

Biomecánica de la marcha atlética. Análisis de las presiones plantares durante su desarrollo, revisión actualizada

Biomechanics of athletic gear. Analysis of plantar pressures during development, updated review

*Docentes de la Universidad de Cuenca - Ecuador
**Docente de la Universidad de Zaragoza - España
***Docente de la Universidad Nacional del Chimborazo
(Ecuador)

Jorge Barreto-Andrade*
Adoración Villarroya-Aparicio**
Teodoro Contreras-Calle*
Vicente Brito-Vásquez*
Esteban Loaiza-Dávila***
jorge.barreto@ucuenca.edu.ec

Resumen

La marcha atlética tiene como propósito trasladar el cuerpo a la mayor velocidad posible, manteniendo características similares a las de la marcha normal debido a las exigencias y restricciones del reglamento. Esto, junto a la búsqueda de velocidad, hace que el patrón de marcha, visto externamente, parezca incómodo, forzado y antinatural. De ahí que, sea conocido el mal apoyo que realizan los marchistas y las frecuentes lesiones que padecen en los pies, y que según varios autores, la distribución de las fuerzas de cada segmento del pie y del piso influye en los trastornos del mismo. En el trabajo participaron 8 marchistas (4 hombres y 4 mujeres) con una edad media de 21,63 años ($\pm 4,24$), con el propósito de analizar los apoyos plantares durante la marcha atlética. Para registrar las presiones se utilizó el Sistema portátil para el análisis estático y dinámico del apoyo del pie, PDM 240. Se registraron las presiones durante la marcha normal y la marcha atlética, en tramos de 20m y se promediaron los valores de los 7 ciclos centrales. Durante la marcha normal, los picos de presión son mayores que en sujetos no marchistas, desplazando las presiones hacia la zona externa, lo que parece indicar que esta actividad ha modificado también su forma normal de caminar. En la marcha atlética, existen picos de presión significativamente mayores que durante la marcha normal, sobre todo en el retropié y menores en el antepié, con mayor desplazamiento de estas hacia los radios externos, 4º y 5º metatarsianos.

Palabras clave: Presiones plantares. Marcha atlética. Marcha normal. Biomecánica.

Abstract

Race walking is intended to move the body as fast as possible while maintaining similar to those of the normal gait characteristics due to the requirements and restrictions of the regulations. This, together with the search for speed, makes the gait pattern, seen externally, appears uncomfortable, forced and unnatural. Hence, it is known the bad support made by marchers and frequent injuries suffered in the feet, and according to several authors, the distribution of the forces of each segment of the foot and the floor influences disorders thereof. At work eight marchers participated (4 men and 4 women) with a mean age of 21.63 years (± 4.24), with the purpose of analyzing the plantar support during the race walking. To register pressures portable system for static and dynamic analysis of foot support, PDM 240. The pressures were recorded during normal march and race-walking in 20m sections and values of the 7 central cycles were averaged. During normal march, the pressure peaks are higher than in subjects not marchers, shifting pressure towards the outer zone, suggesting that this activity has also modified its normal way of walking. In race walking, there are significantly higher peak pressure during normal driving, especially in the hind foot and forefoot smaller, more displacement of these to external radios, 4th and 5th metatarsal.

Keywords: Plantar pressures. Race walking. March normal. Biomechanics.

Recepción: 07/03/2016 - Aceptación: 17/06/2016

1ª Revisión: 22/05/2016 - 2ª Revisión: 14/06/2016

EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires - Año 21 - Nº 217 - Junio de 2016. <http://www.efdeportes.com/>

1 / 1

1. Introducción

Un tipo especial y atípico de caminar o marchar lo constituye la marcha atlética, marcha deportiva o caminata, con características biomecánicas propias. La mayoría de los autores revisados (Damilano, 1983; Jeudy, Marrone & Archambault, 1994; Ozolin & Markov, 1991) coinciden en definirla como "*una actividad deportiva en la que se realiza un desplazamiento paso a paso, en el cual hay que mantener un contacto constante con el suelo de al menos uno de los dos pies; además, el movimiento se realiza sin flexionar las rodillas, es decir, las rodillas se mantienen en extensión durante el paso del cuerpo por la vertical (apoyo simple)*". Todo esto debido a las exigencias de las reglas de competición. De ahí que Elvira, Vera-García, Maena & García (2008) señalen que la marcha atlética tiene como objetivo trasladar

el cuerpo a la mayor velocidad posible, sin embargo, el reglamento impone unas restricciones que hacen que mantenga características similares a las de la marcha normal, como la ausencia de fase de vuelo. Estas restricciones, junto con la búsqueda de velocidad, según (Cairns, Burdett, Pisciotta, & Simon, 1986), hacen que el patrón de marcha, visto externamente parezca incómodo, forzado y antinatural.

Como ya indicamos, la mayoría de los autores (Damilano, 1983; Jeudy, Marrone & Archambault, 1994; Ozolin & Markov, 1991) tienen criterios muy semejantes al tratar de definir la marcha atlética, pero, todos ponen particular énfasis en las exigencias técnicas que impone el Reglamento de Competición, emitido por la (Federación Internacional Atletismo Amateur, 2015) (IAAF), que en el Art. 230, da la definición de marcha atlética, y dice: "*es una progresión de pasos ejecutados de modo que el atleta se mantenga en contacto con el suelo, a fin de que no se produzca pérdida de contacto visible (a simple vista). La pierna que avanza debe estar recta, (es decir, no doblada por la rodilla) desde el momento del primer contacto con el suelo hasta que se halle en posición vertical*".

Respecto a si existe o no una fase de vuelo, es decir, la pérdida de contacto con el suelo, muchos autores corroboran que en verdad, a determinada velocidad, hay una pérdida de contacto con el suelo que puede estar entre 0,005-0,05 milésimas de segundo, dependiendo de la velocidad y de la clase de marchista, pero que son imperceptibles al ojo humano y que se observa claramente con la ayuda de medios tecnológicos sofisticados (Murray, Guten, Mollinger & Gardner, 1983; Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986; Jeudy, Marrone & Archambault, 1994; León, Calero & Chávez, 2014).

