

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA**



**INFLUENCIA DEL DROP EN CORREDORES EN LOS  
PARÁMETROS DE CADENCIA Y TIEMPO DE CONTACTO**

**AUTOR:** JÚLIA SISCAR BORDES

**Nº expediente.** 468

**TUTOR:** JOSÉ ANTONIO BERNA GASCÓN

**Departamento y Área.** PSICOLOGÍA DE LA SALUD, ÁREA DE ENFERMERÍA

**Curso académico** 2015- 2016

**Convocatoria de** SEPTIEMBRE

## **AGRADECIMIENTOS**

Debo agradecer la ayuda de mi tutor, José Antonio Berna, por haber encaminado este trabajo de la mejor forma posible, habiéndose involucrado totalmente en la realización del mismo y por todas sus aportaciones.

Por otra parte, agradecer a los 10 corredores que han participado en este trabajo y han hecho posible que se pueda realizar.



## RESUMEN

### **Antecedentes:**

La técnica de carrera llamada *barefoot* o *natural running* se considera una forma de correr donde el pie aprovecha todas sus características de las cuales dispone, sin comprometer sus movimientos naturales. Se considera una técnica menos lesiva que la carrera convencional y más natural.

El *natural running* o *barefoot* está siendo cada día más practicado, básicamente por corredores los cuales han sufrido lesiones diversas en sus carreras, y han optado por cambiar su técnica. Este cambio de técnica viene dado también por un cambio de calzado, llamado minimalista, el cual reduce las amortiguaciones y el drop, aumentando así la propioceptividad, con esto se cambia el primer contacto de la carrera, evitando así de impactar con el talón, aumentando la cadencia y disminuyendo la zancada.

Cambiar de técnica y de calzado comporta una adaptación y un entrenamiento adecuados para evitar así lesiones en otras zonas.

### **Objetivos:**

El presente estudio, se basó en observar los cambios en la cadencia cuando un corredor convencional realizaba la carrera descalzo.

Al mismo tiempo se calculó el tiempo en que el pie, después del primer impacto, permanecía en el suelo.

## **Material y métodos**

Se planteó un estudio experimental donde se comparó en cada uno de los corredores convencionales que formaron parte del estudio, qué sucedía cuando realizaban la carrera descalzos. Se comparó en ambas situaciones (con calzado convencional y descalzo), qué sucedía en el corredor en cuanto a la cadencia para poder comparar cuánto tiempo permanecía el pie en el suelo usando calzado o no.

## **Resultados**

Los resultados establecen que el corredor convencional, si su técnica de carrera se realiza descalzo, corriendo a la misma velocidad la cadencia aumentará y el tiempo de contacto disminuirá. Por otra parte, se observará que al disminuir la velocidad de carrera, ambos parámetros aumentarán.

## **Palabras clave**

*Natural running, barefoot running*, calzado minimalista, drop, tiempo de estancia en el suelo, cadencia.

## **ABSTRACT**

### **Background**

The race technique called barefoot or natural running is considered a way of running in which the foot takes advantage of all its available characteristics without endangering its natural movements which form it anatomically. It is considered a less detrimental and more natural technique than the conventional race.

The natural running or barefoot is becoming more used by runners that suffered running injuries and then opted for changing their technique. This change of technique comes with a footwear change, called minimalist that reduces the shock absorbers and the drop, increasing this way the proprioceptivity. With all of that, the first race contact changes, avoiding to impact with the heel, increasing the cadence and decreasing the stride.

To change the technique and the footwear implies an appropriate adaptation and training in order to avoid injuries in other areas.

### **Objectives**

The present study was based on observing the changes in the cadence when a conventional runner was running barefooted.

At the same time we calculated how much time was the foot on the floor after the first impact.

## **Material and methods**

It was considered an experimental study where was compared what happened when each runner run barefooted.

It was compared in both situations (with conventional footwear and barefooted), what happened regarding the cadence and how much time was the foot on the floor using footwear or not.

## **Results**

The results show that the conventional runner in his or her race technique is barefooted, running at the same speed, the cadence will increase and the contact time will decrease. On the other side, it will be observed that when the race speed decreases, both values will increase.

## **Key words**

Natural running, barefoot running, minimalist footwear, drop, stay on the floor time, cadence.

## **ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE IMAGENES

ÍNDICE DE TABLAS

1. Introducción	9
1.1 Concepto de <i>barefoot running</i>	9
1.2 Antecedentes del <i>barefoot running</i>	10
1.3 Biomecánica de la Carrera	12
1.4 Diferencias entre carrera convencional y <i>barefoot</i>	13
1.5 Biomecánica y psicomotricidad	14
1.6 Proceso de adaptación a la técnica <i>barefoot</i>	16
1.6.1 Primer impacto de carrera	16
1.7 Justificación del estudio	17
2. Hipótesis	18
3. Objetivos	19
4. Material y métodos	20
4.1 Diseño del estudio aplicado	20
4.2 Variables del estudio	20
4.2.1 variables independientes	20
4.2.2 variables dependientes	21
4.3 Participantes	21
4.4 Criterios de inclusión y exclusión	21
4.4.1 Criterios de exclusion	21
4.4.2 Criterios de inclusión	22
4.5 Material y métodos	22
4.6 Método y recogida de datos	23
4.7 Procedimiento del estudio	24
4.8 Entrada y gestión de datos informáticos	24
4.9 Cronograma	25
4.10 Sesgos y limitaciones	26
5. Resultados	27
6. Discusión	31
7. Conclusión	33
8. Bibliografía	34
9. Anexos	36

## ÍNDICE DE IMÁGENES

-Imagen 1: Corredor de barefoot	9
-Imagen 2: Comparativa de carrera convencional y barefoot	13
-Imagen 3: Diferencias entre barefoot y carrera convencional en la posición	14
-Imagen 4: Comparativa de carrera descalzo y calzado.	18
-Imagen 5: OptoGait	22
-Imagen 6: Cinta de correr Technogym	23
-Imagen 7: Recogida de datos con OptoGait	25
-Imagen 8: Ejemplo de datos en tiempo de contacto	31

