

## EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA REGENACTIV® EN CALCETINES DURANTE LA MARCHA NÓRDICA

Aparicio, I. <sup>1</sup>; Giménez, J. V. <sup>1</sup>; Pérez-Soriano, P. <sup>1</sup>;  
Martínez-Nova, A. <sup>2</sup>; Macián, C. <sup>3</sup>; Llana, S. <sup>1</sup>

1. Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Valencia.
2. Clínica Podológica Universitaria. Departamento de Enfermería. Universidad de Extremadura.
3. Clínica Podológica Universitaria, Universidad de Valencia.

---

### RESUMEN

Durante la práctica de actividad física es posible que aparezcan lesiones o dolencias en determinadas zonas del cuerpo, como son los pies. Posiblemente, algunas de estas lesiones están relacionadas con molestias por la interacción del pie con el calzado/calzetín, así como por el estado de hidratación de la piel. En este sentido, el objetivo de este estudio ha sido determinar la capacidad del calzetín «Regenactiv®» en la percepción del confort y aportación en el nivel de hidratación en el pie durante una actividad física, concretamente la marcha nórdica. Para valorar el confort percibido se utilizó un cuestionario de preguntas de respuesta única. Para la valoración de la hidratación, se empleó un medidor de hidratación cutánea Hydrosensor (Microcaya, S.L). Los resultados mostraron mejoras significativas en dos de las variables de confort analizadas: comodidad y adaptabilidad (~10%); y en los niveles de hidratación en las cabezas metatarsales del 1.º y del 5.º dedo (~9%).

**Palabras clave:** pie, marcha nórdica, textil, hidratación, confort

### ABSTRACT

During physical activity might appear injuries or illnesses in specific areas of the body, like feet. Probably, some of these injuries are related to complaints by the interaction of the foot with the shoe / sock, as well as the of the skin hydration status. In this sense, the objective of this study was to determine the ability of the sock «Regenactiv®» in the perception of comfort, and contribution to the hydration level in the foot during physical activity, specifically Nordic walking. A questionnaire was used to evaluate the hydration perceived comfort. For the assessment of hydration, we used a skin hydration meter Hydrosensor (Microcaya, SL). The results showed significant improvements in two of the analyzed comfort variables, comfortable and adaptability (~ 10%), and levels of hydration in the metatarsal heads of the 1st and the 5th finger (~ 9%).

**Key Words:** foot, nordic walking, textil, hidrattation, comfort

---

### Correspondencia:

Dr. Pedro Pérez Soriano  
Departamento de Educación Física y Deportiva.  
Facultad de Ciencias de la actividad Física y el deporte. Universidad de Valencia  
C/Gascó Oliag, 3 - 46010 - Valencia  
pedro.perez-soriano@uv.es  
Fecha de recepción: 30/12/2011  
Fecha de aceptación: 07/05/2012

## 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). Además 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), así como sus variantes, entre las que destaca el «Nordic Walking» (Pérez et al. 2011).

A pesar del escaso riesgo de lesión durante la marcha/marcha nórdica, la literatura muestra una serie de lesiones dérmicas que pueden asociarse a la marcha, tales como: flictenas (ampollas) (Dai y col., 2006) o queratopatías (Knapik, 1995; King, 1997; Reynolds, 1998; Colbert, 2000; Mailler-Savage y Adams, 2006; Malgrange, 2008; Pérez y col., 2011).

La biomecánica deportiva contribuye a la investigación en el material y equipamiento deportivo, ayudando a la prevención de lesiones (Pérez et al. 2007). En este sentido, destaca el calzado y el calcetín (Blackmore et al., 2011), que pueden ayudar a prevenir las lesiones podológicas. Estos dos elementos, serán los encargados de crear y mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo de las funciones del pie, y de aquí la importancia de su diseño (Litzelman y col., 1997; Mueller y col., 1997; Maciejewski y col., 2004; Alcántara, 2005;).

