

## MARCHA NÓRDICA: ACTIVIDAD FÍSICA ALTERNATIVA EN EL CUIDADO DEL PIE

Pérez, P. <sup>1</sup>; Llana, S. <sup>1</sup>; Encarnación, A. <sup>1</sup>; Fuster, M. A. <sup>2</sup>

1. Departamento de Educación Física y Deporte. Universidad de Valencia
2. Departamento de Estadística e Investigación. Universidad de Valencia

---

### RESUMEN

Durante la última década, la marcha con bastones denominada "Nordic Walking", está siendo cada vez más practicada por la población. Son varios los beneficios asociados a este estilo de marcha, sin embargo, se desconoce su efecto en la presión plantar. Como objetivo en este estudio destaca el análisis de la velocidad y experiencia en la Marcha nórdica vs Marcha sobre la presión plantar. Mediante un sistema de Pedobarografía, se registraron las presiones plantares en 9 zonas del pie, empleando 2 velocidades (lenta/rápida), y en 2 condiciones: Marcha nórdica vs Marcha. Los resultados muestran que los sujetos con mayor experiencia en la marcha nórdica poseen una menor presión en la zona de los metatarsianos centrales (~ 50%), y un incremento en la zona del talón (~ 23%) y primer dedo (~ 13 %) respecto a la marcha. Además, estos expertos mostraron menores presiones en la zona metatarsal (~ 40%) durante la marcha, y una menor presión plantar en prácticamente todas las zonas, incluso al incrementar la velocidad.

**Palabras clave:** marcha, presión plantar, nordic walking, velocidad.

### ABSTRACT

During last decade, Nordic Walking (NW) is more and more being practiced by the population. The benefits associated to NW are several, nevertheless, does not know their effect on plantar pressure. The objective on this study it emphasizes the analysis on the plantar pressure depend on speed and experience on NW vs gait. By means of a Pedobarography system, plantar pressures in 9 zones on foot were registered on 2 speeds (slow/fast) and two conditions (NW versus gait). The results show as the NW experience owns a smaller pressure at the central-metatarsal zone (~ 50%), and increase at heel zone (~ 23%) and first toe (~ 13%) with respect to the gait. Also, these experts showed less pressure at metatarsal zone (~ 40%) during gait, and less plantar pressure in practically all zones, even at increase the speed.

**Key words:** gait, plantar pressure, nordic walking, speed.

---

#### *Correspondencia:*

Pedro Pérez Soriano  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte  
C/ Gascó Oliag, 3 46010  
Pedro.Perez-Soriano@uv.es

*Fecha de recepción:* 10/12/2008

*Fecha de aceptación:* 10/03/2009

## INTRODUCCIÓN

La marcha (M) es una actividad rítmica, dinámica y aeróbica que proporciona numerosos beneficios al sistema músculo-esquelético sin apenas efectos negativos (Morris & Hardman, 1997). Es una actividad popular, económica, con un escaso riesgo de lesión, y que a menudo es citada como una de las actividades más practicada (Hardman, 2001). Sin embargo, en los últimos años una nueva modalidad de marcha denominada “Nordic Walking”, está consolidándose como una de las actividades físico/recreativas con mayor número de practicantes, y cuya principal característica respecto a la marcha, es la utilización de un par de bastones que permiten a través de las extremidades superiores, una mayor propulsión y velocidad al caminar. Este incremento de la velocidad, está relacionado con determinadas respuestas fisiológicas en el organismo como, el incremento de la frecuencia cardíaca, mayor consumo de oxígeno, mayores intercambios en el ratio respiratorio e incremento del gasto calórico, sin incrementar de manera significativa la percepción de esfuerzo (Porcari et al. 1997; Wilson et al. 2000; Church et al. 2002; Schiffer et al. 2006: 2009; Perrey, S., & Fabre, 2008).

En relación a los posibles beneficios mecánicos de la marcha nórdica, se observan similares o menores cargas en las extremidades inferiores cuando se realiza en superficies llanas, incluso cuando la velocidad se incrementa (Willson et al. 2001). Sin embargo, existen pocos estudios a cerca de las modificaciones en la mecánica de la marcha con bastones (Brunelle & Miller, 1998; Schwameder et al, 1999; Willson et al. 2001; Stief et al, 2008; Schiffer et al. 2006: 2009), así como sus posibles beneficios y/o aplicaciones a patologías neurológicas (Van Eijkeren et al, 2008).