Fases y periodos de la marcha atlética

El **ciclo de la marcha atlética** se considera el movimiento ejecutado por una sola extremidad inferior, desde el contacto del talón con el suelo hasta el siguiente contacto del mismo talón. Por tanto, en un ciclo completo de marcha atlética, igual que en la marcha normal, cada extremidad inferior pasa por dos grandes fases (Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986; Murray, Guten, Mollinger, & Gardner, 1983): a) Fase de Apoyo: tiempo durante el que, el pie se encuentra en contacto con el suelo, que representa aproximadamente el 50 % del ciclo. b) Fase de Oscilación: tiempo durante el que, el pie se encuentra suspendido en el aire, constituyendo aproximadamente el 50 % del ciclo.

Para su mejor estudio se intenta subdividir el ciclo en más fases, coincidiendo con otros autores como (Castellano, 2010) en subdividirla en fases, con pequeñas diferencias:

- a. *Fase de apoyo doble*. Es el momento en que los pies están en contacto con el terreno mediante el talón del miembro adelantado y las puntas de los dedos del miembro contralateral; es decir, coincide con el inicio de la fase de tracción y el final de la fase de impulso. Esta posición determinará la longitud del paso, produciéndose una mayor flexión dorsal del tobillo en el instante del contacto del talón y una mayor flexión plantar en el pie de despegue, mientras que la rodilla mantiene una posición de hiperextensión durante el apoyo (Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986). Su duración es corta y está en función de la velocidad de marcha.
- b. *Fase de tracción*. Comienza tras contactar el talón del miembro adelantado con el suelo y abandonarlo el otro miembro inferior, y acaba en el momento en que el peso del cuerpo está sobre el miembro de apoyo y el pie del miembro contralateral sobre la vertical. Se denomina "de tracción" por la acción de presión contra el suelo que efectúa la extremidad adelantada.
- c. *Fase de apoyo simple o "relajación"*. Momento en que el pie está completamente en contacto con el suelo y el peso del cuerpo se halla sobre el miembro de apoyo, mientras que el miembro contralateral, que oscila, atraviesa la vertical. La definen como una fase intermedia entre la tracción y el impulso.

- d. *Fase de impulso*. Se inicia en el momento en que la proyección del centro de gravedad (CG) sobrepasa la vertical del punto de apoyo y termina en el momento en que el pie de la extremidad trasera pierde contacto con el terreno y continúa oscilando hacia delante para extenderse y contactar con el suelo, momento en que inicia la nueva fase de apoyo doble.

(Damilano, 1983) divide la marcha atlética en las siguientes fases:

- Primer doble apoyo*. Es el momento en que ambos pies están en contacto con el terreno, mediante el talón del miembro inferior derecho y la punta del pie del miembro contralateral.
- Apoyo suave*. Se inicia seguidamente después del contacto de talón del miembro adelantado, produciéndose una aproximación gradual de la planta del pie hacia el suelo, y termina cuando el pie está completamente en contacto con el mismo.
- Apoyo individual*. Fase en que, el peso del cuerpo está directamente encima del miembro que lo sostiene (derecho), el cual se encuentra con el pie totalmente apoyado en el suelo. El miembro inferior está recto con la rodilla extendida.
- Impulso*. Comienza cuando la proyección al suelo del CG sobrepasa la base de apoyo y termina en el momento en que el pie del miembro contrario (izquierdo), contacta con el suelo. Es la fase que mayor esfuerzo requiere, para propulsar hacia delante al marchista.
- Segundo doble apoyo*. Es inverso al primer doble apoyo, es decir, el miembro inferior izquierdo delante y el derecho detrás.
- Oscilación y extensión (miembro inferior de péndulo y de ataque)*. La extremidad inferior derecha, que ha dejado de hacer contacto con el suelo, comienza a oscilar, atravesando la vertical, y a continuación realiza una extensión de la rodilla, para el nuevo contacto.



Figura 1. Periodos y fases de la marcha atlética según Ozolin & Markov (1991)

Los autores que con mayor claridad describen los periodos y las fases de la marcha atlética son Ozolin & Markov (1991), afirmando que en un ciclo completo, hay una alternancia de apoyos con uno

y con dos pies; es decir, dos periodos de apoyo simple y dos periodos de apoyo doble. En cada periodo, los movimientos de cada miembro inferior se efectúan en dos fases. El periodo de apoyo abarca las fases de apoyo anterior y apoyo posterior (impulso), que están divididas por el momento vertical de la extremidad de apoyo. El periodo de oscilación incluye las fases de traslado posterior y de traslado anterior, las cuales están divididas por el momento en que la extremidad inferior de péndulo cruza la vertical del cuerpo (Figura 1).

1. Periodo de apoyo

- a. *Fase de apoyo anterior*: momento de la colocación del miembro inferior (contacto de talón).
- b. *Fase del momento vertical* de la extremidad de apoyo.
- c. *Fase de apoyo posterior*: momento de separación del miembro inferior posterior (impulso).

2. Periodo de traslado u oscilación.

- a. *Fase del traslado posterior*: momento que va desde el impulso hasta la vertical.
- b. *Fase del momento vertical* de la extremidad de traslado.
- c. *Fase del traslado anterior*: instante que va desde la vertical hasta el nuevo contacto de talón.

De acuerdo a (Castellano, 2010) la Federación Internacional de Atletismo (IAAF) divide el desarrollo de la marcha atlética en cinco fases: apoyo delantero, apoyo trasero, de doble apoyo, de impulso trasero, de impulso delantero, el movimiento apropiado de la cadera y la acción de brazos.