Puesto que el calcetín mantiene las condiciones térmicas (Puris y Trusall, 2004), y ayuda a mantener una correcta hidratación del pie (Grouios, 2004; Mc Lellan y col., 2009; Hagen y col., 2010; Li y col., 2011). Así, la presencia de sequedad dérmica, puede influir en la aparición hiperqueratosis (engrosamiento de la capa córnea de la piel), las cuales pueden desencadenar fisuras e incluso ulceraciones dérmicas (Hurlow y Zammaro, 2011; Borelli y col., 2011). En la población diabética la condición óptima de hidratación, permite una temprana cicatrización de heridas (Polliack y Scheinber, 2006).

Actualmente, el empleo de nuevas fibras en materiales textiles, como el quitosano (Lim y Hudson, 2004), proporcionan efectos antimicrobianos (Gao y Cranston, 2008), que permiten la prevención de lesiones (Basal e Ilgaz, 2009), lo que ha popularizado su uso en materiales de ámbito clínico, como los vendajes (Mi y col., 2003; Ong y col., 2008; Fouda y col., 2009).

Con el objetivo de prevenir lesiones durante la interacción del conjunto calzado-calcetín-pie al realizar ejercicio físico, se ha desarrollado un calcetín (tecnología Regenactiv®) cuyas fibras reúnen las características mencionadas anteriormente, tales como: capacidad preventiva debido a su efecto antimicrobiano y capacidad regeneradora/cicatrizante. En este sentido, los objetivos planteados en el estudio han sido: a) Analizar el confort percibido, y b) Grado de hidratación proporcionado por

una muestra de calcetines con tecnología Regenactiv® durante la práctica de Nordic walking.

## MÉTODO

### *Participantes*

En este estudio participaron un total de 57 voluntarios/as (12 varones y 45 mujeres:  $63.7 \pm 2.5$  años,  $69.5 \pm 8.6$  Kg,  $1.6 \pm 0.11$  m). Para la participación en el estudio, fue necesario ser capaz de caminar durante al menos 1h de forma continua, descartándose todos aquellos participantes con alguna operación en las extremidades inferiores y/o dolencia-lesión que afectase a su patrón normal de marcha, tales como esguinces, tendinitis, o sobrecarga muscular. Cada participante fue informado de las características experimentales del estudio, y se les entregó un documento de consentimiento informado para autorizar su participación voluntaria.

### *Procedimiento*

Actualmente, el empleo de nuevas fibras en materiales textiles permiten la prevención de lesiones (Basal e Ilgaz, 2009), y entre estas fibras, destaca un derivado de la quitina: el quitosano (Lim y Hudson, 2004), el cual es un polímero que se obtiene de la naturaleza, concretamente de la quitina presente en el esqueleto exterior (caparazón) de animales invertebrados como moluscos o crustáceos. Se ha comprobado que gracias a sus características, semejantes a la celulosa, permite elaborar fibras y con ello tejidos (Kumar, 2000; Pillai, 2009), sobre los que se ha demostrado su efecto antimicrobiano (Gao y Cranston, 2008), y de ahí su utilización en materiales de ámbito clínico, como vendajes (Mi y col., 2003; Ong y col, 2008; Fouda y col., 2009).