La función de las extremidades inferiores y del pie durante la marcha han sido estudiadas desde diversas perspectivas (Morag & Cavanagh, 1999), aunque son escasos los estudios en la marcha nórdica. En la marcha, el análisis de la presión plantar ha sido empleado para identificar las magnitudes a las cuales están sometidas diferentes zonas anatómicas del pie, ya que la distribución de estas presiones a lo largo del pie y la progresión del punto de aplicación son factores que determinan la aparición de lesiones (Cavanagh et al. 1980; Mueller et al. 2003). Este análisis plantar, también ha sido empleado para la evaluación del riesgo de ulceración plantar en pacientes con neuropatía diabética (Kwon & Mueller, 2001; Van Shie et al. 2006; Viadé, 2006), ya que fracturas por estrés, fascitis plantar, espolones, metatarsalgias, sesamoiditis o neuropatías periféricas son consecuencia de estas sobrecargas en el pie (Henning & Milani, 1995; Van Shie & Boulton, 2006). Además, estas diferencias en el patrón de presión plantar no son únicamente consecuencia del estilo de marcha, sino que factores como la edad (Burnfield et al. 2004; Hessert et al. 2005), el calzado (Walker and Fan, 1998), o la velocidad de marcha (Zhu et al., 1995; Kernozek et al., 1996; Morag

& cavanagh, 1999; Drerup et al. 2001; Segal et al. 2004) también influyen en el patrón de presión plantar.

En este sentido, los objetivos del presente estudio han sido: 1) Analizar la influencia de la velocidad y estilo de marcha (marcha nórdica vs marcha normal) en el patrón de presión plantar, y 2) Evaluar el efecto de la experiencia en la práctica de la marcha nórdica sobre el patrón de presión plantar.

## MÉTODO

### *Participantes*

50 sujetos sanos (25 mujeres; 25 hombres) participaron voluntariamente en el estudio (edad media  $\pm$  SD = 25,90  $\pm$  4,54 años, masa media  $\pm$  SD = 69,36  $\pm$  6,48 Kg, talla media  $\pm$  SD = 173,25  $\pm$  5,26 cm). Fueron divididos en 2 grupos según el grado de experiencia en la práctica de la marcha nórdica: 1) 30 sujetos principiantes (15 mujeres: 15 hombres) y 2) 20 sujetos expertos (10 mujeres: 10 hombres), con un media de 6.4  $\pm$  2.65 años de experiencia, y una media de práctica semanal de 10 h/semana. Todos ellos fueron informados de las características experimentales del estudio, y se les entregó un informe de consentimiento para autorizar su participación voluntaria. Antes de los test en el laboratorio, todos los sujetos principiantes recibieron 3 clases prácticas (1.30 hora /clase), que les permitió la familiarización con la marcha con bastones. Igualmente, principiantes y expertos, realizaron un calentamiento previo a los test de 25 minutos.

### *Procedimiento*

Los sujetos realizaron los test de manera randomizada, según la condición: marcha o marcha nórdica. Cada una de las condiciones se realizó empleando dos velocidades distintas: (V1) velocidad baja: seleccionada para cada sujeto, y (V2) velocidad alta: donde se incrementó en un 20 % la V1. En ambas velocidades se permitió un error máximo del 5%, y si el sujeto sobrepasaba este porcentaje debía repetir de nuevo el intento. De este modo, cada sujeto realizó 5 repeticiones en cada una de las velocidades, con un total de 10 repeticiones por condición. Entre ambas condiciones, los sujetos realizaron un descanso de 5 minutos.

Los test se realizaron en un pasillo de marcha (12m largo x 2m ancho), donde un par de fotocélulas conectadas a un cronómetro electrónico Chronomaster® (sensibilidad: 0.001s), permitieron obtener la velocidad de paso. Cada sujeto llevó en la zapatilla deportiva "Adidas-Walkaday" del pie derecho, una plantilla instrumentada formada entre 60/70 cerámicas piezoeléctricas (según el tamaño del pie), conectadas a un pequeño instrumento portátil de adquisición que registró la presión plantar de cada paso, con una frecuencia de muestreo de 750 Hz (Biofoot/IBV 2001®, Valencia,

Spain) (Martínez-Nova et al. 2007; 2008). De cada repetición realizada por los sujetos, se seleccionó un paso para su posterior análisis.

