

# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CADENCIA Y VELOCIDAD ENTRE UNA POBLACIÓN SIN PATOLOGÍA EN EL PIE Y UNA POBLACIÓN CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 CON AFECTACIÓN EN EL PIE.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CADENCIA Y VELOCIDAD ENTRE UNA POBLACIÓN SIN PATOLOGÍA EN EL PIE Y UNA POBLACIÓN CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 CON AFECTACIÓN EN EL PIE

Verónica Padilla Urrea<sup>1</sup>, María Méndez Montaño<sup>2</sup>, Ana Martínez Santos<sup>1</sup>, Dra. Rosario Morales Lozano<sup>3</sup>, Dra. M<sup>a</sup> Luz González Fernández<sup>4</sup>.

1. Colaborador oficial de la asignatura Patología Podológica de EUEF y Podología de la UCM y podólogo Interno Residente de la CUP de la UCM.
2. Podólogo externo de la CUP de la UCM.
3. Profesora Titular de cirugía del pie EUEF y Podología de la UCM.
4. Profesora Titular de Patología Podológica EUEF y Podología de la UCM.

CORRESPONDENCIA

Universidad Complutense  
Madrid

## RESUMEN

**Objetivos:** Comparar la cadencia y velocidad en la marcha, entre una población sin patología en el pie y en una población con Diabetes Mellitus tipo 2, con neuropatía, patología en el pie y antecedente previo al estudio de ulceración.

**Material y método:** Se realiza un estudio de casos-control, donde se analizan 10 pies de pacientes sanos, que no presenten patología en el miembro inferior y 10 pies de pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo 2, con neuropatía que han cursado con úlceras plantares previo al estudio de la Unidad de Pie Diabético, con una edad comprendida entre los 30 y los 70 años. Todos estos pacientes a la Clínica Universitaria de Podología de la UCM. El análisis de los datos se realizó con el software SPSS 15.0 utilizando la U-Man Witney para comparar dos muestras independientes, considerando un  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo.

**Resultados:** El grupo control presenta una media de edad  $50.5 \pm 9.2$  de los pacientes; el 40% mujeres 60% hombres. En la población con patología de base el 80% son hombres y el 20% son mujeres; la media de edad es de  $50.9 \pm 19$ . Se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las dos poblaciones presentando  $p < 0.01$  en la velocidad,  $p < 0.05$  en la distancia del pie derecho al izquierdo,  $p < 0.02$  en la distancia del pie izquierdo al pie derecho;  $p < 0.007$  en la base de sustentación y  $p < 0.015$  en la cadencia.

**Conclusión:** Nuestros resultados muestran la existencia de una diferencia estadísticamente significativa, entre ambas poblaciones, en las variables estudiadas.

## PALABRAS CLAVE

Cadencia, velocidad, base de sustentación, neuropatía, diabetes mellitas, pie.

## ABSTRACT

**Objectives:** To compare the cadence and gait speed among a population with no pathology in the foot and in a population with type 2 diabetes with neuropathy, foot pathology and pre-study history of ulceration.

**Material and Methods:** We performed a case-control study, which analyzed 10 feet of healthy patients in which there is pathology in the lower limb and 10 feet of patients diagnosed with type 2 diabetes mellitus with neuropathy who have studied with prior plantar ulcer the study of Diabetic Foot Unit, aged between 30 and 70 years. All these patients at the University Clinic of Podiatry of the. The data analysis was performed using SPSS 15.0 software using the U-Man Witney to compare two independent samples, considering  $p < 0.05$  as statistically significant.

**Results:** The control group presented a mean age of patients  $50.5 \pm 9.2$ , 40% women 60% men. In the population with comorbid disease, 80% are men and 20% women, mean age was  $50.9 \pm 19$ . Are statistically significant differences between the two populations presenting  $p < 0.01$  in the speed,  $p < 0.05$  in the distance from right to left foot,  $p < 0.02$  in the distance of the left foot to right foot,  $p < 0.007$  in the base of support and  $p < 0.015$  in the cadence.

**Conclusion:** Our results show the existence of a statistically significant difference between the two populations, the variables studied.

## KEY WORDS

Cadence, speed, base of support, neuropathy, diabetes mellitus, foot.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de la biomecánica de la marcha en pacientes con neuropatía diabética y patología en el pie y pacientes sin patología de base y sin patología en el pie nos hace comprender mejor el mecanismo de producción de las presiones plantares tan importantes en la aparición de la úlcera neuropática plantar.

Se pretende realizar un análisis comparativo entre la cadencia y la velocidad entre una población sin patología el pie y una población con Diabetes Mellitus tipo 2 con afectación en el pie y antecedente de ulceración previo al estudio para ello es imprescindible identificar las diferentes variables de estudio (gráfico 1).

