

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA**



**Relación entre variables antropométricas y el análisis baropodométrico de la marcha.  
Estudio descriptivo.**

**AUTOR:** MIRALLES IBORRA, AARÓN.

**Nº expediente.** 1660

**TUTOR.** LOZANO QUIJADA, CARLOS

**COTUTOR.** SEGURA HERAS, JOSÉ VICENTE.

**Departamento y Área.** Patología y cirugía.

**Curso académico** 2018 - 2019

**Convocatoria** de junio



# ÍNDICE:

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY:</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>5</b>
Objetivos e hipótesis	7
<b>2. MÉTODOS</b>	<b>7</b>
Participantes	7
Diseño experimental	7
Medidas de respuesta de instrumentos	8
Sistema de medición de la presión del pie.	8
Procedimiento experimental	8
Análisis de los datos	9
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>10</b>
<b>4. DISCUSIÓN</b>	<b>12</b>
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>14</b>
<b>6. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS</b>	<b>16</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>19</b>

## RESUMEN

### Introducción:

La pedobarografía dinámica es utilizada para obtener información de las presiones plantares y la progresión temporal del centro de presión (COP) durante la fase de apoyo de la marcha. Planteamos comprobar cómo afectan las características antropométricas en la variabilidad del movimiento del COP durante una fase de apoyo y observar si existen diferencias entre piernas.

### Material y métodos:

Veintisiete sujetos universitarios fueron analizados durante la marcha con una plataforma de presiones y bajo condiciones controladas.

### Resultados:

Se realizó un análisis de correlación canónica entre las variables antropométricas y las variables de la plataforma. La correlación entre las primeras variedades canónicas fue de 0.935 en la pierna no dominante y de 0.949 en la dominante. Todas las variables antropométricas presentaron una asociación significativa con la primera variedad canónica. Respecto al grupo de la plataforma destacan el largo de la huella (-0.944), delta COF (-0.874), FFPOP (-0.493), índice global de COF (-0.477) y FFPCP (0.472) en la pierna no dominante; y largo de huella (-0.825) y la carga medial (0.383) en la dominante.

### Conclusiones:

En sujetos con edades similares el peso, altura, IMC y la actividad física han mostrado una correlación directa con el largo de huella sin importar la dominancia. Se ha observado una correlación con la carga medial en la pierna dominante en sentido positivo y con el delta COF, índice global de COF, el FFPOP en la pierna no dominante en sentido positivo y FFPCP en sentido negativo.

**Palabras clave:** Gait, Body Mass Index, Body height, Exercise, Gait analysis.

## **SUMMARY:**

### **Introduction:**

Dynamic pedobarography is used to obtain information about plantar pressures and the temporal progression of the pressure center (COP) during the support phase of the walk. We propose to check how the anthropometric characteristics affect the variability of the movement of the COP during a support phase and to observe if there are differences between legs.

### **Material and methods:**

Twenty-seven university subjects were analyzed during the walk with a platform of pressures and under controlled conditions.

### **Results:**

A canonical correlation analysis was performed between the anthropometric variables and the platform variables. The correlation between the first canonical varieties was 0.935 in the non-dominant leg and 0.949 in the dominant one. All the anthropometric variables presented a significant association with the first canonical variety. Regarding the group of the platform, the length of the footprint (-0.944), delta COF (-0.874), FFPOP (-0.493), global index of COF (-0.477) and FFCP (0.472) in the non-dominant leg stand out; and footprint length (-0.825) and medial load (0.383) in the dominant.

### **Conclusions:**

In subjects with similar ages, weight, height, BMI and physical activity have shown a direct relationship with the footprint length regardless of dominance. A correlation was observed with the medial load in the dominant leg in the positive direction and with the delta COF, the global index of COF, the FFPOP in the non-dominant leg in the positive direction and the FFCP in the negative direction.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La baropodometría dinámica es una tecnología relativamente simple, confiable y no invasiva que se utiliza para medir el cambio en la distribución de la presión plantar a lo largo del ciclo de la marcha (*Hafer et al., 2013*). Las variables más comúnmente analizadas con esta tecnología son las presiones medias o máximas, las integrales de presión-tiempo y la progresión temporal del centro de presión (COP) durante el ciclo de la marcha (*Louey et al., 2017; Orlin and McPoil, 2000; Jameson et al., 2008*). Estas mediciones y las medidas de resultado asociadas permiten la observación de la patología del pie a lo largo del tiempo, la evaluación de los resultados del tratamiento y el desarrollo de nuevos protocolos de estudios clínicos. Proporcionan una indicación de las funciones del pie y el tobillo durante la marcha y otras actividades funcionales, ya que el pie y el tobillo brindan el apoyo y la flexibilidad necesarios para soportar el peso y el cambio de peso al realizar estas actividades (*Błażkiewicz et al., 2017*).