Cinética de la marcha atlética

La cinética permite analizar las fuerzas que actúan en una actividad. En el caso de la marcha atlética, resulta del balance entre las fuerzas internas y las fuerzas externas que intervienen sobre ella. La fuente energética de las fuerzas motoras en la marcha está localizada en los músculos. Pero las fuerzas internas, las fuerzas de tensión de los músculos, no pueden actuar por sí solas para trasladarlo en el espacio. Por lo que son necesarias las fuerzas externas: la fuerza de gravedad, la reacción del apoyo y la resistencia del medio (fricción), que surgen como resultado de la interacción entre el cuerpo del hombre y el apoyo (reacción del apoyo) (Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986; Ozolin & Markov, 1991).

La **fuerza de gravedad**. Actúa verticalmente de arriba hacia abajo y ayuda al movimiento sólo cuando éste está dirigido hacia abajo; si está dirigido hacia arriba lo frena.

La **fuerza de reacción del apoyo**, es aquella que despliega el suelo sobre el marchista, es igual en magnitud y de sentido contrario a la fuerza que realiza el sujeto sobre el mismo. Se expresa en sus tres componentes: ántero-posterior, vertical y látero-lateral.

El componente ántero-posterior actúa durante el contacto de talón, frenando el movimiento hacia delante, acción denominada frenado, y en el despegue actúa a través de la punta del pie, dando un punto de apoyo para generar la propulsión o impulso hacia delante, (Damilano, 1983) lo denomina movimiento horizontal y afirma que es el que debe prevalecer y, junto con el movimiento vertical, debe producirse durante el mayor tiempo posible.

Este mismo autor, indica que el componente vertical actúa contrario al peso del cuerpo, contrarrestando la acción de la fuerza de gravedad, y mediante la elevación del tronco evitará un excesivo descenso del CG.

Al componente latero-lateral la mayoría de autores no le dan importancia relevante, pero según (Balius, Turro, Carles, Bonilla & Cos, 1995), esta fuerza indica la fase de deceleración de la caída de la cadera y de las extremidades y la preparación para el siguiente paso.

Picos de las fuerzas de reacción medias del suelo (rectificados por el peso del cuerpo) según Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986)

Fuerzas de reacción del suelo	Condición			
	Marcha Normal	Marcha Atlética entrenamiento	Marcha Atlética competición	Carrera
Vertical	1,31 ± 0,12*	1,48 ± 0,20*	1,65 ± 0,15*	2,45 ± 0,14*
Anterior	0,23 ± 0,04	0,26 ± 0,04	0,29 ± 0,07	0,34 ± 0,08*
Posterior	0,31 ± 0,06	0,36 ± 0,10	0,35 ± 0,13	0,34 ± 0,09
Medial	0,10 ± 0,04	0,14 ± 0,04**	0,16 ± 0,06**	0,08 ± 0,04
Lateral	0,03 ± 0,02	0,07 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,07 ± 0,04

** Diferencia significativa de los valores de marcha y carrera: P < 0,01

* Diferencia significativa de otros valores: P < 0,01

Las fuerzas de reacción medias suelo-pie en los pasos de la marcha atlética son significativamente mayores que en la marcha normal y en la carrera, según estudios de Cairns, Burdett, Pisciotta, & Simon (1986).

Estos mismos autores, también observaron la trayectoria del centro de presión durante la marcha atlética, afirmando que ésta progresaba ligeramente hacia la línea media del zapato durante el primer tercio del periodo de apoyo; luego, en el tercio medio del apoyo se produce una progresión rápida hacia delante y el lado, periodo que corresponde a la posición recta (vertical) de la extremidad inferior y de desviación lateral máxima de la pelvis. Durante las etapas posteriores de apoyo, la trayectoria del centro de presión fue similar a la de la carrera.

Otra fuerza de singular importancia en la marcha atlética, es la fricción o rozamiento que se da siempre que un cuerpo se mueve o intenta moverse en contacto con otro cuerpo. La medida de la resistencia de fricción es la fuerza necesaria para mantener el movimiento uniforme y equilibrado de un cuerpo y varía según la naturaleza del suelo, del calzado y de las fuerzas establecidas entre éstos.

La efectividad del avance dependerá de las fuerzas positivas de la marcha, que son: **Impulso**, fuerza que proyecta hacia delante la masa corporal, generado por la palanca pie-tobillo, al exigir el reglamento que la pierna esté extendida en el apoyo vertical. El marchista inicia el impulso de talón, con el pie adelantado al centro de gravedad del cuerpo (CGC), acción denominada tracción (Balius, Turro, Carles, Bonilla & Cos, 1995; Damilano, 1983). **Inercia**, es la resultante del impulso y de la frecuencia de zancada y debe ser aprovechada al máximo, poniéndole el menor freno posible a la toma de contacto sobre el terreno.

Efectividad de la marcha atlética

La marcha atlética, como ya mencionamos, es una actividad de fondo, en la que intervienen actitudes y gestos precisos que exigen mucha voluntad, gran resistencia moral y física, aguante y fuerza. Igualmente, tenemos que tener presente que el paso de la marcha atlética está en función de las reglas de competición impuestas, que obligan al marchista a modificar la naturalidad de la marcha normal y lo someten a un trabajo articular y muscular extraordinario, pero que permiten alcanzar velocidades muy superiores (Balius, Turro, Carles, Bonilla, & Cos, 1995). Esta velocidad, según Ozolin & Markov (1991) llega a ser de 2 a 2,5 veces superior a la de la marcha común, aunque es difícil mantenerla a lo largo de toda la prueba. Así, en una prueba de 10 km, la velocidad disminuye gradualmente desde la salida hasta la llegada, la misma que está en dependencia, principalmente, de la longitud y frecuencia de zancada. Para alcanzar altas velocidades, se puede incrementar una de estas dos variables o combinar las dos (Cairns, Burdett, Pisciotta, & Simon, 1986; Ozolin & Markov, 1991). Lógicamente, en estas dos variables influirán las características propias del sujeto, como su complexión física y su edad, pero, además, será esencial una técnica adecuada.

La técnica de la marcha atlética es semejante a la de la marcha normal, pero más compleja en coordinación y más efectiva. Su dominio es esencial, ya que una técnica eficaz y consolidada, determina el nivel competitivo del marchista, favoreciendo la eficacia de los movimientos, a la vez que cumple con las normas de competición. Por lo tanto, el logro de altos resultados depende de una técnica correcta (Damilano, 1983; Ozolin & Markov, 1991).