## ÍNDICE DE TABLAS

-Tabla 1: Datos de la cadencia a 12Km/h	27
-Gráfica 1: Cadencia a 12Km/h	27
-Gráfica 2: Cadencia a 14Km/h	28
-Gráfica 3: Cadencia a 10Km/h	28
-Tabla 2: Datos tiempo de contacto a 12Km/h	29
-Gráfica 4: Tiempo de contacto a 12Km/h	29
-Gráfica 5: Tiempo de contacto a 14Km/h	30
-Gráfica 6: Tiempo de contacto a 10Km/h	30

## 1. INTRODUCCIÓN



Imagen 1: imagen que representa un corredor de "barefoot"

### 1.1 Concepto de *barefoot running*

Se define *barefoot running*, o minimalismo o *natural running*, un modo de carrera que permite a nuestros pies comportarse tal como fueron diseñados; lo más cercano a "correr descalzo", sin que el zapato intervenga en un cambio en la manera de correr. Muchos corredores sufridores de lesiones crónicas, han decidido optar por esta técnica natural de carrera<sup>1</sup>.

Aunque este cambio de técnica puede llevar a lesiones nuevas, sobretodo de antepie, es necesario por ello un largo período de adaptación lo cual conlleva, aumentar la cadencia y reducir la distancia del paso. El impacto primero sobre talón se evita, aterrizando así

con el mediopie o antepie. Esto conlleva a reducir las fuerzas reactivas del suelo las cuales actúan sobre tobillos, rodillas y cadera.

Como cita Campitelli<sup>1</sup>, en el correr de forma natural, ya no es necesario el control del retropié tanto usado en el calzado convencional o con soportes plantares; por tanto, el exceso de pronación ya no sucede.

Según Campitelli<sup>1</sup>, el Barefoot running trata de que aprendamos a correr aprovechando la amortiguación de la que dispone nuestro pie, sin que el calzado comprometa nuestra posición anatómica.

## **1.2. Antecedentes del *barefoot running***

Muchos autores postulan que correr calzado altera la propioceptividad y la percepción subjetiva del corredor. Daniel Lieberman<sup>2</sup> explica que el ser humano lleva ya millones de años corriendo descalzo y que la zapatilla moderna, fue inventada en los años 70 para dar protección y amortiguación, consiguiendo así, modificar los parámetros de la carrera natural, llevando a contactar primero con el talón, con lo que aumenta el impacto y debilita así la musculatura del pie generando falta de propioceptividad, lo que conllevaría a un aumento de lesiones. De este modo, al evitar el impacto vertical, la cinemática de la cadera se aprovecha para el impulso.

Squadrone R<sup>3</sup>, comprobó que el calzado deportivo convencional, cambia las variables espacio-temporales en el plano sagital y contrastó con las llamadas “fivefingers” que, correr descalzo obliga al pie a entrar en flexión plantar de tobillo, con lo que atenúa el impacto del pie contra el suelo y disminuye el volumen de oxígeno.

Es conocido que la fase de adaptación al calzado minimalista debe ser paulatina y lenta; el pie adquirió una sensibilidad y propiocepción reducidas, así como una estructura muscular acomodada a ese calzado. Lo demuestran así, Giuliani J, Masini B, y Alitz C<sup>4</sup> en su estudio.

En nuestro estudio, se intenta averiguar qué sucede a un corredor convencional cuando realiza running descalzo. Cómo influye la reducción del “drop” en corredores de calzado convencional.

Se hizo un estudio llevado a cabo por Perl DP, Daoud AI, y Lieberman<sup>5</sup>, donde analizaron el peso de una zapatilla minimalista y el tipo de pisada, llegando a la conclusión que es más económico correr con zapatillas minimalistas, que correr con calzado de “running” convencional. Todo ello lleva a una reducción en el tiempo de contacto con el suelo así como el tiempo en la fase de vuelo y la duración de zancada.

Debemos describir la propiocepción; hablar de minimalismo es hablar de propioceptividad.

La propiocepción es el sentido de nuestro cuerpo, de su propia posición, equilibrio y movimiento. El sistema propioceptivo nos proporciona receptores de estiramiento y presión de nuestro sistema muscular, articular y dérmico, informando a nuestro cerebro sobre nuestro entorno. Gran número de receptores se encuentran en los pies, los cuales son el hilo conductor con nuestro entorno físico. Por tanto, el grosor de un calzado con amortiguación, reduce esta retroalimentación sensorial disminuyendo la información al cerebro. Por este motivo, el zapato minimalista debe tener unas características las cuales no nos altere esta sensación y contacto con el suelo. Pero sí debe proteger de los agentes externos que puedan agredir la piel, así como la temperatura<sup>6</sup>.

En otro estudio de Campitelli<sup>7</sup>, referente a las lesiones, hace referencia al calzado, indicando que no hay una base científica donde se pueda recomendar un calzado específico para cada tipo de pie o patología, aunque los fabricantes lo publiciten. Refiere que la forma de correr y los patrones de carrera son los que pueden evitar ciertas lesiones.

Como hemos citado en estudios anteriores, en la técnica minimalista la cadencia aumenta por lo que mantiene al corredor más cerca del suelo reduciendo el movimiento vertical con lo que se disminuyen las fuerzas de impacto contra el suelo. Se conoce la cadencia como número de pasos realizados por minuto. También influye el acortamiento de zancada, el cual es directamente proporcional al parámetro de cadencia.

### **1.3 .Biomecánica de la carrera**

A diferencia de la cinética, que estudia las variaciones de aceleración de un cuerpo, una masa, la cinemática es la encargada de analizar el desplazamiento de dos elementos cinéticos<sup>8</sup>.

La carrera se considera la manera que tenemos de desplazarnos los animales. La carrera es diferenciada de la marcha porque dispone de una fase de vuelo, donde ninguno de los dos pies está en contacto con el suelo.