Por otro lado, el centro de presión (COP, por sus siglas en inglés), o línea de marcha es el área donde actúa una fuerza instantánea sobre la superficie plantar del pie, y también puede proporcionar información útil para evaluar o detectar la función y la patología del miembro inferior (*Chiu et al., 2013*). Es una herramienta frecuente que se utiliza para evaluar la estabilidad durante la bipedestación estática. Sin embargo, esta variable puede proporcionar hallazgos relevantes en condiciones dinámicas (*Bizovska et al., 2014*).

La variabilidad del movimiento del COP se pueden evaluar dentro de una fase de postura completa o dentro de las subfases del ciclo de la marcha. En la literatura, las variables de la trayectoria de la COP en una fase de apoyo se dividieron según la aceleración y desaceleración de diferentes secciones del pie o el contacto con la placa de presión (*Bizovska et al., 2014*). Otra división puede ser de acuerdo con las fases de la marcha, que puede definirse por la fuerza de reacción vertical en el suelo (FRVS) (*Bizovska et al., 2014*). La razón de esta división es que las diferentes fases están asociadas con diferentes tareas funcionales.

La respuesta de carga (RC) está involucrada en el rendimiento de la aceptación del peso, que exige la estabilidad inicial de la extremidad y la absorción de impactos, a la vez que preserva el impulso de progresión. La RC estaría asociada al contacto inicial del pie (ICP, initial contact phase) y el contacto inicial del I metatarsiano o fase de contacto de antepié (FFCP, Forefoot Contact Phase). La segunda tarea funcional (soporte de una sola extremidad) está asociada con la posición media o fase plana del pie (FFP, Foot flat phase). La posición terminal (PT) y Pre- swing (PS) es una fase de transición y puede considerarse como una parte final del soporte de una sola extremidad y la primera parte de la tercera tarea funcional: avance de la extremidad, que estaría asociada a la fase de despegue de talón (FFPOP, Forefoot Push Off Phase)

Estudios previos cuantificaron la trayectoria de la COP y lo consideran un signo importante de la condición estructural y funcional del pie al compararlo con los datos de referencia normativos. El desplazamiento de la COP es aproximadamente el 83% de la longitud de contacto con el pie y el 18% del ancho de contacto del antepié para adultos de mediana edad (*Chiu et al., 2013*). En los niños, la COP avanza bajo las regiones del talón, la parte media del pie y la parte delantera del pie en aproximadamente 23.8, 28.7 y 47.5% de tiempo de una fase de postura completa, respectivamente (*Jameson et al., 2006; Jameson et al., 2008*). El género y el dominio (pie derecho o izquierdo) parece no tener una influencia significativa en el curso de la COP (*De Cock et al., 2005*). Sin embargo, la velocidad sí que está relacionada significativamente en el curso de la misma. Una velocidad de marcha más rápida conduce a un mayor rango de movimiento (ROM) en las articulaciones de la cadera y la rodilla, una mayor fuerza de reacción vertical en el suelo (FRVS) al golpear el talón y una menor FRVS durante el contacto plano del pie (*Chung and Wang, 2010; Chiu and Wang, 2007*).

Debido a los distintos factores que influyen en el COP, se pueden esperar diferentes comportamientos de COP en subfases individuales. Sin embargo, falta evidencia científica que sostenga esta hipótesis.

## **Objetivos e hipótesis**

Nuestra hipótesis es que las variables antropométricas y la variabilidad de movimiento del COP durante la marcha pueden estar relacionadas y que estas variaciones pueden estar influidas por si es la pierna dominante o no dominante por las diferencias que una y otra pueden tener durante la marcha.

El objetivo de este estudio es comprobar cómo afectan las características antropométricas y la actividad física en la variabilidad del movimiento del COP durante una fase de apoyo completa. Además, se pretende estudiar cómo influyen las variables antropométricas según la dominancia de los miembros inferiores.

## **2. MÉTODOS**

### **Participantes**

La muestra está compuesta por 27 sujetos entre 18 y 25 años (18 mujeres y 9 hombres). La edad media de estos sujetos fue de 20.07 (DS = 1.04) años, la altura media fue de 169.46 (DS = 0.07) cm, el peso medio fue de 65.92 (DS = 10.41) kg y el índice de masa corporal (IMC) medio fue de 22.88 (DS = 2.80). Los criterios de exclusión a los que fue sometido el reclutamiento de la muestra son: un diagnóstico de patología en miembro inferior en los últimos seis meses, intervenciones quirúrgicas en los miembros inferiores, edad menor de 18 años y mayor de 25 y padecer una enfermedad sistémica que afecte el sistema musculoesquelético.