El paso o zancada debe ser largo pero económico, ya que un aumento sumamente grande de su longitud lleva a la pérdida innecesaria de energía, en detrimento de la técnica y de los resultados deportivos. Por ello, el marchista debe encontrar los valores óptimos que se ajusten a sus dimensiones anatómicas y a sus habilidades físicas (Ozolin & Markov, 1991).

Se necesitará realizar movimientos articulares diferentes a los ejecutados en una marcha normal para intentar alargar los miembros inferiores y así, alargar la zancada, pero a la vez disminuyendo al máximo los desplazamientos del CGC, lo que hará que el gasto energético sea menor. Por ello, deben realizar una marcha lo más rectilínea posible, con escasos desplazamientos laterales y también con menos desplazamientos verticales que en la marcha normal. A esto contribuyen también los acentuados movimientos de la pelvis.

De ahí que, el objetivo fundamental del presente estudio haya sido analizar el desarrollo técnico de la marcha atlética, analizando los apoyos plantares durante su ejecución, lo que puede repercutir en la prevención de lesiones y en la mejora técnica de esta actividad deportiva.

Además, alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Calcular los valores de las presiones plantares (máximos y promedios a lo largo del ciclo), en el retropié y en el antepié, y dentro de éste, bajo cada una de las cabezas metatarsianas, tanto en la marcha atlética como durante la marcha normal.
- Determinar la distribución de las presiones plantares entre antepié y retropié, por una parte, y entre las 5 cabezas metatarsianas, por otra, durante la marcha atlética y normal.
- Contrastar los valores de presión y su distribución entre la marcha atlética y la marcha normal.
- Analizar posibles diferencias durante el desarrollo de la marcha atlética entre marchistas de ambos sexos.

2. Material y método

Sujetos de estudio

La valoración se realizó a los 8 mejores deportistas de marcha atlética de la Comunidad de Aragón-España, de los cuales 4 eran hombres y 4 mujeres, con edades comprendidas entre los 16 y 29 años (con una media de 21,63 años \pm 4,24), que voluntariamente se sometieron al estudio cinético, es decir, se les realizó el registro de las presiones plantares durante la marcha normal y la marcha atlética. Todos ellos llevaban practicando varios años de manera sistemática y continua esta disciplina, con experiencia en competiciones.

Materiales

- a. *Antropométrico*: Balanza de precisión 100gr y capacidad de 0,1-150kg y tallímetro de precisión de 1 mm y capacidad de medida de 12.100mm.
- b. *Pista de Atletismo*, de 400m de cuerda, de material sintético de tartán, de la Universidad de Zaragoza-España.
- c. *Sistema de análisis de presión*: El registro de las presiones plantares se llevó a efecto con la ayuda del **Sistema portátil para el análisis estático y dinámico del apoyo del pie, PDM 240**, construido por MEDITEL Ingeniería Medica S.L., Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Zaragoza y el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital "Miguel Servet" de Zaragoza-España. Está basado en sensores piezorresistivos, que permite la adquisición de la presión en estática y en dinámica, y que consta de los siguientes módulos:
 - Módulo de Adquisición. Formado por unas plantillas, dotadas de seis sensores sensibles a la presión, contruidos con tecnología piezorresistiva, distribuidos según la fórmula metatarsal y se colocan dentro del calzado. Cinco adquieren la presión ejercida en el antepié (bajo las cabezas de cada uno de los metatarsianos) y el último la presión en el retropié. Están recubiertas de material adhesivo y desechable. Su espesor es de 2mm y su vida útil es de unos 10.000 pasos. Existen 6 canales por plantilla, la frecuencia de muestreo por canal es superior a 80 Hz y la frecuencia de transmisión de 433.92 MHz.



Figura 2. Conectado y componentes del sistema PDM 240



Figura 3. Plantilla del sistema PDM 240

Los sensores, tipo *Interlink*, de 11mm de diámetro y 0,5mm de espesor, destacan por sus características de resistencia (sobre todo al agarre y a la fricción), flexibilidad, adaptabilidad y tamaño pequeño (1cm²). Además, son muy sensibles a las cargas, siendo el rango de presiones tolerables por cada sensor de 0-12 kg/cm² o de 1,2 Megapascales (Mpa).

- Módulo Emisor. Las presiones registradas son transmitidas por cables, fijados a la extremidad inferior, hasta un pequeño módulo de 85grs y de tamaño similar a una cajetilla de tabaco. La información se transmite en tiempo real, por radiofrecuencia, hasta el receptor conectado con la computadora, permitiendo una gran libertad de movimientos. Tiene una potencia de transmisión de 2mW, con un alcance del sistema de 25 metros en ambiente cerrado y hasta 60m en campo abierto.
- Módulo Receptor. Conectado a una computadora a través del puerto de la impresora, recibe los datos enviados por radio desde el emisor y los almacena en la computadora.
- Microcontrolador. Convierte las señales recibidas de los pies y las combina, convirtiéndolas en una señal con formato RS 232 que es transmitida a un puerto paralelo.
- Acondicionamiento de la señal. Debido al funcionamiento logarítmico de la curva presión-resistencia del sensor y la consiguiente distribución no lineal, para acondicionar la señal se aplica un circuito de linealización, que permite un comportamiento aceptablemente lineal de la señal del sensor.
- Soporte Informático

Hardware. El sistema de captura es de 12 canales de información en tiempo real y toda esa información debe ser procesada mediante cálculos matemáticos antes de ser representada en pantalla. Se utiliza una computadora compatible con procesador PENTIUM II.

