



TESINA

**Presentado para acceder al título de grado de la carrera de:
CICLO de COMPLEMENTACIÓN CURRICULAR de LICENCIATURA
en ACTIVIDAD FÍSICA**

Título:

**“El entrenamiento descalzo en las edades tempranas de la
adolescencia”**

Autor/es:

Garay, Erick Gabriel.

Director/a:

Lic. Gattarello, Ignacio

Fecha de Presentación:

02/02/2024

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Erick Gabriel Garay', is positioned at the bottom of the page. The signature is written in a cursive style with long, sweeping strokes.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Entrenar descalzo en las edades tempranas de la adolescencia no suele ser un hábito común desde la existencia del calzado. Desde entonces, existen afirmaciones y controversias en constante disputa entre dos posturas que abordan con diferentes fundamentos qué es beneficioso para el ser humano: ¿Entrenar descalzo o con calzado?

PROPÓSITO

El objetivo de esta investigación es describir las adaptaciones biomecánicas del pie en la carrera en velocidad producidas por el entrenamiento descalzo.

MÉTODO

En esta investigación de carácter descriptiva se utilizaron publicaciones obtenidas de búsquedas bibliográficas en las bases de datos Pubmed, la Biblioteca Virtual de Salud (BVS) y grupo de entrenamiento (G-SE); como también la lectura, consulta y abordaje de los libros realizados por el Prof. Martin Mackey.

RESULTADOS

80 estudios fueron recopilados. Una vez analizados los mismos, se descartaron 25 y 55 fueron los artículos seleccionados. El mayor porcentaje de los artículos relevantes corresponde a estudios basados en la biomecánica y cualidades de la acción de carrera (descalza- calzada).

DISCUSIÓN.

Solo el 1,52 % de la recopilación de datos, es relevante. El autor considera de suma importancia futuras investigaciones que generen datos relevantes en cuanto a tiempo y forma de conseguir resultados. Saber sobre lo que nos brindó la naturaleza humana sobre como correr y la forma de nuestros pies debería ser un dato no menor para la sociedad.

CONCLUSIÓN

Lieberman, Ying – Jen Lai, Martín Mackey, Mizushima y Karsten Hollander son los autores más relevantes. El autor considera la hipótesis en la combinación de los datos brindados por los autores nombrados anteriormente; donde entrenar descalzo puede ser una herramienta que favorece el patrón biomecánico del pie en cuanto al apoyo e impulso, generando una mayor activación muscular y adoptando el mismo de manera

inconsciente luego de miles de repeticiones. El mismo sugiere una serie de pasos a seguir en futuras investigaciones y así poder lograr, de ser positivo esta forma de correr, recomendaciones sobre la manera de llevar a cabo un entrenamiento sin calzado y mejorar la velocidad.

I. INTRODUCCIÓN

Esta revisión bibliográfica describe los hallazgos publicados hasta la actualidad, dando cuenta así de lo conocido sobre la carrera humana tanto habitualmente calzado como descalzo. En un primer momento se exponen y desarrollan cuestiones evolutivas biológicas humanas y su relación con la tecnología en cuanto a beneficios y controversias en el desarrollo de la velocidad en las edades tempranas de la adolescencia; para ir dejando así un espacio final en el que tiene lugar un planteo de posibles disparadores sobre recomendaciones para futuras investigaciones y sugerencias basadas en esta recopilación de datos.

El paleoantropólogo Daniel E. Lieberman, en el año 2012 señalaba, “que los seres humanos han caminado y corrido sin zapato durante millones de años, pero recientemente ha habido un gran interés por correr descalzo entre los corredores, los medios de comunicación o la comunidad de medicina deportiva”. [1] Actualmente, se sabe que el cuerpo humano ha evolucionado naturalmente e inteligentemente dando siempre respuestas a las necesidades emergentes que la humanidad fue gestando durante millones de años. Cada una de las partes de nuestro cuerpo humano tiene una o varias funciones en particular para la sobrevivencia y el mejor desempeño. En 2017 Lieberman y cols. estudiaron la estructura del pie, la función, la prevalencia de lesiones y los niveles de actividad física mediante dos estudios con igual número de HS y HB de niños y adolescentes de Kalejin de Kenia; sugiriendo que “las condiciones del calzado pueden afectar la estructura y función del pie y la salud general del pie.” [2]

Enmarcando a la velocidad dentro del ámbito puramente deportivo y motriz, el concepto de García Manso y cols. (1998) establece una concepción enriquecedora, definiendo a ésta como “la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia”. [3] Un gran porcentaje de los artículos relacionados con la biomecánica y el apoyo del pie en el suelo coinciden con el artículo publicado en 2020 sobre una investigación en Taiwán que afirma que “...la preferencia de pisada de los corredores se correlaciona con la condición del pie (descalzo o calzado) en lugar de la velocidad de carrera”. [4] En el Modulo 1 de Calidad de Movimiento, Martin Mackey describe la forma correcta de carrera lineal y

hace referencia a la fase de impulso ya que “Es importante señalar que el aterrizaje es el inicio de la fase de impulso y el pie entra en contacto con el piso con el tercio medio anterior (bola de pie) y este aterrizaje debe respetarse sea cual sea la velocidad a la que se esté corriendo”; adicionando en este mismo módulo que “se necesitan 10.000 repeticiones para fijar un patrón de movimiento...”. [5].

Englobando las teorías y diferentes investigaciones sobre el correcto apoyo del pie en el suelo al correr, indistintamente de la velocidad, surge el interrogante: ¿Entrenar descalzo será una forma de adoptar de inmediato un golpe de ante-medio pie, y a partir de ese entonces conseguir una serie de repeticiones óptimas para que el cerebro opte realizarlo de manera inconsciente con o sin calzado?

Cabe destacar que ciento un niños de la escuela de educación descalzo (edad, 11,2 +- 0,7 años) y 93 de una escuela de control fueron seleccionados en Japón para investigar los “Efectos a largo plazo del programa escolar de correr descalzo en la biomecánica de esprintar en niños: un estudio de casos y controles.” Este artículo que data del año 2021 obtuvo como resultado que la “biomecánica de sprints en escolares de educación descalzo se caracterizó por tiempos de contacto significativamente más cortos ($p= 0,003$) y tiempos de vuelo más largos ($0,005$) en comparación con los escolares de control.” Además, “En la carrera de velocidad calzada, una mayor proporción de niños descalzos en la escuela de educación corrió con un golpe de antepié o medio del pie en comparación con los niños de la escuela de control ($p <0,001$). Los escolares de educación descalzo también tuvieron una altura de salto de rebote significativamente mayor ($p = 0,002$) y un tiempo de contacto más corto que los escolares de control ($p= 0,001$).” [6] demostrando una mejoría en la potencia de los miembros inferiores.