La carrera consta de diferentes fases:

a) Apoyo monopodal:

Es el contacto con el suelo con un pie preparado para el impulso que le permitirá el desplazamiento.

b) Fase de vuelo:

El centro de gravedad del cuerpo se desplaza anteriormente y es cuando el corredor mantiene los dos pies en el aire, sin contactar con el suelo.

Al terminar la fase de vuelo, la pierna contralateral llega al suelo para empezar el ciclo de nuevo<sup>8</sup>.

#### 1.4. Diferencias entre la carrera convencional y el *barefoot*

En resumen y habiendo revisado bibliografía y conociendo ahora la biomecánica de la carrera convencional, podemos observar las diferencias entre las dos técnicas de carrera.



Imagen 2: comparativa de carrera convencional y barefoot

Como cita Campitelli<sup>1</sup>, en la técnica *barefoot*, ese primer impacto en la zona de talón se suprime, pasando a realizar el primer impacto con la zona de mediopie o antepie. La cadencia del paso aumenta y la distancia disminuye. Con esto, el centro de gravedad del cuerpo avanza por lo que se evita una hiperlordosis lumbar.

El calzado de *running* convencional, conlleva a impactar primero con el talón lo que llevará una posición más erguida del cuerpo donde las fuerzas de reacción del suelo, caen sobre tobillo, rodilla y cadera en el momento del impacto. La cadencia disminuye y la distancia del paso es mayor.



Imagen 3: diferencias entre *barefoot* y carrera convencional en cuanto a la posición del cuerpo<sup>1</sup>

## 1.5 Biomecánica y psicomotricidad

Según el artículo de Roca A. y Sánchez R<sup>9</sup>., los mamíferos en su mayoría, excepto los humanos, mantienen el talón al aire lo cual obliga a correr y caminar sobre las puntas de los pies. Consideran que hay una mejora económica del aparato locomotor.

La invención del calzado fue únicamente de protección y este calzado evolucionó hasta que en los años 70 apareció el calzado deportivo con amortiguación y protección. La amortiguación en el calzado cambia el patrón de carrera.

Diferentes autores consideran que la fase más traumática de la carrera es el primer impacto ya que actúan con gran intensidad las fuerzas de reacción del suelo<sup>9</sup>.

### **1.6 Proceso de adaptación a la técnica *barefoot***

Debemos saber que el proceso de adaptación a la técnica minimalista conlleva un tiempo mínimo de unos seis meses, e incluso un año.

En el artículo de Warburton "*Barefoot running*"<sup>10</sup>, hablan de un entrenamiento diario. Marca como primer objetivo el engrosamiento de la piel de la planta del pie y la adaptación muscular. Para esto recomiendan empezar caminando siempre que se pueda, sin calzado y seguidamente trotar hasta llegar a la carrera, aumentando así, la intensidad y la distancia. Recomienda ejercitar la musculatura intrínseca y extrínseca e incluso caminar por terrenos irregulares para aumentar la propioceptividad.

Una vez nos familiarizamos con diferentes tipos de terreno, y se consigue no sentir dolor, se puede proceder a los siguientes ejercicios como rutina de calentamiento.

Levantar el talón del suelo, dorsiflexionar el tobillo, doblar los dedos y abrirlos en abanico para estimular los lumbricales e interóseos, recoger una toalla con los dedos, transportar el peso del cuerpo de la zona interna a la externa y muchos otros que pueden estar descritos.

Debemos explorar la superficie a correr. Se recomienda correr en diferentes superficies para activar el aparato sensorial.

En un artículo sobre el *Barefoot Running*<sup>11</sup>, citan 7 puntos básicos de preparación:

1. Relajación, para evitar tensiones.
2. Cadencia y zancada. La cadencia hay que aumentarla, por lo que la longitud de zancada disminuye; esto se realiza instintivamente cuando corremos descalzos. Pasos cortos y rápidos.
3. Flexionar las rodillas, para absorber mejor el impacto lo que condiciona al primer impacto con el suelo, que se realizará más anterior que en la técnica convencional.
4. Posición del cuerpo, alineación completa. La cadera y el torso dominan el movimiento y así el pie cae bajo la vertical del cuerpo. El centro de gravedad está más adelantado.
5. Evitar impulsar contra el suelo, para no estirar el pie con los soleos y gastrocnemios.
6. Reducir el tiempo que está el pie en el suelo.
7. Impactar debajo del centro de gravedad, que está más adelantado.

El simple cambio de zapatilla, de la convencional a la minimalista comporta cambios en el volumen y técnica de entrenamiento, siempre para evitar lesiones provocadas por este cambio brusco<sup>12</sup>.

Para evitar lesiones de transición hay que adaptar un programa de entrenamiento específico como hemos comentado anteriormente.

#### 1.6.1- Primer impacto de carrera

En la carrera convencional, se adopta un patrón de apoyo de talón en el primer impacto, donde la zapatilla ya dispone de la amortiguación adecuada para disipar el impacto directo sobre el mismo. Se realizó un estudio<sup>12</sup> donde se comprobó que los corredores de

maratón, casi el 75% de ellos adaptan este patrón. Se hizo un estudio donde se analizó este primer impacto en el quilómetro 15 demostrando que este patrón de carrera era el más frecuente en este tipo de corredores de larga distancia, y la zapatilla usada ya estaba básicamente diseñada para ello. Con esto, el corredor “calzado”, cómodamente se adapta a este patrón de marcha de apoyo de talón.

En este estudio se observó, que el 25% de estos corredores, su primer impacto fue de antepie o mediopie, aun usando calzado convencional, por lo que concluyeron que este mínimo sector de corredores les sería mucho más fácil la adaptación a la técnica *barefoot* ya que su patrón de carrera ya está preparado<sup>12</sup>. A diferencia del corredor minimalista o con calzado considerado minimalista, su patrón de marcha cambia. Existen cambios en parámetros cinéticos y cinemáticos. Los cinemáticos se manifestarán en la fase de primer impacto, un apoyo de antepie o mediopie, disminuyendo los valores de presión bajo el talón o el mediopie, muy bien explicado en el trabajo realizado por Squadrone y Gallozi<sup>2</sup> ya citado anteriormente.