### **Diseño experimental**

Se realizó un estudio observacional, donde se pidió a los sujetos que caminaran a lo largo de la pasarela a una velocidad específica. Las variables analizadas fueron el contacto inicial del pie (ICP, initial contact phase), contacto inicial del I metatarsiano o fase de contacto de antepié (FFCP, Forefoot Contact Phase), posición media o fase plana del pie (FFP, Foot flat phase), fase de despegue de talón

(FFPOP, Forefoot Push Off Phase), largo de la huella, delta COF, índice global de COF y distribución de presiones en antepié, retropié, medial, lateral, retropié medial y retropié lateral de cada pierna.

## **Medidas de respuesta de instrumentos**

### *Sistema de medición de la presión del pie.*

Se utilizó un sistema de medición de presión dinámica (sistema FreeStep) para registrar las variables anteriores. El hardware incluía una placa de 0.7 m x 1.25m. Todos los datos se registraron a una frecuencia de medición de 100Hz y se procesaron con el software FreeStep.

De acuerdo con el software FreeStep, la fase de apoyo se puede dividir en cuatro fases. El primero es la fase de contacto inicial (ICP), que se define como el período desde el primer contacto con el pie hasta el primer contacto metatarsiano. La subfase secundaria es la fase de contacto del antepié (FFCP), que es el período inmediatamente posterior a la ICP, hasta que todas las áreas de la cabeza del metatarsiano entran en contacto con la placa de presión. La tercera subfase es la fase plana del pie (FFP) que sigue al FFCP, cuando la tibia alcanza la posición media y las variables finalizan cuando el talón está fuera del suelo. La cuarta subfase es la fase de expulsión o despegue del antepié (FFPOP), que comienza cuando el talón está fuera del suelo y termina cuando el pie está fuera del suelo.

## **Procedimiento experimental**

Todos los sujetos fueron voluntarios y dieron su consentimiento informado. Tras la aprobación por parte del comité de ética para la investigación humana (DPC.CLQ.01.18), fueron citados en el Centro de Investigación Traslacional de Fisioterapia de la Universidad Miguel Hernández. Durante tres semanas, desde el 5 de Noviembre de 2018 al 23 de Noviembre de 2018, se recopiló información básica (peso corporal y altura) y los datos antropométricos relevantes del pie. Además, se utilizó una escala numérica para medir el grado de actividad física a través de un cuestionario. (*Tabla 1. Cuestionario de la Actividad física semanal*)

A continuación, se pidió a los pacientes realizar una caminata previa a la velocidad de 82 pasos/min (*Fryzowicz et al., 2018; Perry and Burnfield, 2015*) marcado por un metrónomo para mantener la misma velocidad mientras camina a lo largo de una pasarela rectangular (3.25m de largo y 0.7 de ancho), hasta completar un total de veinte pasadas, de las cuales se seleccionaron tres huellas completas de cada pie realizando la media de las distintas variables. Previamente, se realiza una caminata para evitar una pisada voluntaria conocida como “*targeting*” o focalización, que altera los datos por enlentecimiento de la velocidad e introduce un movimiento artificial. Para evitar la focalización debemos tener la plataforma camuflada, alineada con el suelo, cubierta con el mismo material que la pasarela. El conocimiento de la plataforma se reduce si el paciente mira hacia la pared de delante, por lo que se marcaron dos puntos en la pared de los extremos de la plataforma (*Perry and Burnfield, 2015*).

Los datos registrados durante la marcha pasando sobre la paralela se tomaron de ambos pies y las mediciones incluyeron ICP, FFP, FFPCP, FFPOP, largo de la huella, delta COF, índice global de COF y distribución de presiones en antepié, retropié, medial, lateral, retropié medial y retropié lateral.

### **Análisis de los datos**

Para el análisis de los datos, se comprobó la normalidad de las variables mediante el test Shapiro-Wilk. Se trataron de forma separada los datos en pierna dominante y pierna no dominante, y se realizó una matriz de correlación entre los dos grupos de variables considerados con el fin de eliminar las variables que tuvieran una relación muy débil o no aportaran información. Por último, se realizó un análisis de correlación canónica entre las variables antropométricas peso, altura, índice de masa corporal y actividad física con ICP, FFPCP, FFP, FFPOP, largo de la huella, delta COF, índice global de COF y la distribución de presiones de antepié, retropié, medial y retropié medial con el objetivo de buscar las relaciones que pueda haber entre ambos grupos de variables y su validez. El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa R versión 3.5.2.