Hasta entonces, datos relevantes sobre la carrera de sprint descalza avalaban la posibilidad de que entrenar descalzo puede mejorar dicha condición, aunque también se recopilaban estudios que exponen lo opuesto. Es importante destacar que las controversias que existen sobre la carrera sin calzado carecen de pruebas y datos. Aun así, estos artículos siguen generando una larga disputa entre quienes están a favor y quienes no, de la carrera y entrenamiento descalzo. Las investigaciones que comprueban un resultado positivo de la carrera descalza, presentan datos y métodos de mayor relevancia y tiempo de seguimiento; aunque la falta de conocimiento sobre un hecho tan básico y fundamental como el correr descalzo, sigue siendo una incógnita. Se evidencia así la necesidad de indagar para saber cómo funciona el pie descalzo durante la carrera y la relevancia de correr descalzo para las lesiones.

La hipótesis, basada en una combinación de resultados, es que el entrenamiento de la velocidad descalza mediante un periodo prolongado de tiempo sería una herramienta que entrenadores podrían utilizar para mejorar el sprint; ya que ésta generaría un patrón biomecánico más eficiente, donde el pie en fase de apoyo se ejecutaría con un golpe de ante-medio pie, generando así una frecuencia de paso positiva con mayor activación de la cadena anterior.

II. OBJETIVOS

II.a, Objetivo general.

- Describir las adaptaciones biomecánicas del pie en la carrera en velocidad producidas por el entrenamiento descalzo.

II.b, Objetivos específicos

- Comparar las adaptaciones biomecánicas del pie producidas por el entrenamiento descalzo y con calzado
- Comparar los efectos sobre velocidad, de entrenamientos con calzado y sin calzado.
- Describir las características del entrenamiento sin calzado.

III. MÉTODOS

Palabras claves: Pie – Carrera – Fenómeno Biomecánico.

En esta investigación de carácter descriptivo se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, La Biblioteca Virtual de Salud (BVS) y Grupo sobre entrenamiento (G-SE); como así también un trabajo de rastreo en la bibliografía del Prof. Martín Mackey.

Las combinaciones de búsqueda efectuadas desde julio de 2021 a diciembre de 2023 fueron las siguientes: ("Biomechanical Phenomena" OR "Fenómenos Biomecánicos" OR "biomechanics of the foot") AND "barefoot". ("High-Intensity Interval Training" OR "Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad" OR "Sprint") AND ("Biomechanical Phenomena" OR "Fenómenos Biomecánicos" OR "biomechanics of the foot") AND "barefoot". ("Biomechanical Phenomena" OR "Fenómenos Biomecánicos" OR "biomechanics of the foot") AND "barefoot" AND "Speed" AND ("Youth sports" OR "Deportes Juveniles" OR "Youth").

IV. RESULTADOS

IV.a, Datos evolutivos.

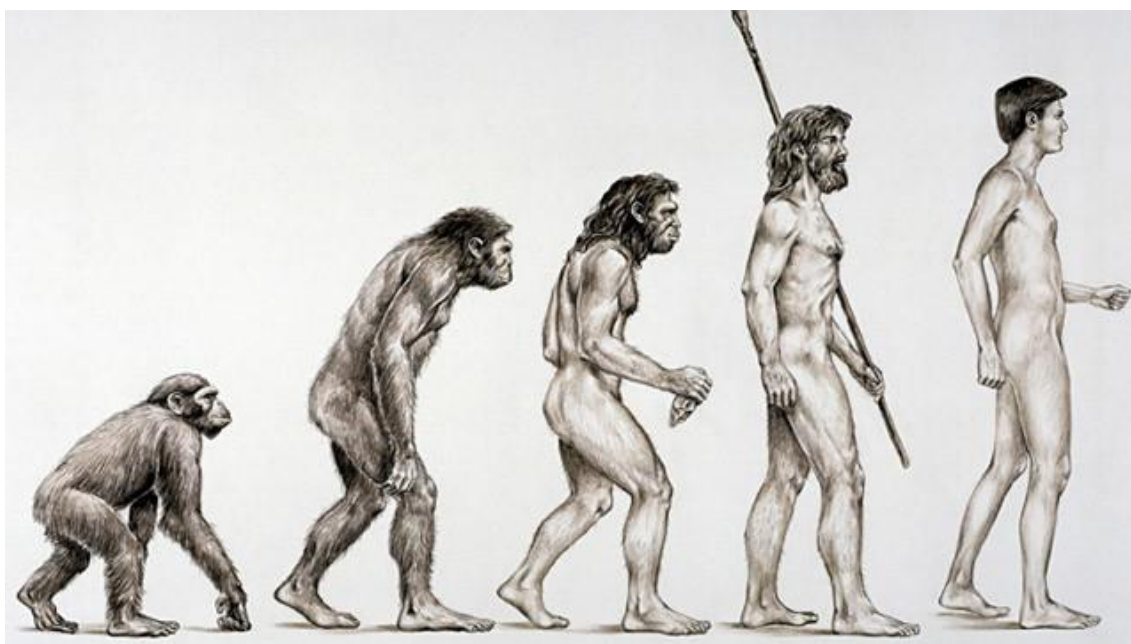
La evolución del ser humano durante millones de años se ha dado de manera totalmente inteligente, adaptándose a cada uno de los escenarios presentes durante su desarrollo y buscando así su mejor performance. La manera de desplazarse cambió, y junto a ésta también lo hicieron la forma de sus huesos y la composición de extremidades; abriendo paso así a la formulación de posibles y necesarios interrogantes: ¿Por qué las personas tienen dedos en los pies? ¿Qué funciones cumplen éstos? ¿Es importante dejar los pies que se muevan con libertad, para que estas funciones se cumplan?

Gran parte de esta información la brinda Daniel Lieberman, desde una perspectiva médica evolutiva, haciendo mención a que la “hipótesis del desajuste también puede aplicarse al calzado y al running. Es parte de la naturaleza humana asumir que el mundo que nos rodea es normal, pero desde una perspectiva evolutiva, usar zapatos grandes y acolchados es sin duda anormal”. Sin embargo, “la teoría del desajuste plantea la hipótesis razonable de que los humanos no están adaptados al uso de zapatos de alguna manera que contribuye a ciertas lesiones.” y “La retroalimentación sensorial de la superficie plantar del pie evolucionó en los primeros tetrápodos como una adaptación para detectar características del suelo, incluyendo dureza, aspereza, irregularidades y la presencia de objetos potencialmente peligrosos como rocas afiladas. La propiocepción plantar activa los reflejos y ayuda al sistema nervioso central a tomar decisiones que ayudan a aumentar la estabilidad y evitar lesiones.”; junto al sistema muscular esquelético que “responde en gran medida a la carga, más intensamente durante la ontogenia, y el entorno mecánico normal descalzo en el que se desarrollaron los pies humanos durante la mayor parte de la evolución humana seguramente fue diferente del entorno más acolchado y de apoyo que es común hoy en día entre las personas calzadas.” [7]