Los sensores de la plantilla fueron distribuidos en 9 áreas (Hessert, et al. 2005), referentes a diferentes zonas anatómicas (figura 1). La presión media en cada zona, fue definida empleando la media de los valores máximos de cada sensor que configuraban una zona. Los sujetos realizaron los test de manera randomizada, según la condición: marcha o marcha nórdica. Cada una de las condiciones se realizó empleando dos velocidades distintas: (V1) velocidad baja: seleccionada para cada sujeto, y (V2) velocidad alta: donde se incrementó en un 20 % la V1. En ambas velocidades se permitió un error máximo del 5%, y si el sujeto sobrepasaba este porcentaje debía repetir de nuevo el intento. De este modo, cada sujeto realizó 5 repeticiones en cada una de las velocidades, con un total de 10 repeticiones por condición. Entre ambas condiciones, los sujetos realizaron un descanso de 5 minutos.



FIGURA 1. Distribución de las 9 zonas de análisis en el pie

#### *Análisis Estadístico*

Mediante el paquete estadístico SPSS.15 ® se realizó el test Kolmogorov-Smirnov, el cual determinó la normalidad en las variables analizadas. La prueba T de Student, teniendo como variables independientes sexo y experiencia, permitió comparar la media de presión plantar por cada zona, y analizar las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre ambas variables mediante la prueba de homogeneidad de la varianza de Levene. Finalmente, con el ANOVA de medidas repetidas, se establecieron las diferencias ( $p < 0.05$ ) entre ambos tipos de marcha y velocidades.

#### RESULTADOS

La prueba T no detectó diferencias ( $p < 0.05$ ) según el sexo de los participantes en las diferentes zonas del pie. Sin embargo, estas diferencias si fueron significativas

( $p < 0.01$ ;  $p < 0.05$ ) en determinadas zonas, dependiendo del grado de experiencia de los sujetos (tabla 1).

TABLA 1  
Presiones medias por zona (Medias normalizadas (Kpa/Kg)  $\pm$  SD, N=50)  
según el grado de experiencia (Experto vs Principiante),  
condición (marcha vs marcha nórdica) y velocidad ( $v^1$  vs  $v^2$ )

ZONAS	Experiencia	MARCHA				MARCHA NÓRDICA			
		V1	Sd	V2	Sd	V1	Sd	V2	Sd
TE	Principiante	6,6	2,7	8,1	3,4	6,5	3,5	**7,7	4,0
	Experto	7,0	2,9	8,9	3,9	7,7	4,1	9,2	4,9
TI	Principiante	6,9	2,8	8,5	3,3	*6,8	3,0	**8,2	3,9
	Experto	7,9	2,6	9,4	3,1	8,4	3,8	9,7	4,4
PMI	Principiante	1,0	0,8	1,2	1,2	1,0	1,1	1,2	1,5
	Experto	0,7	0,3	0,7	0,4	0,7	0,4	0,7	0,5
PME	Principiante	0,9	0,7	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2
	Experto	0,9	0,4	0,9	0,4	0,9	0,5	0,8	0,5
C5M	Principiante	**1,9	1,4	1,4	1,0	**1,5	1,2	**1,22	0,9
	Experto	1,2	0,5	1,0	0,6	1,1	0,5	0,7	0,4
MM	Principiante	*2,8	1,2	*2,2	1,2	**1,9	1,2	**1,7	1,2
	Experto	1,9	0,8	1,3	0,6	1,1	0,7	0,6	0,3
C1M	Principiante	2,1	1,5	**2,7	1,7	2,2	1,6	*2,6	1,9
	Experto	1,5	1,3	1,5	1,2	1,6	1,5	1,2	1,1
RD	Principiante	1,7	1,0	1,7	1,0	1,5	1,1	1,4	1,0
	Experto	1,6	1,4	1,7	1,6	1,3	1,4	1,7	1,8
PrD	Principiante	1,7	1,0	1,7	1,0	3,3	2,1	*3,6	2,1
	Experto	1,6	1,4	1,7	1,6	5,9	4,8	5,9	4,3

\* ( $p < 0.01$ ) entre principiante y experto para la misma velocidad y condición de marcha.

