caída del escafoides, una indicación de menos colapso del arco.

#### **REGRESIÓN A LA AMORTIGUACIÓN Y EL SOPORTE: EL CALZADO PARCIALMENTE MINIMALISTA**

Es probable que, en respuesta a estos informes de lesiones de transición, las empresas de calzado hayan comenzado a producir calzados parcialmente minimalistas. Estas son zapatillas que pueden tener una entresuela, una talonera, un poco de soporte para el arco y una caída suave del talón a la punta, pero todo en menor grado que el calzado para correr tradicional. En la TABLA se proporciona una comparación de estas características del calzado entre el tradicional, parcialmente minimalista y minimalista. Las zapatillas parcialmente minimalistas se promocionan como un compromiso más seguro que las zapatillas minimalistas verdaderas. El problema es que, a pesar de tener menos entresuela, estos zapatos tienen suficiente amortiguación que los corredores aún tienden a caer sobre sus talones y experimentan impactos. Por ejemplo, Bonacci y sus colegas<sup>3</sup> informaron que las mecánicas de carrera en el calzado parcialmente minimalista (Nike Lunar Racer, Nike Free) eran similares a las zapatillas tradicionales (Nike Air Pegasus), pero estadísticamente diferentes a las de correr descalzos. Por ejemplo, la longitud de zancada así como la cinemática y cinética del tobillo y la rodilla fueron generalmente similares entre todas las condiciones de calzados, pero diferentes de los pies descalzos. Esto sugiere que correr en calzado parcialmente minimalista produjo un patrón similar al del calzado tradicional, pero diferente al de los pies descalzos. En otro estudio, Willy y Davis<sup>39</sup> informaron que los corredores aterrizaron más fuerte y con más dorsiflexión cuando corrían con un calzado parcialmente minimalista (Nike Free) en comparación con un calzado tradicional, un estudio reciente reciente destacó el peligro potencial del calzado parcialmente minimalista e informó que los corredores con calzado parcialmente minimalista sufrieron más lesiones que los que corrían con calzado minimalista o tradicionales reales.<sup>28</sup> Estos estudios en conjunto deberían ser precavidos con respecto al uso de calzado parcialmente minimalistas. Los corredores parecen continuar apoyando inicialmente con el talón en estos zapatos, pero hay menos amortiguación para



“  
 Si los músculos no están adecuadamente acondicionados, es probable que se fatiguen rápidamente, y se ha demostrado que la fatiga muscular aumenta la tensión de los huesos que los músculos sostienen. Por lo tanto, para proteger aún más contra las lesiones, un programa de fortalecimiento de los pies debe acompañar cualquier transición al calzado minimalista.”

FIGURA 10. Ejercicios recomendados para el pie y el tobillo para prepararse para correr con un calzado minimalista. (A) La pantorrilla se estira en un escalón; (B) la pantorrilla se levanta de un escalón; (C) ejercicios intrínsecos del pie, que incluyen curls de toalla y extensión de dedos y apretarlos; y (D) arco del pie, presionando hacia abajo con los dedos al levantar el arco.

protegerlos. La culminación de la investigación hasta la fecha también sugiere que si el objetivo de un corredor es adoptar una mecánica para correr descalza, debería hacer la transición lentamente, y hacerlo con calzados de verdad minimalistas. Alternativamente, si los corredores van a mantener un patrón de impacto en la parte posterior del pie, necesitan tener una amortiguación adecuada debajo del talón y deben reemplazar sus zapatillas cuando la amortiguación se vea comprometida.