Desde una perspectiva en la biomecánica del pie, un trabajo basado en la evolución de los dedos de la misma, “...sugieren que tener falanges pedales más largas, en el hallux y, en cierta medida, en los dedos laterales, aumenta la fuerza y el trabajo de los flexores digitales y podría contribuir a un mayor riesgo de lesiones por uso excesivo durante la carrera. Aunque es de suponer que estos efectos tienen consecuencias insignificantes para la aptitud física de los humanos modernos recientes que habitualmente calzan y no corren largas distancias diariamente, podrían haber sido lo suficientemente significativos como para imponer el tipo de presiones selectivas que condujeron a los

cambios observados en el tamaño y la forma de las falanges durante la evolución humana.” [8]

Una vez llevada a cabo la revisión de la literatura en diferentes bases de datos como Medline, Cinahl, Embase, PubMed y Cochrance Database desde su inicio hasta el 30 de agosto de 2013, se pudo arribar a la siguiente afirmación: “Se podría concluir que los corredores descalzos deberían tener menos lesiones, mejor rendimiento o ambos. Varias empresas de calzado deportivo han diseñado zapatillas para correr que intentan imitar la condición de los pies descalzos y, por lo tanto, obtienen los supuestos beneficios de correr descalzo.” [9]



IV.b, Datos biomecánicos.

Los resultados presentados a continuación seguirán una línea de tiempo según su publicación para brindar un orden estadístico de los hallazgos.

En el año 2014 un artículo data de la cinemática de las extremidades inferiores y la fuerza de reacción del suelo en 22 corredores entrenados durante la carrera sobre el suelo con los pies descalzos y con una zapatilla para correr neutra. Se observó el ángulo de flexión de la rodilla, el momento neto de extensión de la rodilla y las salidas del modelo del área de contacto, la fuerza de reacción de la articulación femorrotuliana se trazaron sobre la fase de apoyo del ciclo de la marcha y los valores máximos se compararon mediante pruebas pareadas y se calcularon las diferencias medias estandarizadas. Estas recopilaciones de datos demostraron que “Correr descalzo

disminuyó la tensión máxima de la articulación femorrotuliana en un 12% ($p = 0,000$) en comparación con correr con calzado. La reducción de la tensión de la articulación femorrotuliana fue el resultado de la reducción de las fuerzas de reacción de la articulación femorrotuliana (12%, $p = 0,000$) al correr descalzo.” [10]

En 2015 corredores habitualmente calzados experimentaron correr con calzado convencional, minimalista y descalzos, para evaluar si el uso de zapatos afecta la eficiencia biomecánica. Lo cual reveló que “usar un zapato, incluso con una suela muy delgada, podría modificar profundamente la intrincada mecánica músculo-tendinosa de la carrera.” [11]. En cambio, MA Thompson y cols. compararon la cinética y cinemática de correr descalzo y calzado en corredores con apoyos con la parte media, delantera y trasera del pie. Destacando que “Los grupos M/FFS y RFS mostraron una disminución significativa en la longitud de la zancada al cambiar de correr calzado a correr descalzo. El grupo RFS tuvo una reducción del 8,0% en la longitud de la zancada ($p = 0,008$), y el grupo M/FFS experimentó una disminución del 6,3% ($p < 0,001$) (Tabla 1). No hubo diferencias significativas entre los grupos RFS y M/FFS en la longitud de la zancada ($p = 0,177$) o la velocidad ($p = 0,160$) (Tabla 1)” [12]

En cuanto a la biomecánica de los dedos de los pies mediante manipulación externa integrando análisis, en 2016, corredores habitualmente descalzos completaron pruebas de carrera con ataduras y sin ataduras en sus dedos, comprobando que, “La cinemática del tobillo mostró un mayor rango de movimiento no significativo en el plano frontal mientras se corría con los dedos de los pies no atados. El antepié medial tenía una integral de fuerza-tiempo más pequeña, y con hallux tenía una integral de fuerza-tiempo mayor que aquellos que corrían con los dedos de los pies atados; con nivel de significancia $p < 0,05$.”. Considerando que “el antepié medial tuvo un impulso del pie más pequeño y el hallux tuvo un impulso del pie más grande para aquellos con pies no atados. Esto sugiere que otras funciones, como la acción de agarre activo de los dedos de los pies, podrían ser importantes para la eficiencia del mecanismo del molinete del pie (el soporte de la fascia plantar), lo que sería beneficioso para mejorar el rendimiento al correr y prevenir lesiones en el pie.” [13]

Otra consideración sobre la estructura y función del pie en adolescentes habitualmente descalzos y calzados es el trabajo llevado a cabo en 2017 con la colaboración de Daniel Lieberman, evaluando kenianos, pudiendo demostrar así que “La fuerza de acortamiento del pie fue mayor en HB (4.8 ± 1.9 kg vs 3.5 ± 1.8 kg, $P < 0.01$). La caída del escafoides fue mayor en HB ($0,53 \pm 0,32$ cm frente a $0,39 \pm 0,19$ cm, $P < 0,05$). El índice de rigidez del calcáneo fue mayor (derecho 113.5 ± 17.1 vs 100.5 ± 116.8 , P

<0.01 izquierdo 109.8 ± 15.7 vs 101.7 ± 18.7 , $P < 0.05$) y el brazo de momento del tendón de Aquiles fue más corto en HB (derecho, 3.4 ± 0.4 vs 3.6 ± 0.4 cm, $P < 0.05$; izquierda, 3.4 ± 0.5 vs 3.7 ± 0.4 cm, $P < 0.01$). La prevalencia de lesiones de miembros inferiores fue del 8% en HB y del 61% en HS. Los sujetos con HB pasaron más tiempo realizando una actividad física de moderada a intensa (60 ± 26 min · d frente a 31 ± 13 min · d; $P < 0,001$).” (14)