### 3. RESULTADOS

Se ha realizado un análisis de correlación canónica para cada pierna de cada sujeto, diferenciando cada una de las piernas según la dominancia.

Para cada pierna, dominante y no dominante, se han considerado dos grupos de variables. El grupo Y contiene el peso, la altura, el IMC y la actividad física para ambas piernas. El grupo X está constituido por el ICP, FFCP, FFP, FFPOP, largo de la huella, delta COF, índice global de COF, carga antepié, carga en retropié, carga medial y carga medial en retropié. En ambas piernas, las variables edad, carga lateral y carga lateral en retropié fueron descartadas por tener una relación muy débil o no aportar información extra. Además, en la pierna dominante, las variables delta COF, índice global de COF fueron descartadas por tener una relación muy débil o no aportar tampoco información extra.

En ambas piernas existen correlaciones entre las distintas variables dentro de los grupos (figuras superiores) y entre las variables de distintos grupos (figuras inferiores), todo ello detallado de forma visual por colores en la Figura 1. (*Figura 1. Mapa de correlaciones pierna no dominante y pierna dominante*).

Con el fin de analizar la relación entre ambos grupos de variables, se definieron las variables canónicas, donde U1, en la pierna no dominante, se construye a partir del peso, altura, IMC y actividad física ( $U1=0.372 \times \text{peso} - 37.397 \times \text{altura} - 1.186 \times \text{IMC} - 0.339 \times \text{actividad física}$ ) y en la pierna dominante, U1 se construye, de la misma forma, a partir del peso, la altura, el IMC y la actividad física ( $0.689 \times \text{Peso} + 41.784 \times \text{Altura} + 1.849 \times \text{IMC} - 0.030 \times \text{Actividad física}$ ).

El resto de variables canónicas se pueden construir a partir de la tabla 2. (*Tabla 2. Variables canónicas de las variables antropométricas*).

En lo que respecta al otro grupo, podemos observar que V1, en la pierna no dominante, viene representada por ICP, FFCP, FFP, FFPOP, largo de huella, delta COF, índice global de COF, carga en antepié, carga en retropié, carga medial y carga medial en retropié ( $V1 = -0.075 \times \text{ICP} - 0.062 \times \text{FFCP} - 0.029 \times \text{FFP} - 0.094 \times \text{FFPOP} - 0.016 \times \text{Largo huella} - 0.054 \times \text{DeltaCOF} + 0.100 \times \text{ÍndiceCOF} -$

$0.007 \times \text{Carga antepié} + 0.001 \times \text{Carga retropié} + 0.047 \times \text{Carga medial} - 0.006 \times \text{Carga medial de retropié}$ ) y en la pierna dominante, viene representada por ICP, FFCP, FFP, FFPOP, largo de huella, carga en antepié, carga en retropié, carga medial y carga medial en retropié ( $- 1.224 \times \text{ICP} - 1.245 \times \text{FFCP} - 1.203 \times \text{FFP} - 1.292 \times \text{FFPOP} - 0.049 \times \text{Largo huella} + 0.180 \times \text{Carga antepié} + 0.251 \times \text{Carga retropié} + 0.033 \times \text{Carga medial} - 0.023 \times \text{Carga medial retropié}$ ).

El resto de variables canónicas se pueden construir a partir de la tabla 3. (*Tabla 3. Variables canónicas de las variables de la plataforma*).

Este tipo de análisis está maximizando la correlación entre cada par de variedades canónicas, siendo las siguientes para la pierna no dominante:  $\text{Cor}(u_1, v_1) = 0.935$ ;  $\text{Cor}(u_2, v_2) = 0.761$ ;  $\text{Cor}(u_3, v_3) = 0.631$  y  $\text{Cor}(u_4, v_4) = 0.537$  y las siguientes para la no dominante:  $\text{Cor}(u_1, v_1) = 0.949$ ;  $\text{Cor}(u_2, v_2) = 0.840$ ;  $\text{Cor}(u_3, v_3) = 0.645$  y  $\text{Cor}(u_4, v_4) = 0.327$ .

Únicamente se estudió la primera correlación en la pierna no dominante ( $p\text{-valor} = 0.011$ ) y en la pierna dominante ( $p\text{-valor} = 0.000$ ), dado que el resto no eran significativas ( $p\text{-valor} \geq 0.05$ ) y por ello, fueron descartadas.