“  
**Los estudios disponibles hasta la fecha sugieren que se necesitan verdaderos calzados minimalistas para promover nuestro estilo natural de correr descalzo. Sin embargo, este estilo de carrera impone mayores demandas en el pie y el tobillo, y se han informado lesiones de transición del pie y la parte inferior de la pierna. Por lo tanto, una transición debe realizarse lenta y cuidadosamente para permitir una adaptación adecuada.**”

### LA APLICACIÓN DE ZAPATILLAS MINIMALISTAS MÁS ALLÁ DE CORRER

Recientemente se han realizado varios estudios que sugieren que el calzado para personas mayores también deberían ser más minimalistas. Un estudio de mujeres entre 55 y 75 años de edad determinó que el rendimiento en la prueba de alcance hacia adelante, la prueba de levantamiento y marcha cronometrada y la prueba de caminata de 10 metros fue mejor al caminar descalzo o calzado con forma flexible, plana, suela delgada en comparación con el calzado de tacón estándar.<sup>1</sup> Estos calzados de tipo minimalista también parecen ser mejores para las personas con osteoartritis de rodilla (OA). Shakoort et al<sup>30</sup> informaron que las cargas de rodilla asociadas con el desarrollo y la progresión de la OA de la rodilla se reducen cuando se camina con calzado de suela fina y flexible en comparación con un calzado para caminar con estabilidad de control o un calzado para caminar elegido por el paciente en individuos con OA de rodilla. Este mismo grupo de investigación<sup>31</sup> ha reportado resultados similares al caminar descalzo, en chancletas o en calzado de suela fina en comparación con las zuecos y los zapatos de tacón estándar. Finalmente, hay un ensayo controlado aleatorizado prospectivo en 56 mujeres de edad avanzada con artrosis en la rodilla que está actualmente en curso.<sup>34</sup> Estos autores han proporcionado calzados de suela fina, flexibles y minimalistas a la mitad de las mujeres, mientras que el resto continuará usando su propio calzado. Las medidas de dolor, función y mecánica se registrarán al inicio y a los 6 meses. Sobre la base de su trabajo anterior, estos autores plantean hipótesis de mejoras significativas en todas las variables en el grupo de intervención solamente. Estos tipos de estudios son necesarios para determinar si el concepto de calzado minimalista puede extenderse a otras poblaciones que no sean corredores.

TABLA: CARACTERÍSTICAS DEL CALZADO DE CARRERA TRADICIONAL, PARCIALMENTE MINIMALISTA Y MINIMALISTA

CARACTERÍSTICAS	TRADICIONAL	PARCIAL MINIMAL	MINIMAL
Características	Tradicional	Parcialmente minimalista	Minimalista
Soporte del arco	Moderado	Mínimo	Ninguna
Espesor de la suela intermedia, mm	24-32	12-24	0
Talón	14-22	10-17	0
Punta	>12	4-12	0

#### Limitaciones

Este comentario clínico presenta una perspectiva histórica sobre cómo el calzado para correr ha evolucionado de minimalista a muy amortiguado y de soporte, y luego volvió a ser minimalista nuevamente. Como parte de

esta historia no se ha documentado en la literatura, se solicitaron reportes personales de personas clave en la comunidad de corredores durante los últimos 50 años. Estos reportes están sujetos a sesgos y, por lo tanto, limitan la solidez de esta evidencia. Además, un foco del comentario fue la relación entre el calzado y las lesiones en lo que se refiere a la biomecánica. Sin embargo, debe reconocerse que otros factores que no se examinan en este artículo, como el nivel de condición física, la experiencia de carrera, la edad, la cultura y los cambios ambientales, también podrían haber tenido un papel en las lesiones.