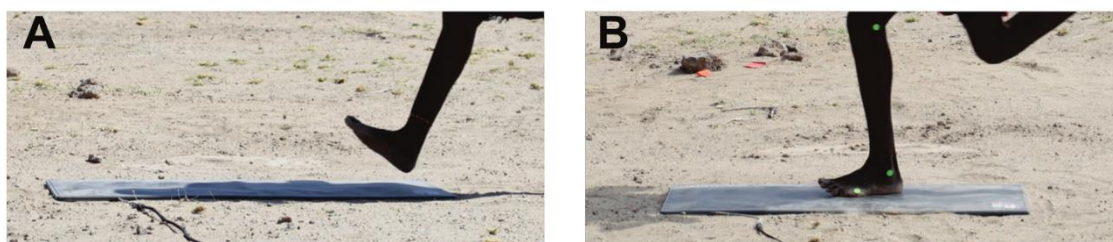
Si bien se evidencian cambios en patrones biomecánicos, un ensayo controlado aleatorio en 2019 tuvo como propósito investigar los efectos de una habituación a correr descalzo versus calzado en la biomecánica de carrera. Aquí, adultos jóvenes sin experiencia de correr descalzo ejecutaron durante 8 semanas 15 minutos de carrera en cinta rodante al 70% del VO₂. Declarando que “(ángulos de tobillo, pie y rodilla en contacto con el suelo y tiempo de vuelo, tiempo de contacto, cadencia y fuerzas máximas) no cambiaron significativamente...” (15)

Por último y de mayor relevancia sobre los resultados basados en biomecánica, un estudio de casos y controles, sobre un programa escolar de correr descalzo en la biomecánica de esprintar en niños. Contemplada en 2021 (Japón) donde ciento un niño de la escuela de educación descalzo (edad, $11,2 \pm 0,7$ años) y 93 niños de una escuela de control (edad, $11,1 \pm 0,7$ años), realizaron 50 m de velocidad máxima calzados y descalzos y saltos con contramovimiento y cinco saltos de rebote repetidos. Luego de cuatro años desarrollando el programa, pudiendo demostrar que “La biomecánica de sprints en escolares de educación descalzo se caracterizó por tiempos de contacto significativamente más cortos ($p = 0,003$) y tiempos de vuelo más largos ($p = 0,005$) en comparación con los escolares de control, independientemente de la condición del calzado. En la carrera de velocidad calzada, una mayor proporción de niños descalzos en la escuela de educación corrió con un golpe de antepié o medio del pie en comparación con los niños de la escuela de control ($p < 0,001$). Los escolares de educación descalzo también tuvieron una altura de salto de rebote significativamente mayor ($p = 0,002$) y un tiempo de contacto más corto que los escolares de control ($p = 0,001$).” (16)

IV.c, Golpe de pie

Respetando una línea temporal de artículos publicados y comenzando por el año 2013 se presentan resultados en el cambio de pisada. Este ensayo clínico se basa sobre la selección de patrones de pisadas de pie en carrera entre otro grupo moderno habitualmente descalzo, el Daasanach del norte de Kenia. Aquí, 38 adultos corrieron

carreras de velocidad y de resistencia, obteniendo como resultados que “la influencia de la velocidad en el tipo de golpe fue estadísticamente significativa ($p = 0,0368$). Por lo tanto, estos resultados indican que no todas las personas habitualmente descalzas prefieren usar un FFS cuando corren a las velocidades de carrera que ellos mismos han seleccionado. Muestran que nuestro grupo de muestra prefirió consistentemente un RFS o MFS a un FFS incluso al correr.”



“Estos resultados sugieren que la adopción de un FFS, aunque poco común en nuestro grupo de muestra, redujo las fuerzas de impacto experimentadas al pisar el pie.” [17]

En abril de 2014, treinta corredores habitualmente calzados (edad media $25,5 \pm 5,2$ años) corrieron en una cinta de correr instrumentada a 10km/h calzados y descalzos en un orden aleatorio, lo cual consiguieron contemplar que “Veinte participantes demostraron una transición automática a un aterrizaje sin golpe de talón durante la carrera descalzo, mientras que se observó un patrón de aterrizaje mixto en 10 participantes. En comparación con la carrera con calzado, tanto VALR como VILR se redujeron significativamente durante la carrera descalzo ($p < .021$). En el análisis de subgrupos, VALR para la condición de calzado fue significativamente más alto que correr descalzo, independientemente del patrón de aterrizaje. VALR para el patrón sin tacones durante la carrera descalzo fue significativamente más bajo que los participantes con un patrón de aterrizaje mixto. Por el contrario, observamos a dos participantes que alteraron por completo sus patrones de aterrizaje, presentaron valores altos de VALR y VILR. Los corredores calzados habituales presentaron tasas de carga más bajas al correr descalzo, pero sus transiciones de patrón de aterrizaje no fueron uniformes. Los corredores descalzos novatos con un patrón de aterrizaje mixto pueden soportar tasas de carga más altas, en comparación con aquellos que evitaron por completo el patrón de golpe de talón. Sin embargo, una modificación completa del patrón de aterrizaje puede no garantizar tasas de carga más bajas.” [18]

En mayo del mismo año un artículo de 12 semanas de correr descalzo, intervienen en atletas recreativas ($n = 9,29 \pm 3$ años de edad) y un grupo control de $n = 10$, edad 30 ± 4 años) que continuaron corriendo con calzado estándar. Este artículo se acerca a parámetros específicos en cuanto a la edad de interés. Lograron establecer que “un

programa de transición de 12 semanas en SBR podría ayudar a los atletas que buscan un patrón de golpe más en el antepié y una cinemática "descalzo", independientemente del calzado preferido. No se produjeron cambios significativos en los controles.”. [19] Coincidiendo con los resultados de Colm Mc Carthy y cols. en 2015 confirmando que “Los patrones de golpe del pie cambiaron de una latencia media grupal del talón al dedo del pie que indica un golpe del pie trasero (20,8 ms) cuando se calza, a uno que indica un golpe del antepié (-1,1 ms) cuando está descalzo ($P < 0,001$).” [20]

Un análisis en 2016 sobre la iniciación de la carrera descalzo, realizaron pruebas para verificar la influencia de tres condiciones de carrera (descalzo natural BF, descalzo con golpe forzado hacia atrás BRS y calzado SH). “Sólo el 68% de los corredores adoptaron un patrón de pisada sin retropié durante la BF.” [21]

En cuanto a activaciones de los músculos de las extremidades inferiores durante la carrera descalzo y calzado, se realizó una investigación de la misma con patrones de pisada en el antepié o retropié, lo cual basados en los resultados obtenidos, este artículo de 2017 hace referencia a que “usar zapatos o no es menos importante para la activación muscular que la forma en que los corredores golpean el suelo con el pie. En conclusión, la guía para cambiar las fuerzas externas aplicadas en las extremidades inferiores debe apuntar a la cuestión de los patrones de pisada del retropié o del antepié.” [22]. A mediados de mayo de dicho año anteriormente, se investigó los apoyos del pie descalzo, minimalista y calzado acolchados, comparando la distribución de la presión plantar al trotar. Nueve hombres de entre 24 y 25 años que practicaban carreras de larga distancia, “descalzos mostraron la mayor presión en el antepié, seguidos por los que corrieron con zapatos minimalistas y zapatos acolchados. Por el contrario, la presión del talón en las personas que corren con zapatos acolchados fue significativamente mayor que en las que usan zapatos minimalistas o corren descalzos.” [23]