Software. El programa consta de los siguientes módulos:

- **Adquisición de Registro.** La información se presenta en pantalla mediante un eje vertical de presiones y un eje horizontal de tiempos. La adquisición es en tiempo real, permitiendo una interacción directa con el sujeto mientras se realiza la captura de la información en formato digital.
- **Visualización.** La visualización y el estudio del registro puede realizarse a través de un eje de presiones diferente para cada canal o bien con un único eje para todos ellos. Existen controles para selección de los canales que se desea ver, para reproducción del registro, paradas, avance, etc. Puede hacer una representación 3D, estática y dinámica, y construir una animación de vídeo en formato WINDOWS.
- **Procesado de señal y análisis del movimiento.** Las cargas bajo la huella plantar aparecen reflejadas en función del tiempo, a modo de ondas, histograma de presiones (diagrama de barras), en 2D (permite ver la presiones codificadas en una escala de colores a intervalos teniendo cada color asociada una presión en gr/cm^2) (Figuras 4, 5, 6). En cada tiempo del registro, se puede obtener las presiones en gr/cm^2 en momentos concretos, calcular el centro de presiones y su evolución, tanto en estática como en dinámica, la distribución de las presiones y sus valores máximos en el retropié, globalmente en el antepié y bajo la cabeza de cada metatarsiano, así como de hallar valores porcentuales.

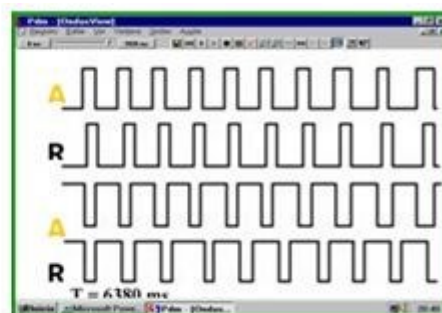


Figura 4. Representación de un registro en forma de ondas y en tiempo de contacto, del antepié y del retropié

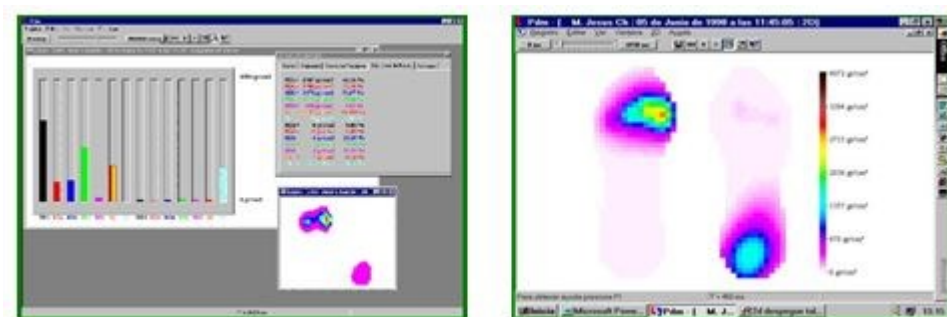


Figura 5. Representación de un registro en forma de diagrama de barras y en 2D

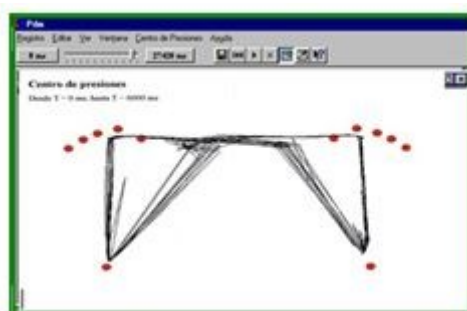


Figura 6. Representación del desplazamiento del centro de presiones

Método

Se utilizó el sistema telemétrico PDM 240 de registro de presiones plantares, se trata de un equipo portátil basado en un sensor piezorresistivo que permite la adquisición, el análisis y el registro de presiones bajo la superficie plantar, tanto en estática como en dinámica.

Se analizaron los valores máximos y medios de presión en el talón y bajo la cabeza de cada uno de los metatarsianos, así como la distribución de las presiones de dichos puntos, estableciéndose valores porcentuales. Los valores de las presiones vienen en gr/cm^2 y su valor se rectificó dividiéndolo por el peso del individuo.

Metodología

En el presente trabajo se estudió la marcha atlética con un sistema de registro de las presiones plantares que se producen durante la misma. La prueba iniciaba con una exploración antropométrica, que consistía en la toma de dos medidas básicas, el peso y la altura del sujeto, que quedaban recogidas en una ficha.

Registro de las presiones plantares

Para este proceso, se procedió de la siguiente manera:

- a. **Colocación de las plantillas.** Primeramente, se colocaron las plantillas de registro dentro del calzado (deportivo especial para marcha atlética y propio de cada sujeto), según el número y características del pie de cada uno, y se unieron a los cables de transmisión; éstos se fijaron a las

piernas con velcros para que no molestaran al andar y para que no rozaran entre sí, evitando así interferencias, y se conectaron al módulo emisor, fijo a la cintura.

- b. **Periodo de adaptación.** Se pidió a los sujetos que marcharan con las plantillas puestas durante unos minutos, para que se adaptaran al sistema y se uniformara su marcha. Luego de este período, los marchistas volvieron a realizar marcha atlética y se procedió al registro de las presiones en tres tramos de 20 metros cada uno. Finalmente, se les pidió que caminaran normalmente, para que sirviera como patrones de referencia, a una velocidad cómoda para cada sujeto, igualmente tres tramos de 20 metros cada uno.

Procesado de los datos de las presiones plantares

Se evaluaron 7 ciclos medios de cada registro y se calcularon los valores de los siguientes parámetros:

- Valores máximos de presión en el antepié y en el retropié.
- Promedios de presión en el antepié y en el retropié.
- Distribución porcentual de la presión entre el antepié y el retropié.
- Valores máximos de presión en la cabeza de cada metatarsiano.
- Promedios de presión en la cabeza de cada metatarsiano.
- Distribución porcentual de la presión entre las cabezas de cada metatarsiano.

Para analizar la evolución de las presiones, se determinaron, tanto en la marcha normal como durante la marcha atlética, los siguientes momentos específicos:

- a. Contacto de talón (CT), instante del primer contacto del talón.
- b. Pie plano (PP), momento en que se apoya todo el pie, mientras que el otro miembro está en oscilación.
- c. Despegue del talón (DT), instante en que se levanta el talón del suelo y sólo apoya el antepié.
- d. Despegue de la punta del pie (DP), momento en que la punta del pie deja de contactar con el suelo.
- e. Contacto final de talón (CFT), instante del nuevo contacto de talón.