## RESUMEN

Parece que el péndulo del calzado ha balanceado desde el extremo izquierdo (nuestros inicios de calzado descalzo / minimalista) hasta el extremo derecho (zapatillas muy amortiguados y de apoyo) y de regreso al extremo izquierdo (calzado descalzo / minimalista), y ahora está tratando de encontrar un punto de asentamiento. La investigación actual en carreras sugiere que la mecánica de correr en calzado parcialmente minimalista es similar a correr en calzado tradicional, pero con menos amortiguación. Los estudios disponibles hasta la fecha sugieren que se necesitan verdaderos calzados minimalistas para promover nuestro estilo natural de correr descalzo. Sin embargo, este estilo de carrera impone mayores demandas en el pie y el tobillo, y se han informado lesiones de transición del pie y la parte inferior de la pierna. Por lo tanto, una transición debe realizarse lenta y cuidadosamente para permitir una adaptación adecuada. Esto no es diferente de realizar cualquier actividad física nueva que cargue el cuerpo de una manera nueva. Desafortunadamente, el solo hecho de colocar un tipo diferente de calzado no provoca automáticamente la necesidad de reducir el entrenamiento y ha provocado lesiones. La investigación también ha sugerido que correr con calzados minimalistas verdaderos da como resultado el aterrizaje con un pie plano o flexión plantar ligera, con menos impacto. Dado que estos impactos se han asociado con lesiones comunes relacionadas con la carrera, correr de esta manera con un calzado minimalista puede reducir el riesgo de lesiones. Sin embargo, se necesitan estudios controlados aleatorizados prospectivos para determinar si las lesiones se reducen realmente con este calzado. Además, se necesita investigación para determinar la mejor manera de realizar una transición segura para reducir la incidencia de lesiones durante el período de transición. Hasta entonces, los corredores deben deambular por el lado de la precaución al fortalecer el pie y la parte inferior de la pierna y progresar lentamente en su kilometraje a medida que pasan al calzado minimalista.

## BIOGRAFÍA

1. Bhatia A, Kalra S. Footwear effects on balance and gait in elderly women of Indian population between the ages 55 and 75 years. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2011;5:1-4.
2. Bishop M, Fiolkowski P, Conrad B, Brunt D, Horodyski M. Athletic footwear, leg stiffness, and running kinematics. *J Athl Train.* 2006;41:387-392.
3. Bonacci J, Saunders PU, Hicks A, Rantalainen T, Vicenzino BG, Spratford W. Running in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study. *Br J Sports Med.* 2013;47:387-392. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091837>

4. Bramble DM, Lieberman DE. Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*. 2004;432:345-352. <http://dx.doi.org/10.1038/nature03052>
5. Brüggemann GP, Potthast W, Niehoff A, Braunstein B, Assheuer J. Adaptation of morphology and function of the intrinsic foot and shank muscle to mechanical loading induced through footwear. In: Subic AJ, Ujihashi S, eds. *The Impact of Technology on Sport: Proceedings of the Asia-Pacific Congress on Sports Technology*. Melbourne, Australia: Australasian Sports Technology Alliance; 2005:505-510.
6. Cavanagh PR. *The Running Shoe Book*. Mountain View, CA: Anderson World; 1980.
7. Davis IS, Bowser B, Mullineaux D. Do impacts cause running injuries? A prospective investigation. 34th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics; August 18-21, 2010; Providence, RI.
8. Ferris DP, Liang K, Farley CT. Runners adjust leg stiffness for their first step on a new running surface. *J Biomech*. 1999;32:787-794.
9. Ferris DP, Louie M, Farley CT. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proc Biol Sci*. 1998;265:989-994. [http:// dx.doi.org/10.1098/rspb.1998.0388](http://dx.doi.org/10.1098/rspb.1998.0388)
10. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg*. 2003;42:327-333. <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2003.10.003>
11. Giuliani J, Masini B, Alitz C, Owens BD. Barefootsimulating footwear associated with metatarsal stress injury in 2 runners. *Orthopedics*. 2011;34:e320-e323.
12. Jung DY, Kim MH, Koh EK, Kwon OY, Cynn HS, Lee WH. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport*. 2011;12:30-35. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.08.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.08.001)
13. Knapik JJ, Brosch LC, Venuto M, et al. Effect on injuries of assigning shoes based on foot shape in Air Force basic training. *Am J Prev Med*. 2010;38:S197-S211. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.013>
14. Knapik JJ, Swedler DI, Grier TL, et al. Injury reduction effectiveness of selecting running shoes based on plantar shape. *J Strength Cond Res*. 2009;23:685-697. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a0fc63>
15. Knapik JJ, Trone DW, Swedler DI, et al. Injury reduction effectiveness of assigning running shoes based on plantar shape in Marine Corps basic training. *Am J Sports Med*. 2010;38:1759-1767. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546510369548>
16. Knapik JJ, Trone DW, Tchandja J, Jones BH. Injury-reduction effectiveness of prescribing running shoes on the basis of foot-arch height: summary of military investigations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44:805-812. [http:// dx.doi.org/10.2519/jospt.2014.5342](http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2014.5342)
17. Larson P. Comparison of foot strike patterns of barefoot and minimally shod runners in a recreational road race. *J Sport Health Sci*. 2014;3:137-142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2014.03.003>
18. Larson P, Higgins E, Kaminski J, et al. Foot strike patterns of recreational and sub-elite runners in a long-distance road race. *J Sports Sci*. 2011;29:1665-1673. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2011.610347>
19. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, et al. Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*. 2010;463:531-535. <http://dx.doi.org/10.1038/nature08723>
20. McCarthy C, Fleming N, Donne B, Blanksby B. 12 weeks of simulated barefoot running changes foot-strike patterns in female runners. *Int J Sports Med*. 2014;35:443-450. [http:// dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353215](http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353215)
21. McDougall C. *Born to Run*. New York, NY: Knopf; 2009.
22. Milgrom C, Radeva-Petrova DR, Finestone A, et al. The effect of muscle fatigue on in vivo tibial strains. *J Biomech*. 2007;40:845-850. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.03.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.03.006)
23. Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J, Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:323-328. [http:// dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000183477.75808.92](http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000183477.75808.92)

24. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther.* 2013;18:425-430. <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2013.02.007>
25. Paquette MR, Zhang S, Baumgartner LD. Acute effects of barefoot, minimal shoes and running shoes on lower limb mechanics in rear and forefoot strike runners. *Footwear Sci.* 2013;5:9-18. <http://dx.doi.org/10.1080/19424280.2012.692724>
26. Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clin J Sport Med.* 2009;19:372-376. <http://dx.doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181b8c270>
27. Ridge ST, Johnson AW, Mitchell UH, et al. Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to minimalist running shoes. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45:1363-1368. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182874769>
28. Ryan M, Elashi M, Newsham-West R, Taunton J. Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. *Br J Sports Med.* 2014;48:1257-1262. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-092061>
29. Salzlner MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asla RJ. Injuries observed in minimalist runners. *Foot Ankle Int.* 2012;33:262-266. <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2012.0262>
30. Shakoor N, Lidtke RH, Sengupta M, Fogg LF, Block JA. Effects of specialized footwear on joint loads in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2008;59:1214-1220. <http://dx.doi.org/10.1002/art.24017>
31. Shakoor N, Sengupta M, Foucher KC, Wimmer MA, Fogg LF, Block JA. Effects of common footwear on joint loading in osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2010;62:917-923. <http://dx.doi.org/10.1002/acr.20165>
32. Squadrone R, Gallozzi C. Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009;49:6-13.
33. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36:95-101.
34. Trombini-Souza F, Fuller R, Matias A, et al. Effectiveness of a long-term use of a minimalist footwear versus habitual shoe on pain, function and mechanical loads in knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:121. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-13-121>
35. Vanderbilt T. *The Sneaker Book: Anatomy of an Industry and an Icon.* New York, NY: New Press; 1998.
36. van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41:469-480; discussion 480. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2006.033548>
37. Warden SJ, Burr DB, Brukner PD. Repetitive stress pathology: bone. In: Magee DJ, Zachazewski JE, Quillen WS, eds. *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation.* St Louis, MO: Elsevier/Saunders; 2009:685-705.
38. Warne JP, Kilduff SM, Gregan BC, Nevill AM, Moran KA, Warrington GD. A 4-week instructed minimalist running transition and gait-retraining changes plantar pressure and force. *Scand J Med Sci Sports.* In press. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12121>
39. Willy RW, Davis IS. Kinematic and kinetic comparison of running in standard and minimalist shoes. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46:318-323. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a595d2>
40. Zadpoor AA, Nikooyan AA. The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: a systematic review. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2011;26:23-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.08.005>



AUTOR

LIC. GABRIEL NOVOA

licgabrielnovo@gmail.com



Kinesiólogo fisiatra (UBA)