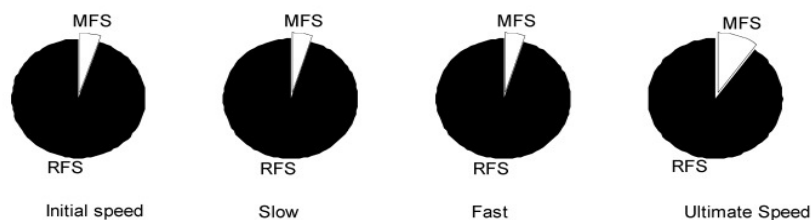
Otra manera de reclutar información en cuanto a la pisada es la utilizada por el estudio observacional en 2018 al investigar los efectos de la habituación al calzado en los patrones de pisada de niños y adolescentes (de 6 a 18 años) de Sudáfrica ($n = 288$) y Alemania ($n = 390$). Estos participantes realizaron múltiples pruebas de trote y carrera de 20 m con y sin zapatos, capturando cada golpe con una cámara de alta velocidad concluyendo que; “Los patrones de pisada difieren entre los niños que crecen descalzos y los que usan zapatos con regularidad. La frecuencia de RFS al correr calzados y descalzos es mayor en niños que crecen descalzos, mientras que converge al final de la adolescencia. Junto con los hallazgos secundarios y la literatura actual, se puede

concluir que la utilización de FSP es multifactorial y parece estar influenciada por la habituación al calzado, la edad, el sexo, la velocidad, la superficie del terreno, el calzado aplicado y la experiencia de carrera. [24]

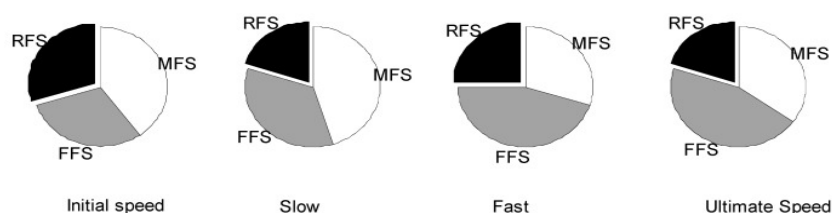
Gran parte de las investigaciones presentan resultados de la prueba; aunque no fue verificada si existe una transferencia de las mismas. En 2018 examinaron la dinámica de las extremidades inferiores y los resultados clínicos de 26 corredores calzados RFS que realizaron una transición de 8 a 10 semanas a correr descalzo. Luego de evaluar los patrones de pisada antes y después de la transición, indicaron que “los corredores no adoptan de forma innata las características biomecánicas que se cree que reducen el riesgo de lesiones en respuesta a una transición de carrera descalzo sin instrucciones.” [25]

Por último, acercándonos a la actualidad, específicamente en marzo de 2020 se encontró “un efecto agudo de correr descalzo en el aterrizaje del pie que cambia de un golpe con el retropié a un patrón de golpe con el antepié”. [26] Meses posteriores, un artículo que se encargó examinar la correlación entre el patrón de pisada, la velocidad de carrera y las condiciones de calzado. “Los resultados sugieren que los corredores golpean con diferentes patrones cuando corren con y sin zapatos ($\chi^2 = 99,07, p < 0,01$); los corredores preferían adoptar el golpe del talón independientemente de la velocidad de carrera cuando corrían con zapatos. Al correr descalzo, solo el 23,8% de los golpes de aterrizaje fueron retropié, y la distribución del patrón de golpe no cambió significativamente con la velocidad de carrera ($\chi^2 = 2.26, p = 0,89$). En resumen, la preferencia de pisada de los corredores se correlaciona con la condición del pie (descalzo o calzado) en lugar de la velocidad de carrera.” [27]

With Shoes



Barefoot



IV.d, La velocidad descalzo.

La mayoría de los estudios sobre correr descalzo no ha considerado la velocidad como un factor influyente en el patrón de pisada. Así, en 2020 Ran Wang y cols. propusieron como objetivo investigar las diferencias en el patrón de pisada y las características espacio – temporales entre la carrera por tierra descalzo y calzada a diferentes velocidades. Para la misma utilizaron a 15 hombres con actividad recreativa que se autodefinieron como goleadores habituales con el retropié. Estos completaron pruebas de carrera calzada y descalza a diferentes velocidades (90%, 80%, 70% y 60% de V_m). La obtención de este estudio demostró un “efecto de interacción significativo de la velocidad de carrera y el estado del calzado ($p < 0,05$) en el ángulo de contacto pie-suelo, el ángulo de flexión plantar-dorsal del tobillo y el tiempo de contacto. Hubo un efecto principal de la velocidad de carrera ($p < 0.01$) en el tiempo de vuelo, la longitud del paso y la velocidad del paso. Hubo un efecto principal de la condición del calzado en la longitud del paso ($p < 0.01$). Los participantes estaban más inclinados a flexionar plantar el tobillo y hacer contacto con el suelo con el antepié en porcentajes más altos de V_m , especialmente cuando corrían descalzos.” [28]

IV.e, Correr descalzo y el costo metabólico.

Aunque en esta búsqueda científica no resultan relevantes los datos en cuanto al gasto metabólico, se pueden mencionar artículos relacionados y localizados en la misma a modo informativo adicional. Uno de los datos presentados en 2005, en cuanto a almacenamiento y restricción de energía elástica fue que los “pies descalzos mostraron principalmente menor tiempo de contacto y vuelo ($p < 0.05$), menor pico pasivo (1.48 versus 1.70 peso corporal, $p < 0.05$), mayor impulso de frenado y empuje ($p < 0.05$) y mayor preactivación de los músculos tríceps surales ($p < 0,05$) que calzados.”[29] Concluyendo que correr descalzo podría mejorar el almacenamiento y restitución de energía elástica a nivel de los extensores del tobillo.

Por otro lado, en 2014, Paulson y Braun hicieron referencias en cuanto al costo metabólico, al investigar a 8 corredoras de distancia bien entrenadas (edad media = 20,1 +- 1,4 años). Éstas realizaron 3 pruebas de economía de carrera en días separados en condiciones descalzo, calzado minimalista y zapatillas para correr. Estas pruebas revelaron una “diferencia estadísticamente significativa para la economía de carrera ($p = 0,04$), expresada como consumo relativo de oxígeno por km en condición descalzo

(calzado para correr: $204,51 \pm 2,84$; calzado minimalista: $198,21 \pm 3,04$; descalzo: $193,26 \pm 3,62$ ml · kg (-1) · km (-1)) vs. zapatilla para correr. “[30]

Para 2016 un artículo descubrió que a “una velocidad natural de caminar, caminar descalzo es más económico que caminar calzados a la misma velocidad en los niños. El mayor costo energético de caminar con calzado debe tenerse en cuenta al evaluar el uso de calzado por parte de los niños.” [31] Este hallazgo se llevó a cabo con 25 niños (9,7 +- 1,4 años) que caminaron a un ritmo autoseleccionado de manera descalza y con zapatilla para correr.