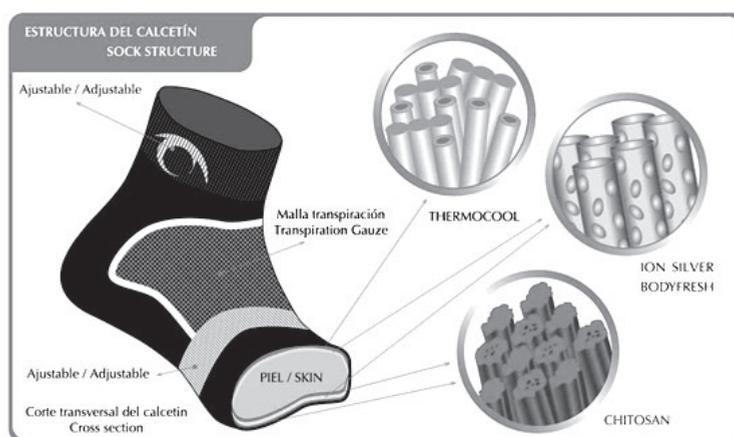


FIGURA 1: Diseño y estructura del calcetín Regenactiv®

En este estudio, el tejido desarrollado ha sido un calcetín «Regenactiv®», mediante una estructura textil a base de fibras de quitina mezcladas con viscosa. La estructura textil ha sido combinada con fibras de polidamida (y partículas de plata iónica) integradas entre la quitina. De este modo, el calcetín ha quedado estructurado en dos zonas (figura 1), la primera constituida por una estructura a base de quitina y polidamida, y la segunda a base de un tejido termo-regulador (zona empeine).

Para la realización del estudio se requirió que los participantes caminaran empleando los calcetines proporcionados en el estudio durante 4 sesiones de Nordic walking, en superficie plana, con una duración media por sesión de  $50 \pm 5$  minutos, y a una intensidad de marcha aeróbica ligera, libremente elegida por el participante (Figura 2). De forma randomizada, los participantes calzaron en dos sesiones un calcetín placebo (100% algodón), y otras dos sesiones con calcetín Regenactiv®. Todas las pruebas realizadas con los dos tipos de calcetín (y por todos los participantes) fueron realizadas en un periodo no superior a 12 días.



FIGURA 2: Participantes en el estudio y práctica del Nordic walking

Se evaluaron dos variables: a) La hidratación proporcionada por el calcetín al pie, y b) El confort percibido durante la sesiones de Nordic walking. Respecto al Confort, se elaboró un cuestionario de preguntas donde se seleccionaba una única respues-

ta. Las preguntas formuladas fueron de escala Tipo Likert, con una escala de valoración comprendida entre 1 y 5, siendo 1 «muy adecuada» y 5 «poco adecuada». Las 5 preguntas realizadas, hicieron referencia a aspectos relacionados con el Confort, tales como: Altura, Adaptabilidad, Rozaduras, Temperatura y Comodidad. Del mismo modo, se preguntó sobre posibles molestias o dolores en el pie asociados al uso del calcetín tras las sesiones prácticas.

El análisis de la hidratación en el pie, se realizó empleando un medidor de hidratación Hydrosensor (Microcaya, S.L, Bilbao, España.), de dimensiones de 18 x 12 x 3 cm, y 0.25 Kg de peso. Teniendo en cuenta la temperatura ambiente y la humedad ( $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , y  $70 \pm 5 \%$ ), los resultados se mostraron en una cadena de diodos con una valoración de 1 a 10. Las diferentes sesiones realizadas para el análisis de la hidratación, se realizaron inmediatamente tras las sesiones de marcha nórdica, en 5 zonas anatómicas (Figura 3), y tras un tiempo estándar preventivo de 10s después de retirar el calcetín del pie en cada participante (Figura 4).

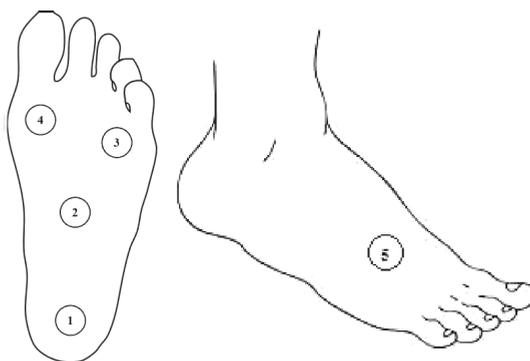


FIGURA 3: Zonas anatómicas de medición: 1.º Talón, 2.º Medio pie, 3.º Cabeza del 5.º metatarsiano, 4.º Cabeza del 1.º metatarsiano, y 5.º Zona central del empeine