De los momentos específicos indicados se pudo obtener una serie de fases, lo que permitió valorar la duración de las mismas, así como la duración total del ciclo, la duración de los tiempos de apoyo y oscilación y la cadencia. Los valores de presión en el sistema PDM 240 vienen dados en gr/cm^2 , pero para normalizar los datos, su valor se rectificó dividiéndolo por el peso de cada marchista; es decir, obtuvimos los datos en $\text{gr}/\text{cm}^2/\text{kg}$ de peso.

Análisis estadístico

El procesado estadístico lo llevamos a cabo mediante método informático, utilizando el paquete estadístico **SPSS** versión 6.0.1 en una computadora AMD Atlón 750. Realizamos un estudio descriptivo de las tendencias centrales (medias), así como las medidas de dispersión (desviación estándar, rangos, máximos, mínimos) de todos los parámetros estudiados en el conjunto de los sujetos y, de forma independiente, en el grupo de marchistas femenino y masculino. Además, en los parámetros bilaterales, se realizó la estadística descriptiva de los valores obtenidos en cada uno de los lados de los marchistas.

Antes de realizar el análisis estadístico comparativo, realizamos un estudio de distribución, aplicando el *test de Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors)*, con el fin de poder aplicar los tests apropiados. Al verificar que los valores no tenían una distribución normal, se aplicaron tests no paramétricos. El de *Mann-*

Whitney para la contrastación de las diferentes variables halladas durante la marcha atlética entre ambos sexos y, en los parámetros bilaterales, entre ambos lados, y el de Wilcoxon para contrastar los valores de las presiones plantares entre la marcha atlética y la normal.

3. Resultados y discusión

Los resultados de los **parámetros temporales** durante la marcha atlética y normal se muestran en las tablas de la 1, 2 y 3. En ellas se expresan los datos referentes a la duración total de la zancada, así como la de la oscilación y del apoyo.

Los **valores de las presiones** máximos, mínimos y relativos (porcentaje respecto a la total del pie), en el antepié y retropié y en cada una de las cabezas de los metatarsianos, se expresan en las tablas 4 a la 8 (gráficos 1, 2, 4 y 5). Las diferencias entre ambos sexos se exponen en la tabla 9 (gráficos 3, 6 y 7) y las diferencias entre los dos lados en la tabla 10 (gráfico 8).

Parámetros témporo-espaciales

Durante la marcha atlética la **duración del ciclo** lógicamente es menor que cuando se camina normalmente, pues, como sabemos, la mayor velocidad se logra por un aumento de la longitud de la zancada y por una mayor cadencia, luego, para conseguir esto último, es necesario que las zancadas tengan una duración menor. Nuestros marchistas, al caminar normalmente tenían ciclos de una duración media de aproximadamente 1s (tabla 1), semejante a la descrita en la bibliografía, que se halla entre 1 y 1,2s (Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986; Comín, 1999; Murray, Guten, Mollinger & Gardner, 1983), mientras que en la marcha atlética encontramos duraciones de 0,61s. Estas diferencias en la duración del ciclo entre la marcha normal y la atlética han sido también descritas en los trabajos realizados por Murray, Guten, Mollinger & Gardner (1983), quienes encuentran duraciones, en los dos sujetos que estudiaron, de 0,72s, y en los de Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986), quienes, en su estudio sobre un número mayor de marchistas (10 sujetos), obtienen duraciones medias de 0,64s. Esta disminución de la duración del ciclo corresponde principalmente al tiempo de apoyo ya que sólo hay una ligera disminución de la oscilación. Así, en la marcha atlética, como se deduce de la tabla 1, hay una disminución de la duración de la oscilación con respecto a la marcha normal de sólo 0,036s, semejante a la que encuentra Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986) (0,04s). Sin embargo, en el apoyo, de valores medios de 0,61s, durante la marcha normal, se pasa a 0,25s en la atlética. En este sentido Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986) también describen disminuciones importantes, aunque ligeramente menores (0,315s) durante el apoyo.

Tabla 1. Comparación de la duración total del ciclo y de las fases de apoyo y oscilación y la distribución porcentual (%) entre la Marcha Atlética y la Marcha Normal (s)

		Marcha Atlética		Marcha Normal
Apoyo	Media	0,25 ± 0,03	****	0,61 ± 0,03
	%	41,50 ± 3,08	****	60,97 ± 1,97
Oscilación	Media	0,36 ± 0,03	*	0,39 ± 0,04
	Media	58,50 ± 3,12	****	39,03 ± 1,97
Ciclo total	Media	0,61 ± 0,05	***	1,01 ± 0,06

Significación: *: p < 0,05; ***: p < 0,001; ****: p < 0,0001

Estas variaciones en los tiempos de apoyo y oscilación hacen variar su distribución porcentual, así, durante la marcha normal a velocidad cómoda obtuvimos valores medios de 60,97% en el apoyo y de

39,03% en la oscilación (tabla 1) y que coincide con lo considerado como lo normal, se pasa a un 41,5% para el apoyo y un 58,5% para la oscilación, variaciones similares a las descritas por Balius, Turro, Carles, Bonilla & Cos (1995) en uno de sus sujetos, pero mayores incluso que las indicadas por Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986) y Murray, Guten, Mollinger & Gardner (1983), para los que la distribución está alrededor de un 50% para el apoyo y otro tanto para la oscilación. El análisis de estos porcentajes, con tiempos de apoyo menores que los de oscilación, indica que los marchistas están un tiempo en el aire (fase de vuelo), con un valor medio de 0,04 milésimas, pese a que las reglas que regulan esta actividad deportiva indican que en ningún momento puede perderse el contacto con el suelo con los dos pies a la vez. Pero, como señalan Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986; Murray, Guten, Mollinger & Gardner (1983) y Balius, Turro, Carles, Bonilla & Cos (1995), quienes también encuentran estos periodos de vuelo, son periodos de tiempo muy breves e imperceptibles para el ojo humano, que pueden estar entre 0,005 y 0,05 milésimas de segundo, dependiendo de la velocidad y de la clase de marchista.