\*\*( $p < 0.05$ ) entre principiante y experto para la misma velocidad y condición de marcha.

En la figura 2 se muestran las diferencias encontradas en cada una de las zonas analizadas, observándose que los expertos reducen durante la marcha la presión plantar respecto a los principiantes en el área de los metatarsianos, concretamente en un 35.3 % y 32.7 % en las zonas C5M y MM a velocidad  $V^1$ , y en un 39.6 % y 44.8 % en las zonas MM y C1M a velocidad  $V^2$ . Sin embargo durante la marcha nórdica, se observa en los expertos un incremento de la presión plantar respecto a los principiantes en el área del talón y primer dedo, concretamente del 25.5 % en la zona TI a velocidad  $V^1$ , y del 23.9 %, 23.3 % y 13.9 % en las zonas TE, TI y H, a velocidad  $V^2$ . Aunque, y al igual que durante la marcha, también se observa una reducción de la presión en el área de los metatarsianos, concretamente del 34.8 % y 39.7 % en las zonas MM y C1M a velocidad  $V^1$ , y del 30.8 %, 57.6 % 50.6 % en las zonas C5M, MM y C1M a velocidad  $V^2$ .

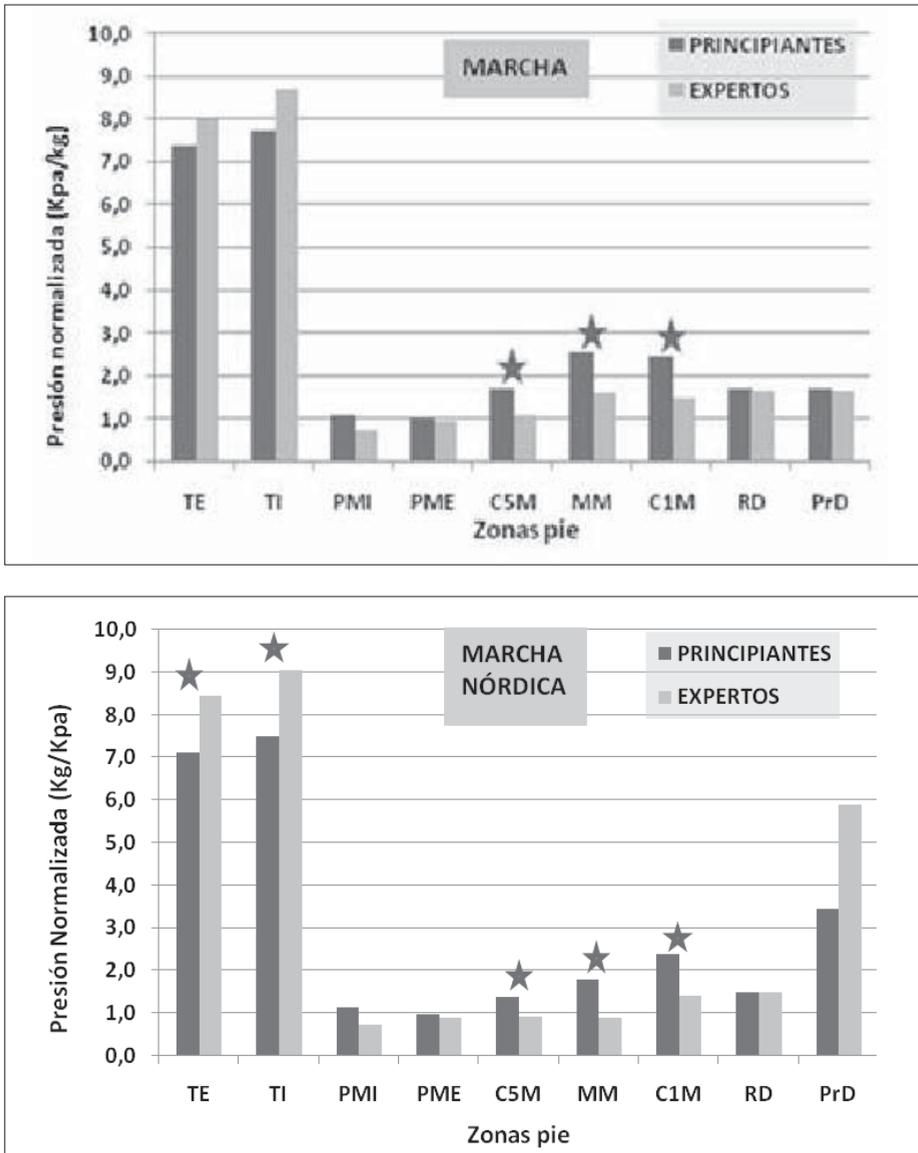


FIGURA 2. Zonas con diferencias significativas ( $p < 0.01$ ;  $p < 0.05$ ) por condición de marcha en los dos grupos de experiencia analizados

El RM ANOVA detectó diferencias ( $p < 0.01$ ) en la presión plantar cuando se compararon las velocidades en ambos tipos de marcha. En este sentido, la figura 3 muestra como al comparar los dos tipos de marcha a velocidades bajas (V1) en los principiantes, estos reducen (el valor en la marcha nórdica) significativamente en un 21.13% y 32.29 % la presión en las zonas C5M y MM, y a velocidades altas (V2)

reducen con un 25.21 % y 12.26 % las zonas MM y RD. Del mismo modo, los expertos reducen de manera significativa la presión en la zona MM, con un 37.27 % y 49.67 % en las dos velocidades analizadas.

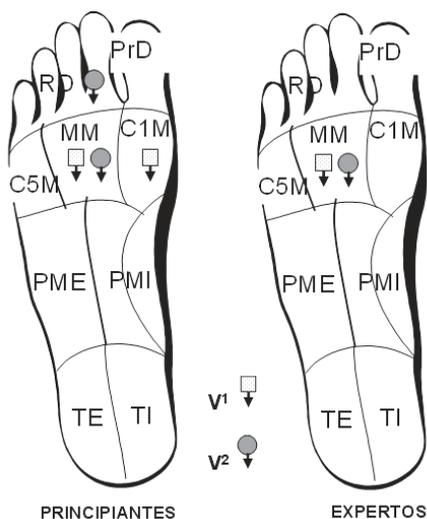


FIGURA 3. Zonas del pie con una reducción significativa ( $p < 0.01$ ) durante la marcha nórdica vs marcha, en las dos velocidades empleadas