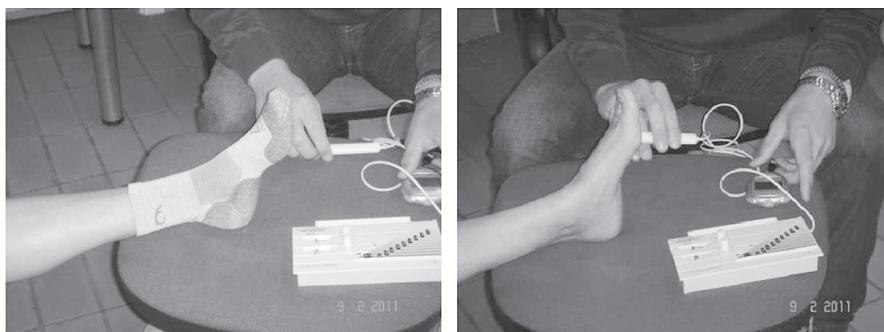


FIGURA 4: Retirada del calcetín tras 10 s de tiempo preventivo

### Análisis de datos

Mediante el paquete estadístico SPSS 15<sup>®</sup> se realizó un análisis estadístico de los datos, comparando ambos tipos de calcetín, de tal forma que se mostraran las diferencias en las puntuaciones obtenidas en las variables analizadas: confort e hidratación. Una prueba-T reveló las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los dos pares de calcetín empleados.

### RESULTADOS

Ningún participante destacó lesiones o incomodidad en ningún tipo de calcetín empleado en el estudio. Así, los resultados obtenidos en el confort percibido (Figura 5), mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) en las variables denominadas «comodidad» y «adaptabilidad». En este sentido, los participantes otorgaron un 90% de comodidad y un 68.7 % de adaptabilidad en el calcetín Regenactiv<sup>®</sup> vs al 80% y 59.3% de comodidad y adaptabilidad respectivamente, en el calcetín placebo.

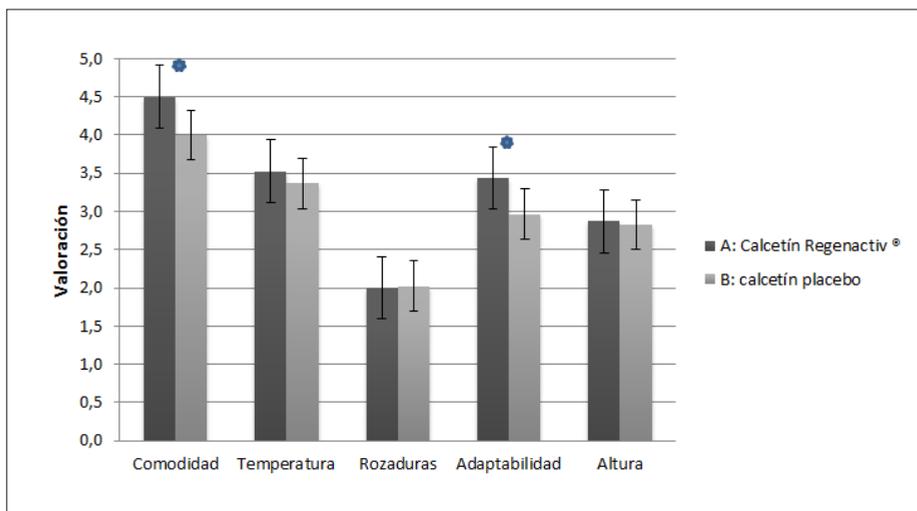


FIGURA 5: Valores medios y desviación típica para los diferentes parámetros que determinaron el confort.  
\*Diferencias significativas ( $p < 0.001$ )

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos por la hidratación de los calcetines en las zonas del pie analizadas, observándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la zona 3 ( $p = 0.013$ ), y en la zona 4 ( $p = 0.028$ ). En este sentido, los resultados muestran como el calcetín Regenactiv<sup>®</sup> permite aportar un 9.1 % y un 8.3 % más de hidratación en la cabezas metatarsales del quinto dedo y primer dedo respectivamente.