En la pierna no dominante, por tanto, el grupo U1 se caracteriza como una media general de peso, altura, IMC y actividad física, ya que estas variables tienen una correlación elevada con U1 en sentido negativo, pudiéndose observar en la Figura 2 de forma más clara (*Figura 2. Análisis de correlación canónica*). Respecto a V1, vemos que la variable más correlada es largo de la huella, seguida de delta COF, y en menor medida tenemos a FFPOP, índice global de COF y FFCP. La correlación con ICP, FFP, carga en antepié, carga en retropié, carga medial y carga lateral es prácticamente insignificante.

En la pierna dominante, U1 se caracteriza como una media general de peso, altura e IMC, y en menor medida, la actividad física, dado que estas variables tienen una correlación elevada con U1. Respecto a V1, vemos que la variable más correlada es largo de huella, y en menor medida tenemos a carga medial, pudiéndose observar en la Figura 2 (*Figura 2. Análisis de correlación canónica*). La

correlación con ICP, FFCP, FFPOP, carga en antepié, carga en retropié y carga medial en retropié es prácticamente despreciable.

La correlación entre U1 y V1, en la pierna no dominante es de 0.935, por lo que valores altos de U1 están asociados a valores altos de V1, y viceversa. Esto nos lleva a caracterizar a los individuos que presentan puntuaciones altas en peso, altura, IMC y actividad física como personas que presentarán puntuaciones elevadas en largo de huella y delta COF, y en menor medida en FFPOP, índice global de COF, y puntuaciones bajas en FFCP. A su vez, la correlación entre U1 y V1 en la pierna dominante es de 0.949, por lo que valores altos de U1 están asociados a valores altos de V1, y viceversa. Esto nos lleva a caracterizar a los individuos que presentan puntuaciones altas en peso, altura, IMC y actividad física como personas que presentarán puntuaciones altas en largo de huella, y en menor medida, puntuaciones bajas en carga medial.

#### 4. DISCUSIÓN

Este estudio analiza cómo influyen los valores antropométricos sobre la variabilidad del movimiento del COP y las presiones plantares durante la fase de apoyo completa través de una plataforma baropodométrica en función dinámica.

La baropodometría puede utilizarse de forma independiente en un laboratorio o en un entorno clínico para ayudar a dirigir las opciones de tratamiento y para la educación del paciente, sirviendo de feedback y control durante la ejecución de un programa de ejercicios. Conocer los valores de normalidad y la relación con las variables antropométricas puede servir para modificar el enfoque del tratamiento incluyendo ciertos cambios, como restricciones de peso, intensidad de la actividad física, etc., que puedan ayudar al tratamiento convencional. No solo nos permite analizar la marcha, sino también gestos deportivos específicos con el fin de reducir el riesgo de lesión (Rosen et al., 2018; Wang and Fu, 2019; Ng et al., 2018; Sinclair and Bottoms, 2019; Davis et al., 2019). Al contrario de lo que muestra De Cock A y colaboradores en su estudio de 2005 (De Cock et al., 2005), en nuestro estudio hemos observado variaciones entre miembro dominante y no dominante en las variables

medidas. Podemos ver que los valores antropométricos afectan sobre unas u otras variables del COP de forma distinta si la pierna es dominante o no. En el caso de la pierna dominante se ha observado que influyen únicamente sobre el largo de la huella de forma directamente proporcional y la carga medial de forma inversamente proporcional. En cambio, en lo que respecta a la pierna no dominante se ha observado que las variables antropométricas afectan de forma directamente proporcional sobre el largo de huella, igual que lo hacía en la pierna dominante, el delta COF, el FFPOP y el índice global de COF; y de forma inversamente proporcional al FFCP.

Existe poca literatura que trate sobre esta temática. Una posible hipótesis es que la pierna no dominante es la más débil de los dos miembros inferiores. Por ello, cabría esperar que si aumentamos la altura y el peso; el miembro inferior no dominante tendrá mayor dificultad para desplazar el cuerpo al dar el paso. Esta hipótesis se liga a que se produce un aumento de la fase de despegue (FFPOP), una disminución de la fase de primer contacto metatarsal (FFCP) y un mayor aprovechamiento de la huella al dar el paso (mayor delta COF e Índice de COF). En lo que respecta al largo de la huella es lógico pensar que personas de más altura y más peso tengan un largo de huella mayor, donde no hay influencia de la dominancia, por lo que este fenómeno ocurre en ambos miembros.

Min-Chi Chiu y colaboradores en 2013 defienden que la velocidad de la marcha influye de forma proporcional en la fase de despegue e inversamente proporcional en la fase de apoyo medio, esto es, un aumento de FFPOP y una disminución de FFP (*Chiu et al., 2013*).