La disminución de la duración del apoyo se debe, sobre todo, a una disminución de la fase de pie plano en el suelo, desde que contacta todo él hasta que comienza a elevar el talón. Esta fase (tabla 2) se reduce hasta un valor medio del 6,27% de todo el ciclo, desde el 13,16% hallado en la marcha normal y semejante al descrito en la literatura (Sánchez-Lacuesta, 1993), lo que traduce un desplazamiento rápido de la carga desde el talón hasta el antepié, quien permanece en contacto con el suelo un porcentaje de tiempo también menor que en la marcha normal, impulsando rápidamente el cuerpo hacia delante.

Tabla 2. Comparación de la duración (absoluta y relativa respecto a la total del ciclo) de las fases del ciclo de la Marcha Atlético y de la Marcha Normal

		Marcha Atlético		Marcha Normal	
1. Contacto talón a Pie plano	T. absoluto (s)	Media	0,11 ± 0,03	****	0,17 ± 0,03
	T. relativo (%)	Media	16,29 ± 5,32	ns	16,81 ± 2,68
2. Pie plano a Despegue talón	T. absoluto (s)	Media	0,04 ± 0,01	****	0,13 ± 0,04
	T. relativo (%)	Media	6,27 ± 2,31	****	13,16 ± 3,38
3. Despegue talón a Despegue punta	T. absoluto (s)	Media	0,11 ± 0,01	****	0,31 ± 0,04
	T. relativo (%)	Media	17,77 ± 2,43	****	30,99 ± 3,89
4. Oscilación	T. absoluto (s)	Media	0,36 ± 0,03	*	0,39 ± 0,04
	T. relativo (%)	Media	58,62 ± 3,12	****	39,03 ± 1,97

Significación: *: p < 0,05; ****: p < 0,0001

Tabla 3. Longitud de zancada, absoluta y corregida por la estatura, y cadencia durante la Marcha Atlético

		Hombres		Mujeres		Total	
Longitud de zancada (m)	Media	2,51 ± 0,11	*	2,35 ± 0,06	2,43 ± 0,12		
Longitud de zancada corregida	Media	1,45 ± 0,12	ns	1,43 ± 0,03	1,44 ± 0,08		
Cadencia (pasos/minuto)	Media	200,50 ± 11,46	ns	195,92 ± 20,18	198,21 ± 15,39		

Significación: *: p < 0,05

Presiones plantares

La carga a la que puede estar sometida la planta del pie o algún punto de ella en actividades dinámicas, como la marcha normal, pueden llegar a superar ampliamente el peso corporal (Libotte, 2000; Sarnow, Veves, Giurini, Rosenblum, Chrzan & Habershaw, 1994), lo que puede generar presiones que pueden ser peligrosas, sobre todo en determinados tipos de apoyo. El conocimiento de dichas presiones y de su distribución en la planta del pie es esencial para una correcta actuación en la prevención de lesiones. Esto adquiere mayor importancia en actividades más agresivas que la marcha normal, como son algunas prácticas deportivas en las que, además, es frecuente modificar el apoyo normal en el suelo (Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon, 1986). Entre ellas se encuentra un tipo de marcha "no natural", "artificial", como dicen Jeudy, Marrone, & Archambault (1994), que es la marcha atlética, en la que, a simple vista, se aprecian alineaciones alteradas en toda la extremidad inferior.

Llama la atención que los marchistas estudiados, cuando *caminan normalmente*, presentan una mayor presión en el retropié que en otros estudios efectuados con la misma metodología en personas que no se dedican a esta actividad. Así, Comín (1999) da valores máximos de presión, con calzado blando, semejante al utilizado por los marchistas, de 43,29 ($\pm 11,41$) gr/cm²/kg, mientras que en estos últimos obtenemos valores medios de 61,51 ($\pm 13,02$) gr/cm²/kg. En el antepié, las presiones también son superiores pero las diferencias son menores. Comín (1999), en esta zona aporta presiones de 31,21 ($\pm 8,54$) gr/cm²/kg y en los marchistas encontramos valores medios de 38,33 ($\pm 5,61$) gr/cm²/kg. Esto parece indicar que, aun caminando normalmente, estos deportistas realizan una marcha más agresiva, con mayores impactos, sobre todo en el momento del contacto con el suelo, que es cuando se producen estos valores máximos de presión en el retropié. Si en el antepié estudiamos los valores máximos de presión en cada una de las cabezas metatarsianas, observamos que sus valores medios, salvo en la primera, son superiores en todas ellas a las aportadas en otros estudios, con diferencias que aumentan de la 2ª a la 5ª. Estas diferencias las podemos ver en la tabla 7, en la que se representan nuestros datos y los aportados por Comín (1999). Las mayores diferencias en la zona externa indican un desplazamiento del apoyo hacia ella. Está descrito que, en el antepié, la presión que soporta al caminar cada cabeza metatarsiana es diferente; en el reparto de presiones entre dichas cabezas hay discrepancias entre unos estudios y otros, pero la mayoría coinciden en que las mayores presiones a lo largo de todo el ciclo de marcha se producen en la 2ª y 3ª (Comín, 1999). Esta mayor presión en la paleta central puede deberse, a que en ella el pie actuaría como una barra de torsión que en su parte anterior estaría formada por el eje del 2º y 3º metatarsianos.

De la misma forma, Arvikar & Seireg (1980) describen que, aunque la distribución de la carga en bipedestación es más o menos uniforme entre las cabezas metatarsianas, durante las actividades dinámicas el cambio en la orientación de las distintas zonas del pie determina una distribución de carga no uniforme con una sobrecarga central y, como también dicen Bennett & Duplonk (1993), justifican esta sobrecarga central por la menor movilidad de esta zona.