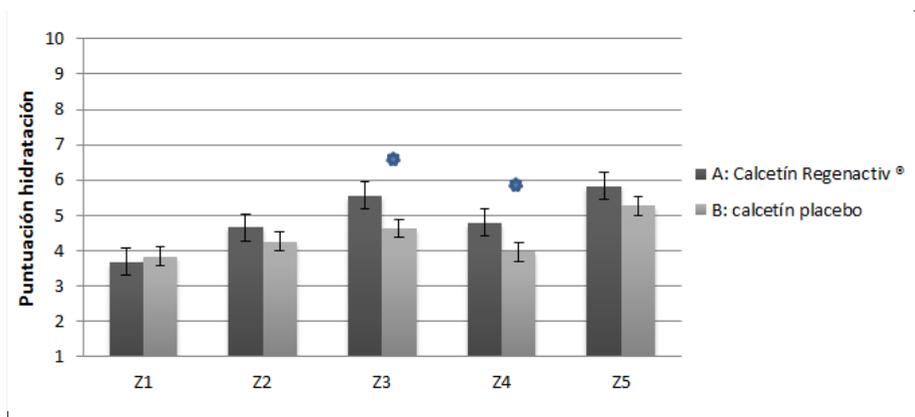


FIGURA 6: Valores medios y desviación típica de la puntuación obtenida en la hidratación para las diferentes zonas del pie. \*Diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

El riesgo de sufrir trastornos en la piel y en el tejido subyacente en las extremidades inferiores, es uno de los efectos adversos en un estilo de vida físicamente activo (Grouios, 2004). Es por ello, que durante la marcha, sean frecuentes la aparición de lesiones que pueden minimizarse o prevenirse a través de un buen calzado y calcetín (Blackmore y cols. 2011). En este sentido, el calcetín resulta de interés en este estudio por su contribución tanto al confort como a la hidratación (Grouios, 2004; Mc Lellan y col., 2009; Hagen y col., 2010; Li y col., 2011).

Las variables analizadas en el calcetín Regenactiv® vs calcetín placebo respecto al confort percibido, mostraron un incremento significativo en la comodidad y adaptabilidad (concretamente un 10 % y 9.4 %, respectivamente), las cuales posiblemente repercutan en la realización de una la práctica física saludable. En este sentido, este incremento en la mejora del confort percibido, también ha sido analizado desde diferentes aspectos en las extremidades inferiores, teniendo, en el caso del calzado, una menor tasa de lesiones cuando mejora la autopercepción en el confort (Hagen y col, 2010; Kong y Bagdon, 2010), en el caso de ortesis plantares con una menor actividad muscular y por consiguiente fatiga, (Mills y col., 2011), e incluso en el ámbito del rendimiento deportivo, se ha relacionado un buen rendimiento en futbolistas de elite con este incremento en la percepción del confort (Kingchinton y col., 2011).

Por otra lado, en cuanto a los resultados obtenidos en la hidratación proporcionada por el calcetín, la literatura muestra la existencia de determinadas zonas en los pies que son más propensas a sufrir trastornos relacionados con una falta de hidratación, como son el talón y las cabezas metatarsales (Tizón y col., 2004; Grouios, 2004) En este sentido, se observa en los resultados un incremento significativo ( $p <$

0.05) de los niveles de hidratación proporcionados por el calcetín Regenactiv<sup>®</sup>, concretamente en la cabeza del 5.º y 1.º metatarsiano (9.1 % y un 8.3 %, respectivamente), zonas que poseen un riesgo de alteración cutánea en el pie, en ocasiones asociadas a la falta de hidratación.

El efecto conservación de la hidratación que otorga las fibras del calcetín pueden ser un importante adelanto en la prevención y tratamiento de afecciones podológicas frecuentes, sobretudo en la poblaciones especiales como la tercera edad y en pacientes diabéticos (Garrigue y col., 2011; Papanas y col., 2011). Debido a la dificultad que pueden tener los ancianos para el autocuidado podológico, y a las importantes consecuencias que tienen las lesiones en personas diabéticas: infección, ulceraciones, etc... este calcetín puede suponer un elemento más (Dai y col., 2006; Garrow y col., 2005) para la prevención y cuidado de lesiones en el pie.

#### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que calcetines tejidos con tecnología Regenactiv<sup>®</sup>, permiten aportar un mayor confort e hidratación al pie. Concretamente, una mayor percepción en el confort proporcionado por el calcetín en cuanto a la comodidad y adaptabilidad, así como un ligero incremento de la hidratación proporcionada a las cabezas del 1.º y 5.º metatarsiano.

#### *Agradecimientos*

Gran parte del presente estudio ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (Dirección general de investigación y gestión del plan nacional I+D+I), así como la colaboración de D. José Gisbert (responsable G.I. en textiles técnicos y funcionales (AITEK. Instituto Tecnológico Textil).

#### *Conflicto de intereses*

Los autores declaran no tener relaciones contractuales, económicos u comerciales con la empresa LURBEL<sup>®</sup>, la cual facilitó de forma gratuita para la realización del estudio las muestras de calcetines analizadas.

#### REFERENCIAS

- Alcántara, E., Artacho, M.A., González, J.C., García, A.C. (2005). Application of product semantics to footwear design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35: 713-725.
- Basal, G., Ilgaz, S. (2009). A functional fabric for pressure ulcer prevention. *Textile Research Journal*, 79 (16): 1415-1426.
- Borelli, C., Bielfeldt, S., Borelli, S., schaller, M. and Korting, H.C. (2011). Cream or foam in pedal skin care: towards the ideal vehicle for urea used against dry skin. *International Journal of Cosmetic Science*, 33: 37-43.

- Borkow, G., Zatzoff, R., Gabbay, J. (2009). Reducing the risk of skin pathologies in diabetics by using copper impregnated socks. *Medical Hypotheses*, 73: 883-886.
- Chiu, M., Wang, M.J. (2007). Professional footwear evaluation for clinical nurses. *Applied Ergonomics*, 38: 133-141.
- Dai, X., Li, Y., Zhang, M., Tak-Man, J. (2006). Effect of sock on biomechanical responses of foot during walking. *Clinical Biomechanics*, 21: 314-321.
- Fouda, M.M.G.; Witke, R.; Knittel, D.; Schollmeyer, E. (2009). Use a chitosan/polyamine biopolymers based cotton as a model system to prepare antimicrobial wound dressing. *International Journal of Diabetes Mellitus. 1*: 61-64.
- Gao, Y., Cranston, R. (2008). Recent advances in antimicrobial treatments of textiles. *Textile Research Journal*, 78 (1): 60-72.
- García, T., Melissa, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. Vol. 11(2)*: 24-32.
- Garrigue, E., Martini, J., Cousty-Pech, F., Rouquier, A., Degouy, A. (2011). Evaluation of the moisturizer Pédimed® in the foot care of diabetic patients. *Diabetes & Metabolism*, 37, 4: 330-335.
- Garrow, A., Van Schie, C. and Boulton A. (2005). Efficacy of multilayered hosiery in reducing in-shoe plantar foot pressure in high-risk patients with diabetes. *Diabetes Care*. 28, (8).
- Grouios, G. (2004). Corns and calluses in athletes' feet: a cause for concern. *The Foot*, 14: 175-184.
- Hagen, M.; Hööme, A., Umlauf, T. and Hennig, E. (2010) Effects of Different Shoe-Lacing Patterns on Dorsal Pressure Distribution During Running and Perceived Comfort. *Research in Sports Medicine*. 18:3, 176-187.
- Hurlow, J., Zimmaro, D. (In Press). *Dry skin in older adults*. Geriatric Nursing
- Kinchington, M., Ball, K., Naughton, G. (2011). Relation between lower limb comfort and performance in elite footballers. *Physical Therapy in Sport*, DOI: 10.1016/j.ptsp.2011.02.001
- Knapik, J.J., Reynolds, K.L., Duplantis, K.L., Jones, B.H. (1995). Friction blisters: pathophysiology, prevention and treatment. *Sports Medicine*, 20: 136-147
- Kong, P.W., Bagdon, M. (2010). Shoe preference based on subjective comfort for walking and running. *Journal of American Podiatric Medicine Association*, 100 (6): 456-462.
- Kumar, M.N.V.R. (2000). A review of chitin and chitosan Applications. *Reactive & Functional Polymers*, 46: 1-27.
- Li, W., Liu, X.D., Cai, Z.B., Zheng, J., Zhou, Z.R. (2011). Effect of prosthetic socks on the frictional properties of residual limb skin. *Wear*. 271: 28042811.
- Lim, S., Hudson, S. (2004). Application of a fiber-reactive chitosan derivative to cotton fabric as an antimicrobial textile finish. *Carbohydrate Polymers*, 56: 227-234.
- Mailler-Savage, E.A., Adams, B.B. (2006). Skin manifestations of running. *Journal of American Academy of Dermatology*, 55: 290-301.
- Malgrange, D. (2008). Physiopathology of the diabetic foot. *La revue de médecine interne*, 29: 231-237.