En este artículo, se obtuvo una muestra de 30 sujetos adultos sanos con características similares a nuestra población (*Chiu et al., 2013*). A partir de los resultados de este artículo, y comparándolo con el nuestro, podemos ver que hay cierta confrontación con los porcentajes encontrados en las distintas subfases de la fase de apoyo. Teniendo en cuenta esto y la velocidad utilizada en ambos estudios, pensamos que la velocidad utilizada en nuestro estudio (82 pasos/min) es baja para las características de nuestra muestra. Por ello, se produce una alteración en los porcentajes de las distintas fases, observando una disminución en el porcentaje de fase de despegue (FFPOP). En lo que respecta al FFP, vemos que disminuye ligeramente pero que aumenta de forma significativa el

FFCP. Este fenómeno puede deberse a que el software de la plataforma de dicho estudio, no mide las fases de la misma forma que la nuestra. A pesar de esto, sí que se observa claramente que la fase de despegue disminuye significativamente y que las fases centrales, las de que se producen desde el apoyo de talón hasta que se realiza el despegue (FFCP y FFP) ocupan casi el 86% de la fase de apoyo del pie.

G. Jameson y colaboradores indican que en los niños, el COP avanza bajo las regiones del talón, la parte media del pie y la parte delantera del pie aproximadamente a 23.8, 28.7 y 47.5% de tiempo de una fase de postura completa, respectivamente. Sin embargo, estos datos no son comparables con nuestro estudio (*Jameson et al., 2006; Jameson et al., 2008*)

En lo que respecta a las limitaciones del estudio, la principal fue el número de sujetos, un mayor número de sujetos hubiese permitido alcanzar datos más fiables, que fueran un mejor reflejo de la población. Otras limitaciones fueron la escasa variación intersujeto en la actividad física semanal por las características similares de la misma, no haber podido estudiar la variable edad por haberla acotado y por último, el haber utilizado una velocidad menor a la velocidad preferida de los sujetos.

## **5. CONCLUSIÓN**

Se ha observado que en sujetos con edades similares el peso, la altura, el IMC y la actividad física han mostrado una relación directa con el largo de huella sin importar la dominancia de la pierna. Por otra parte se ha observado una correlación en sentido positivo con la carga medial en la pierna dominante y con el delta COF, índice global de COF, el FFPOP y FFCP en la pierna no dominante, siendo esta última correlación en sentido negativo.

Conocer los valores de normalidad y la relación con las variables antropométricas puede servir para analizar la marcha propia de cada sujeto y ayudar a establecer unas pautas de tratamiento más adecuadas a las necesidades del mismo, incluyendo ciertos cambios, como restricciones de peso, intensidad de la actividad física, etc., que puedan ayudar al tratamiento convencional, además de servir como refuerzo para que el paciente sea consciente del trabajo realizado a tiempo real y de esa

forma, crear un bucle de retroalimentación gracias al cual la persona lo tiene más fácil a la hora de aprender a alcanzar niveles funcionales óptimos

Futuros estudios deberán seguir analizando la influencia de los valores antropométricos en la variabilidad del movimiento del COP durante una fase de apoyo completa para conocer el verdadero valor predictivo de estas variables sobre el COP.



## 6. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

1	Casi nunca
2	Menos de una vez por semana
3	Una vez por semana
4	Dos o tres veces por semana
5	Más de tres veces por semana

TABLA 1. CUESTIONARIO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SEMANAL.