Debido a que el pie es el único segmento que recibe las fuerzas de reacción del suelo, lo convierte en susceptible de recibir lesiones durante la carrera<sup>12</sup>.

### **1.7 Justificación del estudio**

El hecho de realizar nuestro estudio con corredores convencionales y ponerles a correr descalzos es para profundizar más en este tema, puesto que muchos estudios hablan del proceso de cambio entre la carrera convencional al *natural running*.



Imagen 4: Comparativa entre carrera descalzo y carrera con calzado.

Una de las motivaciones a realizar este estudio, fue, conocer qué sucede a nivel objetivo, en la cadencia y en el tiempo de contacto con el suelo, cuando un corredor convencional realiza la carrera descalzo. Muchos artículos encontrados ya hablan de este tema, de ahí la motivación a realizar un estudio donde comprobar uno mismo y corroborar algunos de los datos encontrados.

Puesto que últimamente se empieza a divulgar por los corredores, la técnica *barefoot*, o *natural running*, nuestra curiosidad nos llevó a este estudio.

## 2. HIPÓTESIS

La disminución de drop, hasta 0 o correr descalzo, en corredores convencionales, influye directamente en la técnica de carrera, aumentando su cadencia en la carrera y disminuyendo su tiempo de contacto con el suelo.

### 3. OBJETIVOS

Determinar la variación de la cadencia en el corredor convencional, cuando a éste le ponemos a correr descalzo o correspondiente a una zapatilla minimalista.

Comparar el tiempo que el pie permanece en el suelo descalzo y con un calzado convencional (drop 12 o 14) aplicados ambos casos al mismo corredor. Este mismo corredor actualmente usa el drop convencional.



## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Diseño del estudio aplicado:**

El diseño del estudio que se planteó fue experimental, analítico y prospectivo de base observacional, en el cual se comparó la influencia del drop cero en corredores convencionales.

Se estudiaron corredores convencionales, generalmente corredores de media distancia y distancia corta, con un entrenamiento de unas 5 horas a la semana.

Encontramos una muestra de 10 corredores en un club de running.

Comprobamos si realmente existe un cambio en la cadencia de carrera cuando ponemos a correr descalzo a un corredor convencional.

Otro método que utilizamos fue la medición del tiempo de contacto con el suelo; con un drop elevado y descalzo. Lo que hicimos fue comparar ese tiempo.

### **4.2 Variables del estudio**

4.2.1 Las variables independientes del estudio son:

- Utilización de zapatillas
- Ir descalzo o con zapatilla minimalista

#### 4.2.2 Las variables dependientes serían:

- La edad del corredor
- El sexo
- El peso
- No lesionado

#### 4.3 Participantes:

##### **-Muestra**

Se seleccionaron 10 personas que habitualmente realizan actividad deportiva de atletismo de fondo. La muestra se definió a partir de un tipo de muestreo de juicio no probabilístico en el que las unidades de la muestra se eligieron en función de algunas características, que se buscaron de manera intencionada y racional y no casual.

El estudio se realizó en una consulta privada para las mediciones de posición y tiempo. Todos ellos eran corredores populares de asociaciones deportivas los cuales usaban actualmente un calzado convencional.

#### 4.4 Criterios de inclusión y exclusión:

##### 4.4.1 Criterios de exclusión:

- Corredores que hubiesen padecido alguna lesión reciente.
- Corredores que presenten algún tipo de patología asociada al miembro inferior.

#### 4.4.2 Criterios de inclusión:

- Corredores con edades comprendidas entre 20 y 35 años.
- Corredores populares que forman parte de alguna asociación deportiva.
- Corredores que no hubiesen padecido ninguna lesión en los últimos meses.
- Con más de 5 horas de entreno a la semana.
- Corredores que usan calzado convencional.
- Corredores que no presenten alteraciones biomecánicas u osteopáticas que puedan influir en la carrera, como alteraciones musculares, asimetrías, etc.

#### 4.5 Material:

-OptoGait®: Es un sistema que a través de una barra óptica transmisora y una receptora nos permite realizar un análisis completo tanto de la marcha como de la carrera. Esto es posible gracias a la obtención óptica de datos. Este sistema detecta todos los parámetros espacio-temporales relativos a la marcha, la carrera y todo tipo de movimientos.

Gracias al sistema de software que lleva integrado este sistema, podemos almacenar de una manera fácil y sencilla todos los datos, y comprobarlo rápidamente cuando sea necesario<sup>13</sup>.



Imagen 5: *OptoGait*

-Cinta de correr TechnoGym® modelo Jog500:

La cinta de correr empleada en nuestro estudio para el análisis de la marcha y la carrera fue este modelo de Technogym.

Nos ofrece unas prestaciones completas, que cumplen con los requisitos que precisamos para obtener nuestros datos.

Está diseñada para garantizar una marcha correcta y natural, presenta un completo sistema de seguridad que detecta cuando el sujeto está corriendo y cuando no. Además es apta para todo tipo de público<sup>14</sup>.



Imagen 6: cinta de correr Technogym

#### **4.6 Método y recogida de datos:**

Los datos de cada sujeto del estudio, se recogieron en un formulario donde reflejaba:

1. Datos de filiación y antropométricos.
2. Anamnesis
3. Estudio biomecánico.
4. Exploración deportiva en consulta.

Procedimos a una exploración deportiva para descartar posibles alteraciones biomecánicas que pudieran afectar a la salud física del corredor.

#### **4.7 Procedimiento del estudio:**

Para la intervención escogimos a 10 sujetos, corredores habituales, y que reuniesen los criterios de inclusión específicos recogidos en el apartado anterior.