### DISCUSIÓN

La marcha, ha sido una de las actividades físicas más empleadas en la promoción del mantenimiento físico, ya que entre sus características, se observa que a bajas intensidades reduce el riesgo de lesión en las extremidades inferiores. En este sentido, durante la última década un “nuevo estilo” o modalidad de marcha denominada “Nordic walking” ha sido empleada para la rehabilitación y/o mantenimiento físico, con un notable incremento de practicantes (Hansen et al 2008). Entre las principales modificaciones observadas en la marcha nórdica respecto a la marcha, destaca el aumento de la intensidad del ejercicio, debido fundamentalmente a un aumento de la velocidad de la marcha proporcionada por los bastones (Wilson et al. 2001). En la marcha, un incremento de velocidad supone, entre otros aspectos, un aumento de la presión plantar (Ronsenbaum et al., 1994; Morag & Cavanagh, 1999), concretamente en el talón, metatarsianos centrales y medios (Burnfield et al. 2004).

El notable incremento de practicantes en la marcha nórdica, y la asociación de posibles beneficios en su práctica, ha provocado un aumento de la investigación sobre este nuevo “estilo de marcha” (Brunelle & Millar; 1998; Wilson, et al. 2000; Hansen et al 2008; Perrey & Fabre, 2008), que entre otros aspectos, ha permitido demostrar algunas falsas creencias señaladas en la literatura popular y mediática sobre

los beneficios de la marcha nórdica, a cerca de la reducción de la carga en el sistema músculo-esquelético (~ 30%) con la utilización de los bastones (Kleindienst et al.2007). Sin embargo, no se ha analizado el efecto y/o repercusión de la marcha nórdica sobre la presión plantar. En este sentido, los resultados obtenidos en las magnitudes de presión plantar durante la marcha nórdica parecen señalar lo descrito por Sanderson et al. (2000), donde el grado de experiencia que se tenga en una actividad físico/deportiva realizada de forma continuada, influye sobre el patrón/magnitud de presión plantar. De este modo, los resultados muestran como los expertos respecto a los principiantes, reducen la presión plantar (~ 50%) en la zona de los metatarsianos (2º y 3º), aunque por otro lado, supone un incremento de la presión en la zona del talón (~ 23%) y primer dedo (~ 13 %).