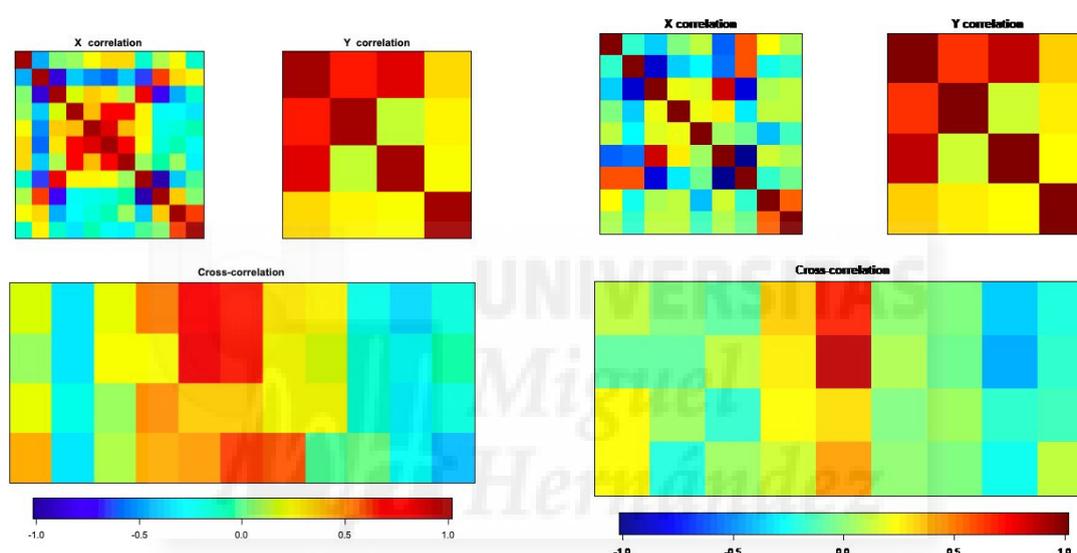


FIGURA 1. MAPA DE CORRELACIONES (PIERNA NO DOMINANTE Y PIERNA DOMINANTE).

Las figuras superiores izquierdas hacen referencia al grupo X de variables de la plataforma. Las figura superiores de la derecha hacen referencia al grupo Y de variables antropométricas. Las figuras de la parte inferior hacen referencia a la correlación entre los distintos grupos donde encontramos en el eje vertical las variables antropométricas y en el horizontal las obtenidas mediante la plataforma.

<b>PIERNA NO DOMINANTE</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>	<b>U4</b>
<b>Peso</b>	0.372	0.827	0.554	1.495
<b>Altura</b>	-37.397	-71.573	-41.227	-106.974
<b>IMC</b>	-1.186	-2.188	-1.879	-4.238
<b>Actividad física</b>	-0.339	0.383	0.522	-0.490
<b>PIERNA DOMINANTE</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>	<b>U4</b>
<b>Peso</b>	-0.689	-1.581	-0.211	-0.587
<b>Altura</b>	41.784	123.383	25.036	45.480
<b>IMC</b>	1.849	4.504	0.394	1.956
<b>Actividad física</b>	-0.030	0.453	-0.482	-0.580

TABLA 2. VARIEDADES CANÓNICAS DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS)

<b>PIERNA NO DOMINANTE</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>V4</b>
<b>ICP</b>	-0.075	0.147	-0.031	-0.141
<b>FFCP</b>	-0.062	0.089	0.053	-0.076
<b>FFP</b>	-0.029	0.032	0.116	-0.106
<b>FFPOP</b>	-0.094	0.332	-0.581	-0.260
<b>Largo de huella</b>	-0.016	0.020	0.147	0.003
<b>Delta COF</b>	-0.054	-0.079	-0.168	0.000
<b>Índice global COF</b>	0.100	0.285	0.709	0.091
<b>Carga antepié</b>	-0.007	0.177	-0.324	-0.031
<b>Carga retropié</b>	0.001	0.140	-0.179	-0.062
<b>Carga medial</b>	0.047	-0.134	-0.070	-0.161
<b>Carga medial retropié</b>	-0.006	0.038	0.023	0.100
<b>PIERNA DOMINANTE</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>V4</b>
<b>ICP</b>	-1.224	-2.031	-0.720	-0.451
<b>FFCP</b>	-1.245	-2.160	-0.462	-0.451
<b>FFP</b>	-1.203	-2.177	-0.339	-0.502

<b>FFPOP</b>	-1.292	-2.062	-0.401	-0.041
<b>Largo de huella</b>	-0.049	0.026	0.036	-0.005
<b>Carga antepié</b>	0.180	0.191	0.053	0.558
<b>Carga retropié</b>	0.251	0.109	0.422	0.574
<b>Carga medial</b>	0.033	-0.058	0.141	0.079
<b>Carga medial retropié</b>	-0.023	0.004	-0.087	-0.154