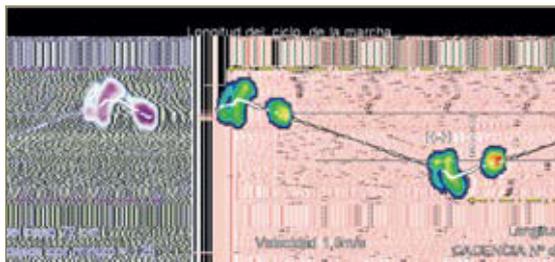


Gráfico 1. Representación de un ciclo de la marcha con la representación de las distintas variables estudiadas.

La cadencia de la marcha se define como el número de pasos ejecutados en un intervalo de tiempo<sup>6,9,1,7</sup>. Se suele medir en minutos<sup>1</sup>. En un adulto la cadencia suele ser de unos 90-115 pasos por minuto, si la marcha es lenta la cadencia puede ser de unos 70 pasos por minuto.

La sucesión de acciones comprendidas entre dos choques de talones consecutivos del mismo pie 1. Se mide en segundos<sup>2,3</sup> y corresponde a un ciclo de la marcha. La duración de un ciclo es superior a un segundo. Para Lehman y de Lauter oscila entre 1.03 ± 0.1 segundos<sup>4,5</sup>.

La distancia entre ambos pies cuando éstos contactan con el suelo se la conoce como longitud del paso y se mide en centímetros 6, 1, 7, 4, 8<sup>7</sup>. Normalmente es de unos 75 a 85cm, 6 aunque puede variar por de diversos factores (edad, sexo, estatura, longitud de las piernas, patologías, fatiga, dolor)<sup>6</sup>. Si la longitud del paso es normal e igual en ambos lados el ritmo de marcha será normal y armónico.

La anchura del paso (distancia H-H), o base de sustentación es la separación lateral entre los apoyos de ambos pies<sup>15</sup> que se mide en centímetros y suele ser de unos 5 ó 6 cm. Si la anchura es superior a 10 cm hace pensar en la existencia de patología cerebelosa o vestibular, que provocan una alteración del equilibrio, también puede estar presente en cuadros como diabetes o neuropatía periférica por un déficit sensitivo. La base de sustentación también puede variar con el peso, fundamentalmente por el volumen de los muslos que evita que la base sea menor; el peso influye en las fuerzas que se ejercen sobre el suelo durante la marcha, desplazando su centro de gravedad hacia delante. El sobrepeso puede modificar también el patrón de marcha normal<sup>14</sup>.

El número de pasos ejecutados en un intervalo de tiempo se denomina cadencia de la marcha y se mide en minutos<sup>1</sup>. En un adulto la cadencia suele ser de unos 90-115 pasos por minuto, si la marcha es lenta la cadencia puede ser de unos 70 pasos por minuto. Los

pacientes que presentan dolor o patologías presentan una marcha con menor cadencia que aquellos que no tienen patología.

Por último la velocidad de la marcha es la distancia que recorre el cuerpo por unidad de tiempo<sup>1,6</sup>. Se mide en centímetros o metros por segundo<sup>4</sup>. La velocidad media adoptada espontáneamente por adultos sanos de ambos sexos puede variar entre 1.28 y 1.40 m/seg<sup>4</sup>, encontrándose diferencias según sexo y edad<sup>11,12</sup>. En los pacientes diabéticos con neuropatía el paso es más lento y con menor longitud debido a la carencia de la propiocepción que afecta al control del paso, pues el paciente se muestra pendiente del control cognoscitivo para caminar con seguridad<sup>13</sup>. En la edad adulta la edad no influye notoriamente en la velocidad de marcha hasta la edad de 65 años<sup>10,11</sup>.

## OBJETIVOS

Comparar la cadencia y velocidad en la marcha, entre una población sin patología en el pie y en una población con Diabetes Mellitus tipo 2, con neuropatía, patología en el pie y antecedente previo al estudio de ulceración.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realiza un estudio de casos-control, donde se analizan 10 pies de pacientes sanos, que no presenten patología en el miembro inferior y 10 pies de pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo2, con neuropatía que han cursado con úlceras plantares previo al estudio, con una edad comprendida entre los 30 y los 70 años. Todos estos pacientes a la Clínica Universitaria de Podología de la UCM.

Se realiza un análisis de la marcha mediante la plataforma el sistema Footscan®, de 2m de longitud, analizándose en ambos grupos las siguientes variables:

- Velocidad de la marcha,
- Ciclo de la marcha
- Base de sustentación
- Cadencia
- Distancia del paso PD-PI y PI-PD.

Del estudio fueron excluidos todos los pacientes que presentaban antecedentes de amputación, o resecciones parciales óseas.