Además, los resultados también muestran diferencias en el patrón de presión durante la condición de marcha según el grado de experiencia. Así, se observa en el grupo de expertos, que la práctica habitual de la marcha nórdica posee un efecto positivo en la reducción de la presión plantar cuando camina sin bastones, dado que disminuye de forma considerable (~ 40%) y significativa ( $p < 0.01$ ;  $p < 0.05$ ), la presión plantar en la cabeza de los metatarsianos (C5M , MM, y C1M), fundamentalmente en la cabeza del 1º (44.8 %) y 2-3º (39.6 %). Estos resultados, permiten suponer que la práctica habitual de la marcha nórdica modifica el patrón de presión durante la marcha humana, con una considerable reducción de la presión plantar en la cabeza de los metatarsianos.

En cuanto al efecto que posee la velocidad sobre la presión plantar, son varios los estudios (Zhu et al., 1995; Kernozek et al., 1996; Morag & cavanagh, 1999; Drerup et al. 2001; Burnfield et al. 2004; Segal et al. 2004) que relacionan directamente el incremento de la presión plantar con el aumento de la velocidad durante la marcha. En este sentido, el incremento de presión señalado anteriormente en la zona del talón (~ 23%) y primer dedo (~ 13 %), pueda ser debido, tal y como Segal et al. (2004) describen, a causas relacionadas con las mayores velocidades empleadas por los expertos (tabla 1), que a causas debidas por la condición de marcha. Y por lo tanto, sea lógico pensar que una mayor experiencia en la marcha nórdica permita reducir la presión en determinadas zonas del pie, concretamente en la zona de los metatarsianos e independientemente de la velocidad seleccionada.

Sin embargo, respecto al efecto que posee la velocidad en ambas condiciones de marcha, parece ser que durante la marcha nórdica (donde la velocidad fue ligeramente superior a la macha) se reduzca significativamente entre el 20-30 % la presión plantar en la zona de los 2º-3º metatarsiano para los principiantes, y de aproximadamente el 35-50 % para los expertos. Esto supone, que independientemente de la experiencia que tenga una persona en la marcha nórdica, y pese a incrementar la veloci-

dad de ejecución, se reduce la presión en las zonas de los metatarsianos centrales, siendo considerablemente mayor esta reducción (tabla 2) a medida que aumenta la experiencia. Según señala Kwon & Mueller (2001), esta reducción de la presión plantar parece ser debida a la utilización de los bastones, ya que al ser empleados como instrumentos adicionales durante la marcha, permiten reducir la presión en la zona del antepié. Y en el caso de la marcha nórdica, la utilización de un par de bastones posiblemente también reduzca la presión plantar en la zona del antepié.

Por lo tanto, esta reducción en la carga que soportan las extremidades inferiores durante la marcha rápida y/o a altas velocidades en la marcha nórdica, podría ser de interés para poblaciones con desórdenes metabólicos crónicos que basan su actividad física en la marcha, como los obesos (Poirier & Després, 2002), o en programas de actividad física que intenten reducir el índice de diabetes en la población (Gregg et al. 2003). Además, la reducción de la magnitud de presión plantar en el antepié durante la marcha, es uno de los principales objetivos en la prevención y tratamiento de úlceras en el pie (Mueller et al. 2003; Van Shie & Boulton, 2006). Y aunque se han empleado plantillas ortopédicas y/o calzado terapéutico, parece ser que alteraciones en el patrón de marcha también han sido útiles para disminuir la presión plantar (Zhu et al. 1995; Kwon & Mueller, 2001). Por este motivo, y en relación con los resultados obtenidos, la actividad física basada en la marcha nórdica podría ser de interés para pacientes diabéticos con desordenes vasculares y neuropatías, ya que estos desordenes suelen estar relacionados con úlceras en áreas sometidas a elevadas presiones (Singh et al. 2005; Van Shie & Boulton, 2006). Considerando además, como a través de la experiencia en la marcha nórdica, se puede reducir la presión en un 30 - 50% en la zona de los metatarsianos respecto de la marcha.