Para la práctica de correr descalzo o con zapatilla minimalista, los especialistas nos recomiendan hacerlo con una técnica muy depurada, bien consolidada y que se realice tras un proceso de cambio paulatino para el cual se precisa de un entrenamiento específico.

Debido a que este periodo es de unos 3 meses aproximadamente, no pudimos realizar los ejercicios de preparación pertinentes a esta modalidad, por lo que antes de comenzar a exponer la intervención realizada creo que es conveniente comentar que hubiésemos tenido que seguir la guía de vibram fingers<sup>15</sup> y seguir una serie de entrenamientos.

#### **4.8 Entrada y gestión de los datos informáticos**

A través del Sistema OptoGait, medimos la cadencia y el tiempo de contacto con el suelo a las tres velocidades que usamos para nuestro estudio. Estos datos se registran directamente en el ordenador, mediante un programa que nos ofrece una gran cantidad de información de la marcha, incluyendo la posibilidad de volver a verlo gracias a las cámaras que lleva integradas en el sistema.

Una vez obtenidos los datos deseados de los 10 corredores, realizamos la media de los mismos para poder ser analizados posteriormente y mostrados en gráficos para así obtener una visión general de los resultados de estos parámetros.



Imagen 7: recogida de datos con OptoGait

#### 4.9 Cronograma

Se comenzó a sentar las bases del proyecto y desde ese momento se pautaron las partes del trabajo.

- Objetivos e hipótesis: 10 de abril
- Partes del estudio: 21 de abril
- Consentimiento informado: 13 de julio
- Pruebas de cadencia y tiempo de contacto: 13 y 14 de julio
- Analisis datos y resultados: 14 de julio
- Conclusiones finales y revisión: 18 de julio
- Presentación y exposición: 6 de julio

#### **4.10 Posibles sesgos y limitaciones del estudio**

El hacer las mediciones en la cinta de correr, aunque sean precisas, no es el lugar donde tienen costumbre de correr. Aunque Chambon N.<sup>16</sup> demostró en su estudio, que no había cambios cinemáticos entre correr en la calle y en la cinta de correr.

Consideramos el tamaño muestral insuficiente para que los resultados puedan tener relevancia, deberíamos ampliar el estudio aumentando el patrón de muestra.

Por otro lado, cabe la posibilidad de que, debido al escaso tiempo que hemos tenido para realizar la prueba, no ha dado tiempo para que los corredores se adapten de una manera correcta a la carrera descalzo.



## 5. RESULTADOS

-Parámetros:

### 1. Cadencia:

Respondiendo al primer objetivo y observando los cambios en la cadencia al correr calzado y descalzo podemos apreciar estos datos:

Corredor	Cadencia	
	Calzado convencional	Descalzo
corredor 1	165	170
corredor 2	168	177
corredor 3	176	189
corredor 4	163	170
corredor 5	165	177
corredor 6	165	170
corredor 7	165	170
corredor 8	164	171
corredor 9	168	177
corredor 10	165	170

Tabla 1: Cadencia con y sin calzado a su velocidad habitual, 12Km/h



Gráfica 1: Aumento y disminución de la cadencia a 12Km/h



Gráfica 2: Aumento y disminución de la cadencia a 14Km/h



Gráfica 3: Aumento y disminución de la cadencia a 10Km/h

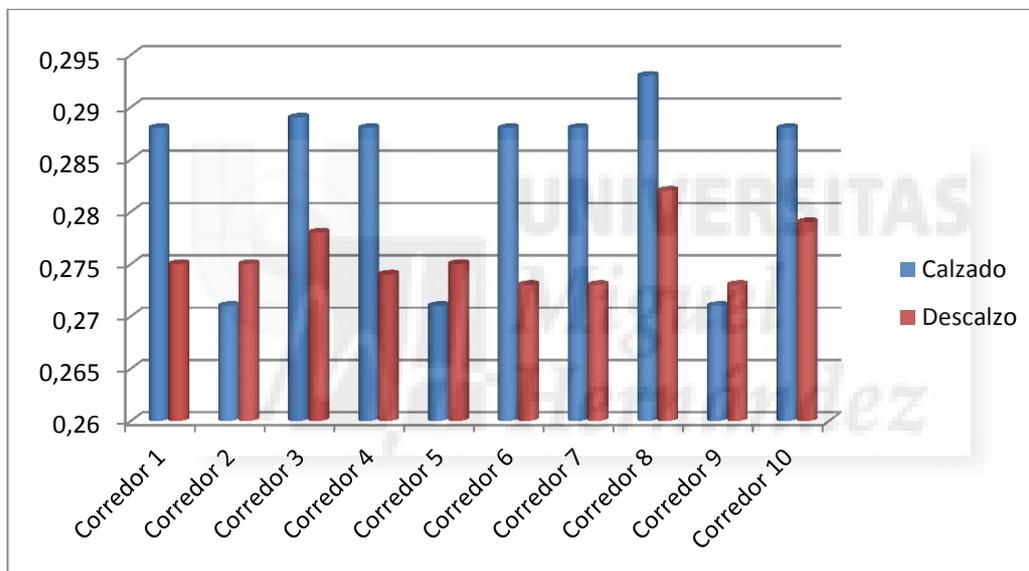
Comprobamos que a su velocidad habitual, 12Km/h, y a una velocidad mayor, 14Km/h, todos los corredores aumentan la cadencia al ponerse a correr descalzos. Por otro lado, observamos que a velocidades inferiores a las habituales, 10Km/h, nos encontramos con un mayor número de corredores que disminuyen su cadencia.