IV.f, Patologías y lesiones.

No sólo se ha investigado qué cambios suceden a la hora de correr sin calzado y las relaciones biomecánicas y fisiológicas, sino también desde 1997 artículos de investigaciones pusieron el foco en cuestiones patológicas y lesivas. Desde 1957 (primera zapatilla de running) hasta la fecha de la investigación, ningún dato científico avala la correcta protección. Para entonces los zapatos deportivos caros representaban un 123% más de frecuencia de lesiones que los más baratos al crear una sensación falsa de seguridad en los usuarios, proporcionando “un mecanismo plausible que explica una mayor frecuencia de lesiones en los usuarios de calzado deportivo caro. Este es el primer informe que sugiere: la publicidad engañosa de dispositivos de protección puede representar un peligro para la salud pública y es posible que deba eliminarse presumiblemente mediante regulación; una tendencia en los seres humanos a ser menos cautelosos cuando se utilizan nuevos dispositivos de beneficio desconocido debido a actitudes demasiado positivas asociadas con la nueva tecnología y los dispositivos novedosos.” [32]

En cuanto a la rodilla se determinaron las diferencias biomecánicas durante el aterrizaje de una sola extremidad realizado con y sin calzado en sujetos con reconstrucción del ligamento cruzado anterior en el que los “ángulos y momentos máximos de flexión de la rodilla se redujeron significativamente durante la prueba descalzo en los ocho sujetos solo para la extremidad operada ($p < 0.01$). Sin embargo, las diferencias fueron pequeñas; diferencia angular media de 3 grados y diferencia de momento medio de 0,2 Nm / kg. Los ángulos de flexión de la rodilla en el contacto inicial y las fuerzas máximas de reacción vertical con el suelo no se vieron afectados por el desgaste del calzado.” [33]. Si bien afecta variables biomecánicas, no de manera que impacte en las comparaciones entre miembros operados y contralaterales. Y en cuanto a maniobra de corte lateral en rodillas sanas, “SD produjo un momento pico de aducción y corte

significativamente ($p \leq 0.05$) mayor, mientras que BF causó más impacto anterior del pie. Corte lateral cuando BF no ejerce más tensión sobre el LCA que cuando SD. Nuestros hallazgos sugieren que las maniobras de corte lateral cuando BF no aumentarán la tensión en el LCA.” [34]

Un estudio de 2015 revela que, en jóvenes sanos, el Índice de Asimetría Integral (CAI) medio para correr con calzado ($131,2 \pm 48,5$; media \pm desviación estándar) fue significativamente menor ($p = 0,041$) que el CAI para correr descalzo ($155,7 \pm 39,5$). [35] Lo mismo se consideró con adultos no habituales descalzos, en comparación con caminar con zapatos para correr neutrales, “caminar descalzo produjo una peor simetría de lo siguiente: fuerza de la articulación del tobillo en el plano sagital, momento de la articulación de la rodilla en el plano transversal y momento de la articulación del tobillo en el plano frontal. mientras se mejora la simetría del ángulo articular en el plano sagital a nivel de las articulaciones del tobillo y global (cadera-rodilla-tobillo). Caminar con zapatos MBFT tuvo un rendimiento de simetría de la marcha intermedia en comparación con caminar descalzo / caminar con zapatos para correr neutrales.” [36]. Mientras que en “los corredores lesionados con la mayor asimetría (mayores valores de SI) mostraron una asimetría significativamente menor cuando corrieron BF para las tres medidas de velocidad de carga.” [37]

Entre 2014 y 2017 patologías relacionadas con el uso de calzado demostraron que, a largo plazo, utilizar zapatos de tacón alto resultó “en aumentos sustanciales en la tensión del fascículo muscular y la activación muscular durante la fase de apoyo en comparación con caminar descalzo.” [38] Más detalladamente en un desplazamiento del talón de 10 mm la “velocidad acústica máxima en el tendón de Aquiles (P1, P2) fue significativamente mayor con zapatillas para correr.”, aumentando la carga de tracción en el tendón de Aquiles. [39] Aunque en pruebas con personas pre y post entrenamiento demostraron que la “tasa de carga inicial aumentó en los corredores entrenados cuando estaban descalzos, pero no calzados. La rigidez de la rodilla calzada aumentó en ambos grupos después de la fatiga, mientras que la rigidez de la rodilla descalza disminuyó solo en el grupo entrenado.” [40]

V. Discusión

El autor considera que no está evidencialmente claro si correr descalzo genera un patrón biomecánico favorable para la velocidad. Los datos recopilados más relevantes de esta investigación involucran a los siguientes autores, Lieberman, Ying – Jen Lai, Martín Mackey, Mizushima y Karsten Hollander, siendo la misma solo el 1,52% del total de la

búsqueda. Siendo notorio las limitaciones de resultados obtenidos hasta el día de la fecha, el mismo considera que nuevas investigaciones serian de total importancia para conocer sobre los beneficios o controversias que pueden obtenerse sobre algo básico como lo es el correr o caminar descalzo. Si futuros resultados coinciden con los autores nombrados anteriormente, aprecia proceder a recomendaciones de ejecución de formas de llevar a cabo entrenamientos.

VI. Conclusión

De la totalidad de los estudios recopilados, el que resulta más relevante al conllevar cierta necesidad inminente es el programa escolar diario de carreras descalzas en la biomecánica de las carreras de velocidad en los niños. Los resultados obtenidos coinciden con un rango de edad de interés (11,2 +- 0,7 años) que realizaron adaptaciones durante 4 años de pruebas de actividades de sprint. Esta investigación no sólo considera un control durante un periodo prolongado en el tiempo, sino también una observación de pruebas y resultados de suma relevancia alcanzados en el sprint; ya que las demás pruebas de carrera nunca datan de ejecuciones a máxima velocidad. Mizushima y cols. sugieren, "que los programas escolares de correr descalzo pueden mejorar aspectos de la biomecánica de velocidad y desarrollar la capacidad del ciclo de estiramiento-acortamiento en los niños." [16.1]

El autor cree en la su hipótesis de que entrenar la velocidad sin zapatos tenga beneficios en la biomecánica de la carrera, principalmente en la "fase de impulso", ya que es la más importante de todas en cualquier plano de movimiento en la que se esté corriendo. Al detenerse en la consideración que tendría dicha relación si se contempla que, al correr en velocidad descalzo, se adoptaría un golpe más con el antepié (forma más eficiente), como también una mayor activación de los músculos de estas extremidades, menor tiempo de contacto y tiempos de vuelos más altos. Capitalizados estos resultados en el marco de la teoría de M. Mackey en base a la necesidad de un deportista de realizar unas "10.000" repeticiones, para poder ejecutar un movimiento de manera inconsciente; el autor piensa que es un verdadero desafío realizar futuros entrenamientos de la velocidad de manera descalza para poder así mejorarla.