El análisis de los datos se realizó con el software SPSS 15.0 utilizando la U-Man Witney para comparar dos muestras independientes, considerando un  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

El total de población estudiada son veinte pacientes, diez pacientes (n1=20 pies) sanos y 10 pacientes (n2=20 pies) de pacientes diagnosticados de Diabetes Mellitus tipo2, presentando un total de 40 pies.

La población control n1 presenta una media de edad 50.5+9,2 de los pacientes el 40% mujeres 60% hombres (grafico 2). En la población con patología de base el 80% son hombres y el 20% (grafico 3). Son mujeres la media de edad 50.9+19. El análisis de los

resultados de la población control sin patología se encuentra en la Tabla 1:

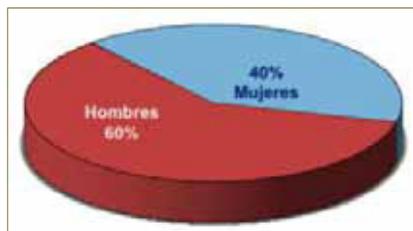


Gráfico 2. Representación de la población control sin patología de base, por sexos.

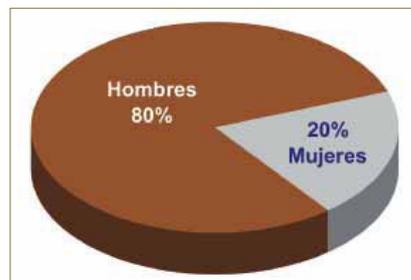


Gráfico 3. Representación de la población con diabetes Mellitus tipo 2 con neuropatía patológica en el pie e historia de reulceración previa, por sexos.

PACIENTES DIABÉTICOS TIPO 2 CON PATOLOGÍA DE BASE Y SIN AMPUTACIÓN								
	EDAD	IMC	VELOCIDAD m/s	CICLO m/s	DISTANCIA PD-PI	DISTANCIA PI-PD	BASE SUSTENTACION	CADENCIA
<b>MEDIA</b>	50,9 ±19	82 ±13,6	0,9±0,2	99,4 ±11,2	48,6 ±5,5	50,8 ±6	17,6 ±5	96,54

Tabla 1. Media de las diferentes variables estudiadas, en la población control pacientes sin patología de base ni patología en el pie.

La velocidad media está en 1,3±0,2 m/s el Ciclo de la marcha es de 102,8±39,6 m/s. La distancia entre pie derecho e izquierdo es de 57,5 + 11,1 cm y la distancia entre el pie izquierdo y el derecho es de 59,2±8,8 cm. La base de sustentación es de 10,3±5,2 cm y por último la cadencia es de 132,60 pasos por minuto.

Los resultados obtenidos en la población n2 que presenta patología de base pacientes diabéticos con neuropatía, patología en el pie y antecedente de ulceración es la siguiente (Tabla 2):

PACIENTES SIN PATOLOGÍA DE BASE Y SIN AMPUTACIÓN								
	EDAD	IMC	VELOCIDAD m/s	CICLO m/s	DISTANCIA PD-PI	DISTANCIA PI-PD	BASE SUSTENTACION	CADENCIA
<b>MEDIA</b>	50,5±9,2	80±12,7	1,3±0,2	102,8±39,6	57,5±11,1	59,2±8,8	10,3±5,2	132,60

Tabla 2. Media de las diferentes variables estudiadas, en la población con diabetes Mellitus tipo 2 con neuropatía y antecedentes de reulceración previo al estudio.

La velocidad media está en 0,9±0,2 m/s el Ciclo de la marcha es de 99,4±11,2 m/s. La distancia entre pie derecho e izquierdo es de 48,6 + 5,5 cm y la distancia entre el pie izquierdo y el derecho es de 50,8±6 cm. La base de sustentación es de 17,6±5 y por último la cadencia es de 96,54 pasos por minuto.

Se realiza la comparación de ambas poblaciones mediante el test U-Man Witney para muestras independientes, los resultados de las variables estudiadas entre las dos poblaciones son los siguientes (Tabla 3): Presenta p valor<0,05 estadísticamente significativo en la velocidad media (p<0,01), la distancia del pie derecho al izquierdo (p<0,05), la distancia del pie izquierdo al pie derecho (p<0,02); en la base de sustentación (p<0,007) y en la cadencia (p<0,015).

DIFERENCIA DE MEDIAS					
	VELOCIDAD m/s	DISTANCIA PD-PI	DISTANCIA PI-PD	BASE SUSTENTACIÓN	CADENCIA
<b>P&lt;0,05</b>	<b>0,001</b> Significativo	<b>0,05</b> Significativo	<b>0,02</b> Significativo	<b>0,007</b> Significativo	<b>0,015</b> Significativo

Tabla 3. Diferencia de medias entre las variables a estudio y las dos poblaciones con y sin patología.

## CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

- Nuestros resultados muestran la existencia de una diferencia estadísticamente significativa, entre ambas poblaciones, en las variables estudiadas.
- Los pacientes diabéticos con neuropatía, antecedente de ulcera plantar y sin amputación, presentan una velocidad media, longitud del paso y una cadencia, inferior a los pacientes sin patología en el pie y sin diabetes, con un p<0,05; estos resultados coinciden con los estudios Katoulis EC en los que concluye que el paso es más lento y con menor longitud en los pacientes diabéticos con neuropatía.
- La cadencia en nuestros pacientes sin patología de base, comparada con otros estudios se encuentra en el límite superior. Esto indicaría

que estaríamos ante una marcha rápida en estos pacientes, frente a una cadencia inferior de los pacientes con patología.

- La diferencia de medias de la base de sustentación entre las poblaciones estudiadas, es estadísticamente significativa; obteniendo una media de 17,6 cm en pacientes con patología, respecto a 10,3 cm de los pacientes que no presentan patología; por lo tanto confirma que los pacientes diabéticos con neuropatía aumenta la base de sustentación por encima de 10 cm
- Cuando se analiza la distancia de cada paso aunque existen diferencias significativas entre ambas poblaciones con un p valor <0,05. Hemos comprobado como la marcha es disarmónica en ambas poblaciones, más en la patológica que en la sana. Ambas poblaciones presentan diferencias entre la longitud del paso derecho con respecto al izquierdo y aunque esto no es el objeto de nuestro estudio, pone de relevancia la necesidad de valorar posibles

dismetrías en ambas poblaciones, en próximos estudios.

- En pacientes con presencia de DM tipo 2 la marcha se hace más lenta, menos flexible, disminuyen la velocidad, la longitud del paso y aumenta la base de sustentación; la duración del doble apoyo aumenta conforme disminuye la velocidad de la marcha, aumentando así la integral presión-tiempo.

- El tener un conocimiento de la biomecánica del pie diabético, permite comprender que el aumento de presiones plantares es la suma de toda su biomecánica y no solo de la presión registrada en un punto concreto. Este conocimiento puede permitir diseñar estrategias terapéuticas que disminuyan al máximo las secuelas asociadas al pie diabético con neuropatía.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Viladot, A et al. Quince lecciones sobre patología del pie. Springer-Verlag Ibérica, Barcelona 2.000.
2. Núñez Samper, Mariano. Llanos Alcázar, Luis Fernando. Biomecánica, Medicina y Cirugía del pie. Masson S.A. Barcelona, 1.997.
3. Viladot R; Cahi O, Clavell S. Ortesis y prótesis del aparato locomotor. Extremidad inferior. Masson S.A. 1.991.
4. Ramos Sánchez, Mabel. Utilidad del análisis tridimensional de la marcha como sistema evaluador del estado clínico y funcional de pacientes sometidos a artroplastia de rodilla. Tesis doctoral. Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2000.
5. Kottke, Stillwell, Lehmann. Krusen. Medicina Física y Rehabilitación. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 1.986.
6. Sánchez—Lacuesta Javier. Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Instituto de Biomecánica de Valencia. Martín Impresores, SL. 1.993.
7. San Gil Sorbet, M<sup>a</sup> Amaya. Análisis dinámico de la marcha. estudio de los centros de presión sobre la huella plantar. influencia de los distintos calzados. Tesis Doctoral. Facultad de medicina de la Universidad de Alcalá de Henares, 1.991.
8. Mora Amérgo Enrique, de Rosa Pérez Ramón. Fisioterapia del aparato locomotor. Editorial Síntesis 1998.
9. Lelièvre J, Lelièvre J-F. Patología del pie. Editorial Masson. Barcelona, 1.993.
10. Wade D T, Wood VA, Heller A, Maggs J, Langton R. Walking after stroke. Scand J Rehab Med 1987;19:25-30.
11. Perry J. Gait analysis. Normal and pathological function. New York: Slack Incorporated, 1992.
12. Perry J. Gait analysis. Normal and pathological function. New York: Slack.
13. Katoulis EC, Ebdon-Parry M, Lanshammar H, Vileikyte L, Kulkarni J, Boulton AJ. Gait abnormalities in diabetic neuropathy. Diabetes Care 1997 Dec;20(12):1904-7. Incorporated, 1992.
14. Collado Vázquez, Susana (2004) Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas : influencia del transporte de carga. Tesis Doctoral. Tesis doctoral. Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2008.
15. Ramos Sánchez, Mabel. Utilidad del análisis tridimensional de la marcha como sistema evaluador del estado clínico y funcional de pacientes sometidos a artroplastia de rodilla. Tesis doctoral. Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2000.