## 2. Tiempo de contacto con el suelo:

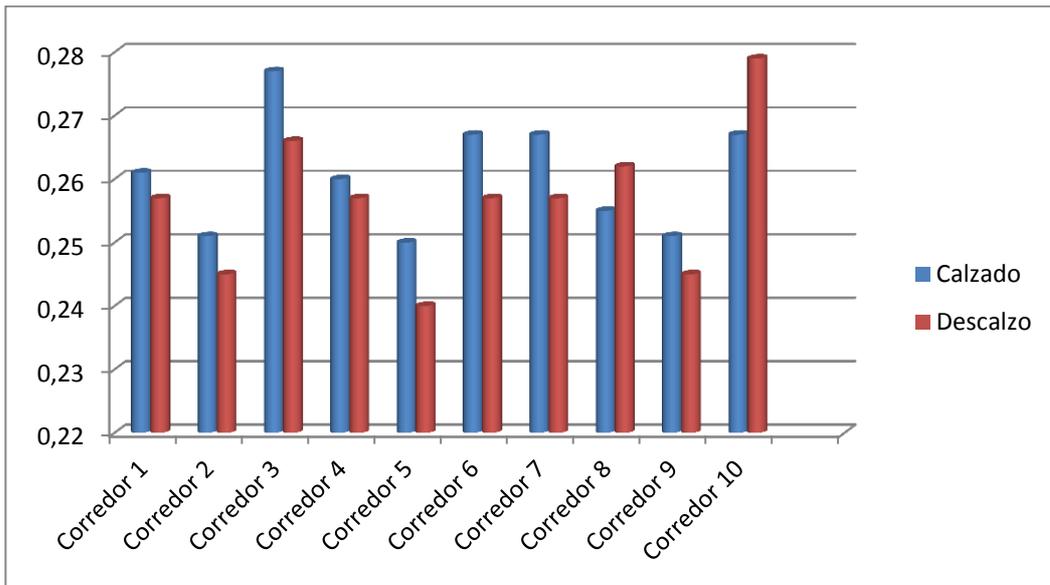
Se observa que dependiendo de la velocidad a la cual se somete el corredor, puede aumentar o disminuir el tiempo de contacto cuando se pasa del calzado convencional a realizar la técnica deportiva descalzo.

corredor	TIEMPO DE	CONTACTO
	Calzado convencional	Descalzo
corredor 1	0,288	0,275
corredor 2	0,271	0,275
corredor 3	0,289	0,278
corredor 4	0,288	0,274
corredor 5	0,271	0,275
corredor 6	0,288	0,273
corredor 7	0,288	0,273
corredor 8	0,293	0,282
corredor 9	0,271	0,273
corredor 10	0,288	0,279

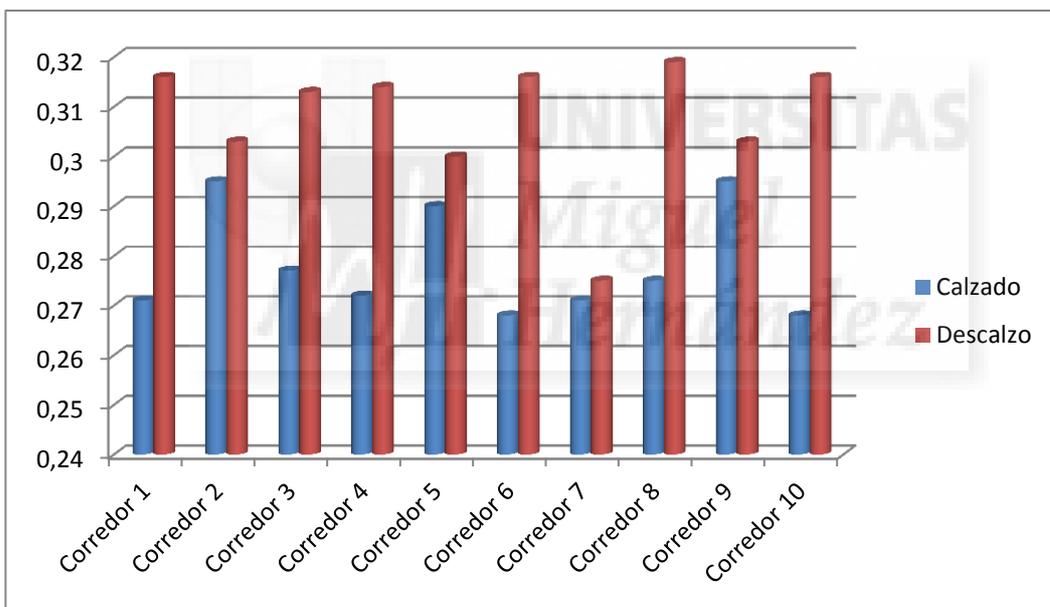
Tabla 2: tiempo de contacto con el suelo con calzado y sin, a su velocidad habitual, 12Km/h



Gráfica 4: tiempo de contacto a 12Km/h calzado y descalzo



Gráfica 5: tiempo de contacto a 14Km/h calzado y descalzo.



Gráfica 6: tiempo de contacto a 10Km/h calzado y descalzo

En el segundo parámetro estudiado, nos encontramos ante una disminución del tiempo de contacto cuando se corre descalzo a velocidades habituales o superiores. Pero a velocidades inferiores este parámetro aumenta en todos los corredores del estudio.

## 6. DISCUSIÓN

El propósito de nuestro estudio, era poder conocer mayor la influencia que causaba el drop en parámetros como la cadencia o el tiempo de contacto con el suelo, puesto que esta nueva moda de minimalismo está causando el interés en el mundo deportivo.

Squadrone R, comprobó que el calzado deportivo convencional, cambia las variables espacio-temporales en el plano sagital y contrastó con las llamadas “fivefingers” (que según él se acercaban más a la simulación de “descalzo”) que, correr descalzo obliga al pie a entrar en flexión plantar de tobillo, con lo que atenúa el impacto del pie contra el suelo y disminuye el volumen de oxígeno<sup>3</sup>.

Podemos comprobar gracias al análisis de los datos obtenidos con OptoGait como nuestra hipótesis: al cambiar de un calzado convencional a descalzo la cadencia aumenta, y con ellos el tiempos de contacto con el suelo disminuye.