Actualmente esa relación de resultados no se encuentra con total claridad, ya que cabe reiterar afirmaciones anteriores sobre el alto porcentaje de pruebas que carecen de contundencia tanto en la forma en la que se realiza, como en la población y tiempo de recopilado. Posteriormente a lo expuesto, implementar esta práctica respetando los

recaudos correspondientes el auto estima posiblemente no ser una decisión desafortunada, basada en la selección natural que nos ha brindado la evolución humana.

Considerablemente pensar en futuras investigaciones es de suma importancia para conocer con mayor profundidad qué sugiere nuestra evolución en cuanto al cuidado y desarrollo de la forma de caminar, correr o esprintar. Apreciablemente sería importante una serie de investigaciones para seguir un orden de descubrimiento que estén respaldados por trabajo de campo con pruebas contundentes y en periodos de tiempo largos, principalmente enfocados en una franja etaria que involucren a niños y adolescentes, siendo estas las etapas en las que el cuerpo se encuentra en crecimiento y desarrollo óptimos.

- Como primera instancia, la investigación a profundizar y demostrar, debería estar centrada en si correr en velocidad de manera descalza, adopta patrón biomecánico que mejora dicha capacidad condicional.
- Seguidamente, averiguar si estas adaptaciones se transfieren al momento de utilizar calzado. Ya que los deportes en los que se realizan los sprint suelen tener un calzado particular de uso obligatorio
- Por último, sugerir puntos claves a tener en cuenta para planificar entrenamientos específicos de la velocidad sin calzado desde la iniciación de la misma y evoluciones en el tiempo.

VII. Bibliografía

- 1- Liberman DE. Lo que podemos aprender sobre correr descalzo: una perspectiva médica evolutiva. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 2012 [citado el 2 de febrero de 2024];40(2):63–72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22257937/>
- 2- Aibast H, Okutoyi P, Sigei T, Adero W, Chemjor D, Ongaro N, et al. Estructura y función del pie en adolescentes habitualmente descalzos y calzados en Kenia. *Representante médico de Curr Sports* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];16(6):448–58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29135646/>
- 3- Prof. De Diego Moreno. Velocidad: Conceptos y clasificación. *Artículos y Blog* [Internet]. 2014 [citado el 10 de junio de 2021]; Disponible en: <https://g-se.com/velocidad-conceptos-y-clasificacion-bp-X57cfb26d9f725>
- 4- Lai YJ, Chou W, Chu IH, Wang YL, Lin YJ, Tu SJ, et al. ¿Cambiará el patrón de pisada a diferentes velocidades de carrera con o sin calzado? *Int J Environ Res Salud Pública* [Internet]. 2020 [citado el 2 de febrero de 2024];17(17):6044. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32825222/>
- 5- PREPARACIÓN FÍSICA UNIÓN ARGENTINA DE RUGBY PROF. MARTÍN MACKEY MÓDULO 1 CALIDAD DE MOVIMIENTOS METODOLOGÍA
- 6- Mizushima J, Keogh JWL, Maeda K, Shibata A, Kaneko J, Ohyama-Byun K, et al. Efectos a largo plazo del programa escolar de carrera descalzo sobre la biomecánica de carreras de velocidad en niños: un estudio de casos y controles. *Postura de la marcha* [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2024];83:9–14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33035819/>
- 7- Lww.com. [citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://journals.lww.com/acsm->
- 8- Rolian C, Lieberman DE, Hamill J, Scott JW, Werbel W. Caminar, correr y la evolución de los dedos cortos en humanos. *J Exp Biol* [Internet]. 2009 [citado el 2 de febrero de 2024];212(5):713–21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19218523/>
- 9- Kaplan Y. Correr descalzo versus correr con zapatos: del pasado al presente. *Phys Sportsmed* [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2024];42(1):30–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24565819/>
- 10- Bonacci J, Vicenzino B, Spratford W, Collins P. Quítese los zapatos para reducir la tensión en la articulación femorrotuliana durante la carrera. *Br J Sports Med*

- [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2024];48(6):425–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23850795/>
- 11- Rao G, Chambon N, Guéguen N, Berton E, Delattre N. ¿El uso de zapatos afecta la eficiencia biomecánica? *J Biomecánica* [Internet]. 2015 [citado el 2 de febrero de 2024];48(3):413–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25575884/>
 - 12- Thompson MA, Lee SS, Seegmiller J, McGowan CP. Comparación cinemática y cinética de correr descalzo y calzado en corredores que pisan la parte media/antepié y retropié. *Postura de la marcha* [Internet]. 2015 [citado el 2 de febrero de 2024];41(4):957–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25827681/>
 - 13- Mei Q, Fernandez JW, Hume P, Gu Y. Investigación de la función biomecánica de los dedos de los pies mediante manipulación externa integrando el análisis. *Acta Bioeng Biomech* [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2024];18(1):97–102. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27150199/>
 - 14- Aibast H, Okutoyi P, Sigei T, Adero W, Chemjor D, Ongaro N, et al. Estructura y función del pie en adolescentes habitualmente descalzos y calzados en Kenia. *Representante médico de Curr Sports* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];16(6):448–58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29135646/>
 - 15- Hollander K, Liebl D, Meining S, Mattes K, Willwacher S, Zech A. Adaptación de la biomecánica de la carrera a la carrera repetida descalza: un estudio controlado aleatorio. *Am J Sports Med* [Internet]. 2019 [citado el 2 de febrero de 2024];47(8):1975–83. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31166116/>
 - 16- Mizushima J, Keogh JWL, Maeda K, Shibata A, Kaneko J, Ohyama-Byun K, et al. Efectos a largo plazo del programa escolar de carrera descalzo sobre la biomecánica de carreras de velocidad en niños: un estudio de casos y controles. *Postura de la marcha* [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2024];83:9–14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33035819/>
 - 17- Hatala KG, Dingwall HL, Wunderlich RE, Richmond BG. Variación en los patrones de pisada durante la carrera entre poblaciones habitualmente descalzas. *PLoS One* [Internet]. 2013 [citado el 2 de febrero de 2024];8(1):e52548. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23326341/>
 - 18- Cheung RTH, Arco iris MJ. Patrón de aterrizaje y tasas de carga vertical durante el primer intento de correr descalzo en corredores calzados habituales. *Hum Mov*