#### CONCLUSIONES

En conclusión, la marcha nórdica puede considerarse como una nueva forma de actividad física sencilla y accesible para cualquier tipo de población. Representa un tipo de marcha donde el empleo de bastones permite aumentar la velocidad, sin incrementar la presión plantar respecto a la marcha normal. Destacan entre las principales diferencias con respecto a la marcha, la reducción de presión en la zona de los metatarsianos centrales, y como la práctica habitual de la marcha nórdica modifica el patrón de presión plantar de la marcha, concretamente reduciendo las presiones máximas en la zona de los metatarsianos. Por lo tanto, la marcha nórdica podría llegar a ser considerado como un tipo de marcha recomendable para poblaciones con riesgo de lesión en la zona de los metatarsianos centrales, ya que permite reducir la presión plantar de forma significativa respecto a la marcha, incluso empleando mayores velocidades de ejecución.

## REFERENCIAS

- BRUNELLE, E. A., AND M. K. MILLER. (1998). The effects of walking poles on ground reaction forces. *Res Q Exerc Sport*. 69 (Suppl.):A30.
- BURNFIELD JM, FEW CD, MOHAMED OS, PERRY J. (2004) The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults. *Clinical Biomechanics*, 19 (1), 78-84.
- CAVANAGH, P.R. AND AE, M. (1980) A technique for the display of pressure distribution data beneath the foot. *J. Biomech* 13:69-75.
- CAVANAGH PR, ULBRECHT JS, ZANINE W, WELLING RL, LESCHINSKY D, VAN SCHIE C.(1997). A method for the investigation of the effects of outsole modifications in therapeutic footwear. *Foot Ankle Int.*,17(11):706-8.
- GREGG,E.W; GERZOFF,R.B;L; CASPERSEN,C.J0; WILLIAMSON,D.F; VENKAT, K.M. (2003). Relationship of Walking to Mortality Among US Adults With Diabetes. *Arch Intern Med*. 163 (12):1440-1447.
- HARDMAN, A.E. (2001). Physical activity and health: current issue and research needs. *International Journal of Epidemiology*. 30: 1193-1197.
- HANSEN L, HENRIKSEN M, LARSEN P, ALKJAER T. (2008). Nordic Walking does not reduce the loading of the knee joint. *Scand J Med Sci Sports*. 1-6.
- HESSERT, M.J., VYAS, M., LEACH, J., HU, K., LIPSITZ, L.A., & NOVAK, V. (2005). Foot pressure distribution during walking in young walking and old adults. *BMC Geriatrics*, 5, (8).
- HENNIG, E. M. AND MILANI, T. L. (1995). In-shoe pressure distribution for running in various types of footwear. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 299-310.
- KLEINDIENST FI, MICHEL KJ, STIEF F, WEDEL F, CAMPE S, KRABBE B (2007). Vergleich der Gelenkbelastung der unteren Extremitäten zwischen den Bewegungsformen Nordic Walking, Walking und Laufen mittels Inverser Dynamik. *Deutsche zeitschrift für sportmedizin*. 58 (4).13-19.
- KERNOZEK, T.W., LAMOTT, E.E. & DANCISAK, M.J. (1996). The reliability of an in-shoe pressure measurement system during treadmill, *Foot & Ankle International*, 198-211.
- MARTÍNEZ-NOVA A., CUEVAS-GARCÍA J.C, PASCUAL-HUERTA J, SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ R. (2007). BioFoot in-shoe system: Normal values and assessment of the reliability and repeatability. *The Foot*. 17(4):190-6.
- MARTINEZ-NOVA A, HUERTA JP, SANCHEZ-RODRIGUEZ R. (2008). Cadence, age, and weight as determinants of forefoot plantar pressures using the Biofoot in-shoe system. *J Am Podiatr Med Assoc*. 98(4):302-10.
- MORAG, E., & CAVANAGH, P.R. (1999). Structural and functional predictors of regional peak pressures under the foot during walking. *Journal of Biomechanics*, 32, 359-370.
- MORRIS JN, HARDMAN AE (1997 ).Walking to health. *Sports Med*. 23(5):306-32.
- MUELLER MJ, HASTINGS M, COMMEANB PK, SMITH KE, PILGRAMB TK, RORTSOND D, JOHNSON J.(2003). Forefoot structural predictors of plantar pressures during walking in people with diabetes and peripheral neuropathy. *J Biomech*. 36: 1009–

1017.