Se ha de comentar que se han podido observar datos interesantes en este estudio. Pues aunque el tiempo de contacto disminuye corriendo a su velocidad habitual o a una velocidad mayor, observamos que a una velocidad menor este parámetro aumenta de manera significativa.

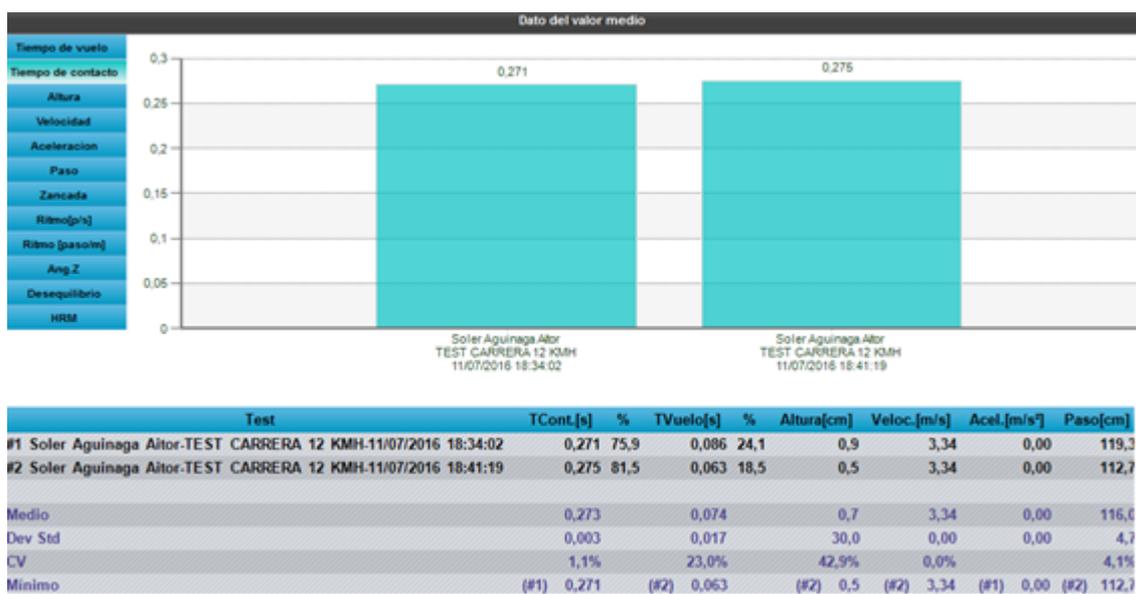
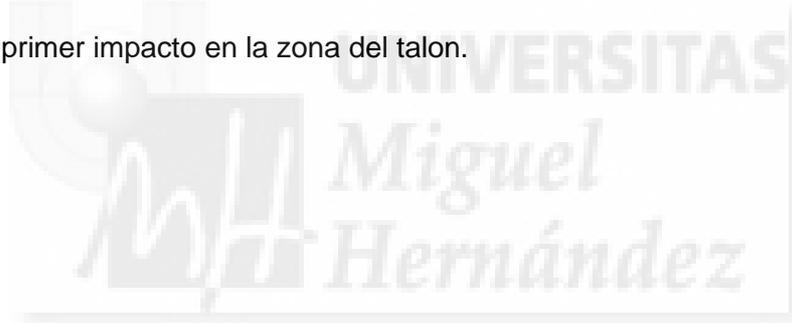


Imagen 8: ejemplo de los datos de un corredor en cuanto a tiempo de contacto

Un estudio llevado a cabo por Perl DP, Daoud AI, y Lieberman, analizó el peso de una zapatilla minimalista y el tipo de pisada, llegando a la conclusión que es más económico correr con zapatillas minimalistas, y que lleva a una reducción en el tiempo de contacto con el suelo así como el tiempo en la fase de vuelo y la duración de zancada<sup>5</sup>.

Al ver al corredor descalzo, el pie aborda el suelo de un modo más relajado, en otras zonas del pie por lo que la rodilla se coloca en semiflexión la cual actúa de ballesta amortiguadora dando así menos impacto en el resto de articulaciones. Squadrone<sup>3</sup> lo demostró en uno de sus estudios, diciendo que el correr de forma natural, el pie aborda el suelo con mayor flexión plantar, reduciendo así el impacto.

Campitelli<sup>1</sup>, también corroboró que la cadencia de paso aumenta y la distancia disminuye al suprimir el primer impacto en la zona del talón.



## 7. CONCLUSIÓN

Llegados a este punto y tras haber analizado de una manera precisa los datos obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones:

La cadencia corriendo a su velocidad habitual aumenta al ponerse a correr descalzo, puesto que se realizan pasos más cortos y rápidos. De igual manera ocurre cuando aumentamos la velocidad a 14Km/h. Al disminuir la velocidad a 10 Km/h, se mantiene bastante similar corriendo calzado y descalzo.

En cuanto al tiempo de contacto del mismo pie con el suelo, cuando están descalzos, y corriendo a su velocidad habitual, 12Km/h, ese tiempo es menor que cuando llevan un calzado convencional, puesto que la cadencia aumenta. También nos encontramos ante una disminución del tiempo de contacto con el suelo cuando aumentamos la velocidad.