- Sci [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2024];34:120–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24556474/>
- 19- McCarthy C, Fleming N, Donne B, Blanksby B. 12 semanas de carrera descalza simulada cambian los patrones de pisada en corredoras. *Int J Sports Med* [Internet]. 2013 [citado el 2 de febrero de 2024];35(05):443–50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24048910/>
- 20- McCarthy C, Fleming N, Donne B, Blanksby B. Correr descalzo y cinemática de la cadera: ¿Buenas noticias para la rodilla? *Ejercicio deportivo de ciencia médica* [Internet]. 2015 [citado el 2 de febrero de 2024];47(5):1009–16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25207927/>
- 21- Lucas-Cuevas AG, Priego Quesada JI, Giménez JV, Aparicio I, Jiménez-Pérez I, Pérez-Soriano P. Iniciación a correr descalzo: efectos sobre la activación muscular y las aceleraciones de impacto en corredores habitualmente calzados con el pie trasero. *EJSS (Champaign)* [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2024];16(8):1145–52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27346636/>
- 22- Ervilha UF, Mochizuki L, Figueira A Jr, Hamill J. ¿Se alteran los patrones de activación muscular al correr calzado y descalzo con un patrón de pisada en el antepié? *J Ciencias deportivas* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];35(17):1697–703. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27626955/>
- 23- Szulc P, Waszak M, Bartkowiak M, Bartkowiak P, Tomczak M, Boch-Kmieciak J, et al. Distribución de la presión plantar al correr descalzo o con zapatos minimalistas en personas que solían correr con zapatos acolchados. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];57(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26955905/>
- 24- Hollander K, de Villiers J, Venter R, Sehner S, Wegscheider K, Braumann KM, et al. Los patrones de pisada difieren entre niños y adolescentes que crecen descalzos o calzados. *Int J Sports Med* [Internet]. 2018 [citado el 2 de febrero de 2024];39(02):97–103. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29145687/>
- 25- Hashish R, Samarawickrame SD, Sigward S, Azen SP, Salem GJ. Dinámica de las extremidades inferiores y resultados clínicos de corredores habitualmente calzados que hacen la transición a correr descalzo. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2018 [citado el 2 de febrero de 2024];29:93–100. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28325673/>

- 26- da Silva CC, Machado AS, dos Santos GR, Schimidt HL, Kunzler MR, Carpes FP. Las respuestas agudas a correr descalzo 5 km en cinta rodante implican cambios en la cinemática del aterrizaje y dolor muscular de aparición tardía. Postura de la marcha [Internet]. 2020 [citado el 2 de febrero de 2024];77:231–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32062402/>
- 27- Lai YJ, Chou W, Chu IH, Wang YL, Lin YJ, Tu SJ, et al. ¿Cambiará el patrón de pisada a diferentes velocidades de carrera con o sin calzado? Int J Environ Res Salud Pública [Internet]. 2020 [citado el 2 de febrero de 2024];17(17):6044. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32825222/>
- 28- Wang R, Fukuda DH, Cheng P, Hu Y, Stout JR, Hoffman JR. Efectos diferenciales de la velocidad en el patrón bidimensional de pisada durante la carrera descalza y calzada en hombres recreativamente activos. Biomecánica deportiva [Internet]. 2020 [citado el 2 de febrero de 2024];19(4):438–51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30136909/>
- 29- Divert C, Mornieux G, Baur H, Mayer F, Belli A. Comparación mecánica de correr descalzo y calzado. Int J Sports Med [Internet]. 2005 [citado el 2 de febrero de 2024];26(7):593–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16195994/>
- 30- Paulson S, Braun W. Examen mecánico y fisiológico de las condiciones descalzas y calzadas en corredoras. Int J Sports Med [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2024];35(09):789–93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24577857/>
- 31- Shultz S, Houltham S, Kung S, Hume P, Fink P. Diferencias metabólicas entre caminar calzado y descalzo en niños. Int J Sports Med [Internet]. 2016 [citado el 2 de febrero de 2024];37(05):401–4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26837929/>
- 32- Robbins S, Waked E. Peligro de publicidad engañosa del calzado deportivo. Br J Sports Med [Internet]. 1997 [citado el 2 de febrero de 2024];31(4):299–303. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9429006/>
- 33- Webster KE, Kinmont CJ, Payne R, Feller JA. Diferencias biomecánicas en el aterrizaje con y sin calzado después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]. 2004 [citado el 2 de febrero de 2024];19(9):978–81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15475132/>
- 34- Bisesti BA, Lawrence MA, Koch AJ, Carlson LA. Comparación de momentos de rodilla y patrones de aterrizaje durante una maniobra de corte lateral: calzado versus descalzo. J Fuerza Cond Res [Internet]. 2015 [citado el 2 de febrero de 2024];19(9):978–81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15475132/>

- 2024];29(11):3075–8. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26506061/>
- 35- Hoerzer S, Federolf PA, Maurer C, Baltich J, Nigg BM. El calzado disminuye la asimetría de la marcha al correr. PLoS One [Internet]. 2015 [citado el 2 de febrero de 2024];10(10):e0138631. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26488484/>
- 36- Xu Y, Hou Q, Wang C, Simpson T, Bennett B, Russell S. ¿Qué tan bien pueden los jóvenes descalzos modernos y no habituales adaptarse a caminar descalzos y con zapatos minimalistas con tecnología descalza, con respecto a la simetría de la marcha? Biomed Res Int [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];2017:1–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29214168/>
- 37- Tenforde AS, Ruder MC, Jamison ST, Singh PP, Davis IS. ¿Se mejora la simetría de la carga en los corredores lesionados durante la carrera descalza para principiantes? Postura de la marcha [Internet]. 2018 [citado el 2 de febrero de 2024];62:317–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29614463/>
- 38- Cronin Nueva Jersey, Barrett RS, Carty CP. El uso prolongado de zapatos de tacón altera la neuromecánica de la marcha humana. J Appl Physiol [Internet]. 2012 [citado el 2 de febrero de 2024];112(6):1054–8. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22241055/>
- 39- Usar SC, Reed L, Hooper SL, Bartold S, Smeathers JE, Brauner T. Las zapatillas para correr aumentan la carga del tendón de Aquiles al caminar: un estudio de propagación acústica. Ejercicio deportivo de ciencia médica [Internet]. 2014 [citado el 2 de febrero de 2024];46(8):1604–9. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24500535/>
- 40- Tam N, Coetzee DR, Ahmed S, Lamberts RP, Albertus-Kajee Y, Tucker R. La fatiga aguda afecta negativamente los factores de riesgo de lesiones en corredores entrenados pero no bien entrenados que calzan habitualmente cuando corren descalzos. EJSS (Champaign) [Internet]. 2017 [citado el 2 de febrero de 2024];17(9):1220–9. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28820647/>