TABLA 3. VARIEDADES CANÓNICAS DE LAS VARIABLES DE LA PLATAFORMA

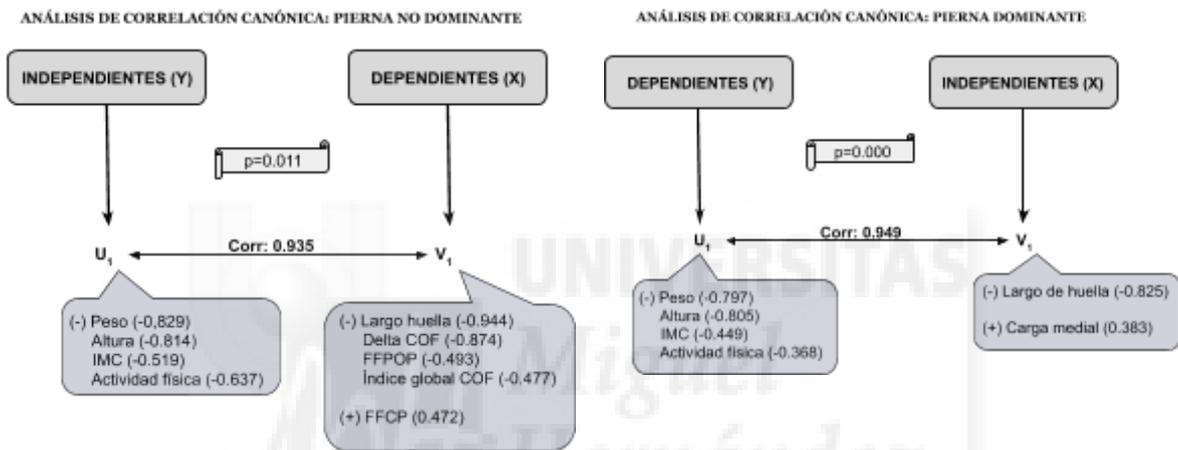


FIGURA 2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Bizovska L, Svoboda Z, Kutilek P, Janura M, Gaba A, Kovacikova Z. Variability of centre of pressure movement during gait in young and middle-aged women. *Gait Posture*. 2014.
2. Błażkiewicz M, Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Naemi R, Wit A. Inter-individual similarities and variations in muscle forces acting on the ankle joint during gait. *Gait Posture*. 2017.
3. Chiu M-C, Wang M-J. The effect of gait speed and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking. *Gait Posture* . 2007 Mar 1;25(3):385–92.
4. Chiu MC, Wu HC, Chang LY. Gait speed and gender effects on center of pressure progression during normal walking. *Gait Posture*. 2013.
5. Chung M-J, Wang M-JJ. The change of gait parameters during walking at different percentage of preferred walking speed for healthy adults aged 20–60 years. *Gait Posture*. 2010 Jan 1;31(1):131–5.
6. De Cock A, De Clercq D, Willems T, Witvrouw E. Temporal characteristics of foot roll-over during barefoot jogging: reference data for young adults. *Gait Posture*. 2005 Jun 1;21(4):432–9.
7. Fryzowicz A, Murawa M, Kabaciński J, Rzepnicka A, Dworak LB. Reference values of spatiotemporal parameters, joint angles, ground reaction forces, and plantar pressure distribution during normal gait in young women. *Acta Bioeng Biomech Orig Pap*. 2018;20(1).
8. Hafer JF, Lenhoff MW, Song J, Jordan JM, Hannan MT, Hillstrom HJ. Reliability of plantar pressure platforms. *Gait Posture* . 2013 Jul 1;38(3):544–8.
9. Jameson EG, Davids JR, Anderson JP, Davis RB, Blackhurst DW, Christopher LM. Dynamic Pedobarography for Children. *J Pediatr Orthop*. 2008 Mar [;28(2):254–8.
10. Jameson G, Anderson J, Davis R, Davids J, Christopher L. A comparison of methods for using center of pressure progression in the classification of foot deformity. *Gait Posture*. 2006 Dec 5;24:S83–4.
11. Louey MGY, Mudge A, Wojciechowski E, Sangeux M. A model to calculate the progression of the centre of pressure under the foot during gait analysis. *Gait Posture*. 2017.
12. Orlin MN, McPoil TG. Plantar Pressure Assessment. *Phys Ther*. 2000 Apr 1;80(4):399–409.
13. Perry J 1918-2013, Burnfield JM. Análisis de la marcha : función normal y patológica. Base; 2015.
14. Davis K, Williams JL, Sanford BA, Zucker-Levin A. Assessing lower extremity coordination and coordination variability in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction during walking. *Gait Posture*. 2019 Jan;67:154–9.

15. Ng L, Rosalie SM, Sherry D, Loh WB, Sjurseth AM, Iyengar S, et al., A biomechanical comparison in the lower limb and lumbar spine between a hit and drag flick in field hockey. *J Sports Sci.* 2018 Oct 2 ;36(19):2210–6.
16. Rosen AB, Ko J, Brown CN. The relationship between acute pain and dynamic postural stability indices in individuals with patellar tendinopathy. *Gait Posture.* 2018 Sep ;65:117–20.
17. Sinclair J, Bottoms L. Gender specific ACL loading patterns during the fencing lunge: Implications for ACL injury risk. *Sci Sports.* 2019 Feb;34(1):e31–5.
18. Wang J, Fu W. Asymmetry between the dominant and non-dominant legs in the lower limb biomechanics during single-leg landings in females. *Adv Mech Eng.* 2019 May 8;11(5):168781401984979.