Un dato interesante es que el tiempo de contacto al reducir la velocidad habitual no disminuye como en los otros casos, sino que aumenta.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Campitelli N, Tackling The 10 Myths Of Barefoot Running. Podiatry Today. Issue Number: Volume 25 - Issue 1 - January 2012
2. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA et al. Foot Strike Patterns and Collision Forces in Habitually Barefoot versus Shod Runners. Nature 2010;
3. Squadrone R, Gallozzi C. Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. J Sports Med Phys Fitness, 2009 Mar; 49 (1):6-13
4. Giuliani J, Masini B, Alitz C et al. Barefoot-Simulating Footwear Associated with metatarsal Stress Injury in 2 Runners. Orthopedics, July 2011; 34 (7):320-323
5. Perl DP, Daoud AI, Lieberman DE. Effects of footwear and strike type on running economy. Med Sci Sports Exerc. 2012 Jul;44(7):1335-43.
6. Saxby L. Proprioception. Making Sense Of Barefoot Running.
7. Campitelli, N., & Surgeon, A. Treating Running Injuries: Form vs Footwear.
8. Viel E. La Marcha Humana, La Carrera y el Salto. Ed. Elsevier. Barcelona 2002

9. Dols, Andrea Roca, and Rubén Sánchez Gómez. "La biomecánica y psicomotricidad del corredor como factores determinantes para el apoyo del antepié en la carrera." *Revista Internacional de Ciencias Podológicas* 9.1 (2014): 50-62.
10. Warburton, M. (2001). Barefoot running. *Sportscience*, 5(3), 1-4.
11. Pérez, C. M. (2013). I correr descalzo. *El Peu*, 34(3), 38-44.
12. Haniuk, E. M., Svoboda, L. S. J., Peck, K. Y., Cameron, K. L., & Owens, L. B. D. Para podólogos.
13. Optogait.com, Optogait [sede web];2010-2012. Disponible en: <http://www.optogait.com/Que-es-OptoGait>
14. Technogym.com, Technogym modelo Jog 500 [sede web]; 2014. Disponible en: <http://www.technogym.com/es/productos/forma/16433>
15. Guía oficial Vibram fingers. [sede web] 2014; Disponible en: <http://www.vibramfivefingers.it>
16. Chambon N, Delattre N, Guéguen N, Berton E, Rao G. Shoe drop has opposite influence on running pattern when running overground or on a treadmill. *Eur J Appl Physiol*. 2014 Dec 11. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 25501676.

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO**

“Influencia del drop en corredores en los parámetros de cadencia y tiempo de contacto”

INVESTIGADORA PRINCIPAL: Júlia Siscar Bordes

El estudio se realiza en una clínica podológica privada.

Se le invita a participar en este estudio de investigación. Éste es un consentimiento informado para que pueda decidir si desea formar parte del estudio.

Si desea voluntariamente formar parte del estudio, se le pedirá una firma y se le entregará una copia del documento.

#### 1- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La finalidad de este estudio es comprobar qué sucede a un corredor convencional como usted, cuando le aplicamos un drop mínimo cuando se está habituado a correr con drop elevado.

Comprobaremos si con esto, cambia la técnica de carrera, centrándonos en la cadencia y el tiempo de estancia en el suelo.

#### 2- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Se le invita a participar en este estudio que consta de los siguientes objetivos:

A- Determinar la variación de la zona de primer impacto del pie en el corredor minimalista de más de un año de adaptación a la técnica *barefoot*, cuando a éste le aplicamos un drop elevado.

B- Comparar el tiempo que el pie permanece en el suelo con un calzado de drop elevado (drop 12 ó 14) con un calzado minimalista (drop menos de 5) aplicados ambos calzados al mismo corredor. Este mismo corredor actualmente usa el drop convencional.

C- Valorar si el drop minimalista, aplicado a un corredor convencional, influye directamente en la técnica de carrera.

Esto se realizará en consulta privada en una cinta de correr y una cámara de alta velocidad donde a cada sujeto se filmará en el plano sagital usando un calzado de *running* convencional, usado actualmente, y otro, con drop mínimo. Esto nos llevará a la medición objetiva y comparación de los dos parámetros planteados en el estudio: la cadencia y el tiempo que ese pie permanece en el suelo.

### 3- PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Si usted desea participar en el estudio, se realizará una historia clínica con preguntas personales sobre usted y antecedentes.

### 4- POSIBLES RIESGOS DEL ESTUDIO

### 5- ACLARACIONES

La decisión de participar en este estudio es voluntaria por su parte.

No existen inconvenientes si decide no participar o retirarse en el pleno estudio.

No le supondrá ningún gasto económico; sólo se le pedirá disponer del tiempo necesario para ello.

No se remunerará por haber participado en él.

Podrá disponer de toda la información sobre el estudio en el momento que lo desee.  
Por ética profesional, habrá una confidencialidad de los datos obtenidos. Si no existe ninguna duda sobre ello, podrá firmar el consentimiento informado.



## ANEXO 2

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ con DNI, he leído y entendido la información anterior y mis dudas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado debidamente sobre los datos obtenidos en el estudio y estoy de acuerdo en que se puedan publicar con fines científicos. Participo en este estudio y debo recibir una copia con la firma y la fecha.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante o tutor. Fecha :

Parte a completar por el investigador:

He explicado al Sr. \_\_\_\_\_ el propósito de este estudio de investigación. Ha estado informado de los riesgos y los beneficios que implica. He contestado a sus dudas. Me hago cargo que el estudio se realiza con seres humanos.

Una vez respondidas sus dudas, se firmó el documento.

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador. Fecha:

### ANEXO 3

#### CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

“INFLUENCIA DEL DROP EN CORREDORES CONVENCIONALES”

Investigador principal : Júlia Siscar Bordes

El estudio se realizará en una consulta privada de podología.

Nombre del participante:

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones: (Este apartado es opcional y puede dejarse en blanco si así lo desea el paciente)

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada toda la información que se haya recabado sobre él, con motivo de su participación en el presente estudio.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del participante o del padre o tutor Fecha

## ANEXO 4

### RECOGIDA DE DATOS

A) Tiempo de contacto con el suelo con DROP convencional y descalzo:

Corredor	TIEMPO DE CONTACTO	
	Calzado	Descalzo
corredor 1		
corredor 2		
corredor 3		
corredor 4		
corredor 5		
corredor 6		
corredor 7		
corredor 8		
corredor 9		
corredor 10		

B) Cadencia:

corredor	Cadencia	
	Calzado	Descalzo
CORREDOR 1		
CORREDOR 2		
CORREDOR 3		
CORREDOR 4		
CORREDOR 5		
CORREDOR 6		
CORREDOR 7		
CORREDOR 8		
CORREDOR 9		
CORREDOR 10		