Ex residente del Hospital Durand

Miembro y editor de la revista de la AKD y AJRPT

Docente UBA e ISALUD

## ANÁLISIS ARTÍCULO JOSPT

En el año 2017, Eliud Kipchogue, nacido en Kenia, poseedor en aquel momento de un tiempo de 2:03:05 en la maratón de Londres como su mejor marca, se prepara para correr el desafío Breaking Two. Este evento fue patrocinado por una prestigiosa marca de zapatillas e indumentaria deportiva. El objetivo era bajar las 2 horas en un maratón. Si, bajar las 2 horas en una carrera de 42195 metros, hazaña que, hasta ese momento, ningún ser humano había logrado. Dicha maratón fue realizada en Monza, uno de los circuitos con más historia en la Fórmula 1 y en condiciones prácticamente ideales (temperatura y humedad adecuada, poco viento, etc). Para dicho objetivo, la empresa de calzado diseñó una zapatilla especial con un peso menor a lo estándar: 185 gramos cada una. Su función era ayudarlo a ganar la carrera.

Les anticipo que les contaré el final aunque les digo que buscar la historia, leerla en profundidad o ver el documental que se encuentra disponible en internet no tiene desperdicio.

El corredor llega a la meta con un tiempo de 2:00:25, es decir, no logra el objetivo por tan solo 25 segundos.

Se preguntarán por qué les cuento esto... En el año 1984 Edward Frederick, por aquel entonces director del laboratorio de esta empresa, lleva a cabo un interesante estudio cuyo hallazgo principal fue el hecho de que por cada 100 gramos que disminuye el peso del calzado, mejoramos un 1% la economía de carrera.<sup>1</sup> Esto significa que correremos la misma distancia gastando menos energía.

A partir de este estudio, me hago algunas preguntas: primero ¿Este maratonista podría haber corrido descalzo? Seguramente si, de hecho en Kenia los niños y niñas no usan calzado frecuentemente. Esto que aparentaría ser negativo es en realidad todo lo contrario ya que fortalecen la musculatura plantar desde una muy temprana edad.<sup>2</sup> Segundo: si hubiera corrido descalzo ¿lo habría hecho en menos de 2 horas logrando así la casi imposible hazaña que nadie realizó hasta el momento? Sin calzado no hubiera tenido que cargar con 370 gramos adicionales en sus pies lo cual hubiera mejorado su economía de carrera

Ahora bien, ¿Por qué casi imposible? Porque en el 2019 fue nombrado atleta masculino del año por correr un maratón de las mismas características que expliqué anteriormente con el siguiente tiempo: 1:59:40. Si, finalmente lo logró, con unas zapatillas similares que en el 2017. Esto demuestra que disminuyó el tiempo por mérito propio más que por las zapatillas. De hecho, si analizamos su técnica de carrera y de apoyo inicial observaremos que realiza esto último con antepié como lo hacen la mayoría de los atletas. Si bien tiene unas zapatillas con una talonera elevada para, en teoría, protegerlo contra el impacto del suelo, no apoya con talón. Por esto, no será el calzado sino más bien sus pantorrillas y músculos del pie los principales encargados de resistir ese impacto contra el suelo. Además, como se muestra en la figura 8 del artículo de Davis, los corredores que apoyan con el retropié, aunque tengan un calzado con una talonera elevada, son los que muestran una mayor fuerza de reacción del suelo. En esta misma imagen aparece un corredor con un calzado minimalista y también descalzo en el que se muestra



una clara disminución de las fuerzas de reacción. Esto nos lleva a la siguiente pregunta:

**¿Debemos correr descalzos o con calzado minimalista?**

La respuesta es simple: No creo que todos debamos hacerlo. Una razón es que nos hemos acostumbrado a correr con calzado tradicional y el entrenamiento de la fuerza de nuestros pies quedó totalmente relegado. No solo eso, sino que casi el 90% de los corredores apoya con el talón y el minimalismo promueve el apoyo con antepié.<sup>3</sup> Considero que correr con esta técnica es positivo pero en caso de empezar a hacerlo no puede realizarse de un día para otro, sino que requiere un entrenamiento previo importante de la musculatura de la pantorrilla aumentando la capacidad del tendón de Aquiles que a partir de este cambio, estará más solicitado para absorber la carga en cada paso. Si cumplimos con este entrenamiento y, por supuesto, incorporando el fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie, no veo impedimento para correr con calzado minimalista.