- McLellan, K., Petrofsky, J.S., Bains, G., Zimmerman, G., Prowse, M., Lee, S. (2008). The effect of skin moisture and subcutaneous fat thickness on the ability of the skin to dissipate heat in young and old subjects, with and without diabetes, at three environmental room temperatures. *Medical Engineering & Physics*, 31: 165-172.
- MI, F., Wu, Y.B., Shyu, S., Chao, A., Lai, J., Su, CH. (2003). Asymmetric chitosan membranes prepared by dry/wet phase separation: a new type of wound dressing for controlled antibacterial release. *Journal of Membrane Science*, 212: 237-254.
- Mills, K., Blanch, P., Vicenzino, B. (In Press). Comfort and midfoot mobility rather than orthosis hardness or contouring influence their immediate effects on lower limb function in patients with anterior knee pain. *Clinical Biomechanics*, DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.08.011
- Ong, S., Wu, J., Moochhala, S.M., Tan, M., Lu, J. (2008). Development of a chitosan-based wound dressing with improved hemostatic and antimicrobial properties. *Biomaterials*, 29: 4323-4332.
- Papanas, N., Papazoglou, D., Papatheodorou, K., Maltezos, E. (2011). Evaluation of a new foam to increase skin hydration of the foot in type 2 diabetes: a pilot study. *International Wound Journal*, 10: 1742-1748.
- Pérez-Soriano, P; Llana-Belloch, S; Martínez-Nova, A; Morey-Klapsing, G; Encarnación-Martínez, A (2011). Nordic walking practice might improve plantar pressure distribution. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82 (4 ): 593-599.
- Pérez-Soriano, P; Llana, S. (2007). Instrumentation in sport biomechanics. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2 (2);1-16. [http://www.jhse.ua.es/?s=article\\_detail&id=11](http://www.jhse.ua.es/?s=article_detail&id=11).
- Pillai, C.K.S., Paul, W., Sharma, C.P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*. 34: 641-678.
- Polliack, A.A., Scheinberg, S. (2006). A new Technology for reducing shear and friction forces on the skin: Implications for blister care in the wilderness setting. *Wilderness and Environmental Medicine*. 17: 109-119.
- Purvis, A., Tunstall, H. (2004). Effect of sock type on foot skin temperature and thermal demand during exercise. *Ergonomics*, 47 (15): 1657-1668.
- Reynolds, K., Darrigrand, D.V.M., Roberts, D., Knapik, J., Pollard, J., Duplantis, K. and Jones, B. (1995). Effects of an antiperspirant with emollients on foot-sweat accumulation and blister formation while walking in the heat. *Journal of American Academy of Dermatology*, 33: 626-630.
- Tizón, E., Dovale, M.N., Fernández, C., López, M., Mouteria, M., Penabad, S., Rodríguez, O., Vázquez, R. (2004). Atención de enfermería en la prevención y cuidados del pie diabético. *Aten primaria*, 34 (5): 263-71.
- Witana, C.P., Goonetilleke, R.S., Xiong, S., Au, E.Y.L. (2009). Effects of surface characteristics on the plantar shape of feet and subjects' perceived sensations. *Applied Ergonomics*, 40: 267-279.