- NALINI SINGH, MD; DAVID G. ARMSTRONG, DPM, MSC, PHD; BENJAMIN A. LIPSKY, MD (2005). Preventing Foot Ulcers in Patients With Diabetes. *Clinician's Corner.Jama.* 293:217-228.
- OH-YUN KWON AND MICHAEL J MUELLER (2001). Walking Patterns Used to Reduce Forefoot Plantar Pressures in People With Diabetic Neuropathies. *Phys ther*, 81 (2). 828-835.
- PERREY, S., & FABRE, (2008). Exertion during uphill, level and downhill walking with and without hiking poles. *Journal of Sport Science and Medicine*, 7, 32-38.
- PORCARI JP, HENDRICKSON TL, WALTER PR, TERRY L, WALSKO G.(1997).The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 68(2): 161-66.
- POIRIER P, DESPRÉS JP. (2002). Exercise in weight management of obesity. *Cardiol Clin.*19 (3):459-70.
- RONSENBAUM, D., HAUTMAN S., GOLD, M & CLAES, L. (1994). Effects of walking speed on plantar pressure patterns and hindfoot motion. *Gait Posture* 2 (3), 191-197.
- SANDERSON DJ, HENNIG EM, BLACK AH (2000).The influence of cadence and power output on force application and in-shoe pressure distribution during cycling by competitive and recreational cyclists. *J Sports Sci.* 18(3):173-81.
- SEGAL A, ROHR E, ORENDURFF M, SHOFER J, O'BRIEN M, SANGEORZAN B.(2004). The effect of walking speed on peak plantar pressure. *Foot Ankle Int.*, 25(12):926-33
- SCHIFFER T, KNICKER A, HOFFMAN U, HARWIG B, HOLLMANN W, STRÜDER HK.(2006). Physiological responses to nordic walking, walking and jogging. *Eur J Appl Physiol.* 98(1):56-61.
- SCHIFFER,T, KNICKER A, DANNO R, STRÜDER H. (2009). Energy Cost and Pole Forces during Nordic Walking under Different Surface Conditions. *Med Sci Sports Exerc.* 1: 663-668
- STIEF F, KLEINDIENST FI, WIEMEYER J, WEDEL F, CAMPE S, KRABBE B (2008). Inverse dynamic analysis of the lower extremities during nordic walking, walking, and running. *J Appl Biomech.* 24(4):351-9.
- SCHWAMEDER, H., ROITHNER, R., MULLER, E., NIESSEN, W., & RASCHNER, C. (1999). Knee joint forces during downhill walking with hiking poles. *J.Sport Sci*, 17. 969-978.
- TIMOTHY S. CHURCH, CONRAD P. EARNEST, AND GINA M. MORSS (2002). Field Testing of Physiological Responses Associated With Nordic Walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 73 (3), 296-300.
- VAN EIJKEREN FJ, REIJMERS RS, KLEINVELD MJ, MINTEN A, BRUGGEN JP, BLOEM BR (2008). Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. *Mov Disord.* 15;23(15):2239-43.
- VAN SHIE, C.H.M., & BOULTON, A.J.M. (2006). Biomechanic of the diabetic foot. En Aristidis Veves, MD, DSc; Giurini, JM, DPM; LoGerfo, FW, MD. *The Diabetic Foot.*

Human Press, 186-200.

VIADÉ J. (2006). *Pie diabético*. Ed. Médica Panamericana.

WILLSON J, TORRY MR, DECKER MJ, KERNOZEK T, STEADMAN JR. (2001) Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Med Sci Sports Exerc.* 33 (1):142-7.

ZHU H, WERTSCH JJ, HARRIS GF, ALBA HM. (1995). Walking cadence effect on plantar pressures. *Arch Phys Med Rehabil*, 76(11):1000-5.