De todos modos, no voy a negar que existen estudios en los que se reportan lesiones con este tipo de calzado, por ejemplo, fracturas por estrés de los metatarsianos. Sin embargo, en esos casos la transición fue muy apresurada siendo, en ocasiones, de menos de un mes. A su vez, algunos corredores ni siquiera hacían un entrenamiento riguroso de la pantorrilla o de la musculatura del pie.<sup>4</sup> Esta musculatura débil y tal vez fatigada al no poder soportar la carga, delega a los metatarsianos dicha responsabilidad.

Entonces, ¿En cuánto tiempo es necesario llevar a cabo esta transición? Aún no tenemos un número mágico, ni creo que lo tengamos algún día. Esto se debe a que no es lo mismo un corredor que ya corría apoyando el antepié y que entrenaba su pantorrilla regularmente al que solamente habría que agregarle el entrenamiento de los músculos del pie, que un corredor que apoyó toda la vida con el talón y que no va al gimnasio.

Irene Davis en el artículo menciona 5 etapas a cumplirse donde se comienza caminando, luego alternando trotes y caminatas para ir de a poco aumentando el tiempo de carrera con este nuevo calzado sumando, por supuesto, el entrenamiento de la musculatura antes mencionada. Para concluir, y sin caer en el mismo comentario final de siempre, "hacen falta más estudios acerca del tema", quiero dejar un mensaje positivo acerca de este calzado minimalista. Como mencionan Richards et al. en el artículo: ¿la prescripción del calzado del running está basado en la evidencia? El minimalismo podría servir en aquellos corredores y corredoras que hayan experimentado repetidas lesiones en la rodilla.<sup>5</sup> Las personas que usan este tipo de calzado muestran una menor fuerza de reacción del suelo, siendo la rodilla la articulación más beneficiada con esta disminución.<sup>6</sup> Sin embargo, no creo que esto sea mérito del calzado, sino porque promueve un cambio de técnica y un apoyo con mediopie o antepie que pondrá a prueba a la pantorrilla, al tendón de Aquiles y a la musculatura del pie. Entonces, cuanto más fuertes sean estas estructuras, creo que tendremos más probabilidad de usar el calzado minimalista sin sufrir lesiones y con la ventaja de tener un calzado muy liviano, siendo positivo para aquellos que busquen lograr mejores tiempos en sus carreras.

“

*El minimalismo podría servir en aquellos corredores y corredoras que hayan experimentado repetidas lesiones en la rodilla. Las personas que usan este tipo de calzado muestran una menor fuerza de reacción del suelo, siendo la rodilla la articulación más beneficiada con esta disminución.* ”

**BIBLIOGRAFIA**

1. Frederick EC. Physiological and ergonomics factors in running shoe design. *Appl Ergon.* 1984 Dec;15(4):281-7.
2. Wilber RL, Pitsiladis YP. Kenyan and Ethiopian distance runners: what makes them so good? *Int J Sports Physiol Perform.* 2012 Jun;7(2):92-102. Review.
3. Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J, Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 Feb;38(2):323-8.
4. Salzler MJ, Bluman EM, Noonan S, Chiodo CP, de Asla RJ. Injuries observed in minimalist runners. *Foot Ankle Int.* 2012;33:262-266.
5. Richards CE, Magin PJ, Callister R. Is your prescription of distance running shoes evidence-based? *Br J Sports Med.* 2009 Mar;43(3):159-62.
6. Hashizume S, Murai A, Hobara H, Kobayashi Y, Tada M, Mochimaru M. Training Shoes do not Decrease the Negative Work of the Lower Extremity Joints. *Int J Sports Med.* 2017 Nov;38(12):921-927.