De todas formas, hay descripciones diferentes, y así, Zhu, Werstch, Harris, Henry & Alba (1995) y Comín (1999) indican que la máxima presión se produce en el 2º metatarsiano y Rozema, Ulbrecht, Pammer & Cavanagh (1996) describen mayor presión en el primer metatarsiano seguido de cerca por el 2º. Lavaigne & Noviel (1994), sin embargo, indican que el reparto de presiones es similar debajo de cada una de las cabezas metatarsianas, estando en apoyo en todo momento al menos 3 ó 4 de ellas. En lo que prácticamente hay unanimidad es que el 5º metatarsiano es el que menor presión recibe (Soames, 1985), aunque, como dicen Holmes, Timmerman & Willitis (1991) tanto en este metatarsiano como en el 1º los valores son muy variables de unos sujetos a otros. Las diferencias entre los hallazgos

de unos autores a otros podrían deberse a los distintos tipos de sistemas de baropodometría empleados, pero parece ser que el motivo más importante de las discrepancias es la variabilidad, interpersonal y también intrapersonal (Comín, 1999; Díaz, Torres, Ramírez, García & Álvarez, 2006). De todas formas, sí que hay consenso en indicar que los metatarsianos laterales (4º y 5º) soportan presiones bastante menores que el resto y, sin embargo, en los marchistas estudiados, al caminar normalmente soportan presiones, en esta zona, muy próximas a las del segundo o tercero y mucho mayores que las del primero (tabla 8, gráfico 4). Así, en la distribución porcentual de la presión en las cinco cabezas metatarsianas, se aprecia una participación muy homogénea en las cuatro últimas (de 22 a 24 %), pero mucho mayor que el 7 % de la del primero (tabla 8, gráfico 5). Esto parece indicar que la práctica deportiva de estos sujetos ha modificado también su forma normal de caminar.

Tabla 4. Comparación de los valores de presión máximos, medios y relativos (respecto a la total del pie) en antepié y retropié durante la Marcha Atlético y Normal

		Marcha Atlético		Marcha Normal	
Antepié	P. Máxima (gr/cm ² /kg)	Media	40,92 ± 6,68	ns	38,33 ± 5,61
	P. Media (gr/cm ² /kg)	Media	7,85 ± 1,18	***	10,36 ± 2,64
	P. Relativo (%)	Media	41,95 ± 7,19	**	48,37 ± 2,64
Retropié	P. Máxima (gr/cm ² /kg)	Media	89,09 ± 13,88	***	61,51 ± 13,02
	P. Media (gr/cm ² /kg)	Media	11,29 ± 2,35	ns	10,61 ± 3,59
	P. Relativo (%)	Media	58,66 ± 6,39	**	51,62 ± 10,01

Significación: ** p < 0,01; *** p < 0,001

Tabla 5. Comparación entre ambos sexos de los valores de presión máximos, medios y relativos (respecto a la total del pie) en el antepié y el retropié durante la Marcha Atlético y Normal (gr/cm²/kg y %)

		Marcha Atlético		Marcha Normal				
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres			
Antepié	P. Máxima	Media	39,37 ± 6,19	ns	42,05 ± 7,38	39,49 ± 3,17	ns	37,17 ± 7,37
	P. Media	Media	7,95 ± 0,34	ns	7,75 ± 1,44	11,18 ± 2,44	ns	9,55 ± 2,51
	%	Media	43,54 ± 7,86	ns	40,36 ± 6,56	53,49 ± 9,84	**	43,25 ± 7,62
Retropié	P. Máxima	Media	80,40 ± 8,57	**	97,78 ± 12,91	52,96 ± 10,80	**	70,02 ± 8,92
	P. Media	Media	11,10 ± 2,79	ns	11,49 ± 1,99	8,88 ± 4,25	ns	12,34 ± 1,66
	%	Media	57,69 ± 6,50	ns	59,63 ± 6,56	46,49 ± 4,25	*	56,74 ± 7,61

Significación: * p < 0,05; ** p < 0,01

Tabla 6. Comparación de los valores de presión máximos, medios y relativos (respecto a la total del pie) en el antepié y el retropié derecho e izquierdo durante la Marcha Atlético.

		Marcha Atlética			
		Derecho		Izquierdo	
Antepié	P. Máxima (gr/cm ² /kg)	Media	38,47 ± 5,90	ns	43,37 ± 6,87
	P. Media (gr/cm ² /kg)	Media	8,23 ± 0,94	ns	7,36 ± 1,25
	P. Relativo (%)	Media	45,65 ± 5,70	ns	38,25 ± 6,81
Retropié	P. Máxima (gr/cm ² /kg)	Media	84,51 ± 12,82	ns	93,67 ± 14,16
	P. Media (gr/cm ² /kg)	Media	10,47 ± 1,39	ns	12,12 ± 2,88
	P. Relativo (%)	Media	55,59 ± 4,42	ns	61,73 ± 6,81

ns: no significativo

Tabla 7. Valores de presión máxima durante la marcha normal aportados por (Comín, 1999) y los del presente trabajo (gr/cm²/kg)

		Retropié	Antepié	Meta 1	Meta 2	Meta 3	Meta 4	Meta 5
(Comín, 1999)	Media	43,29	31,21	37,43	43,10	37,56	24,54	25,22
	DS	± 11,41	± 8,54	± 11,56	± 15,48	± 14,66	± 10,64	± 12,55
Trabajo actual	Media	61,51	38,33	22,84	47,35	52,10	42,35	42,08
	DS	± 13,02	± 5,61	± 15,98	± 12,71	± 12,77	± 11,53	± 13,96

Tabla 8. Comparación de los valores de presión máximos, medios y relativos

(respecto a la total del antepié) en cada una de las cabezas metatarsianas durante la Marcha Atlética y Normal.

		Meta 1		Meta 2		Meta 3		Meta 4		Meta 5			
		M. Atl.	M. Nor.	M. Atl.	M. Nor.	M. Atl.	M. Nor.	M. Atl.	M. Nor.	M. Atl.	M. Nor.		
P. Máx. (gr/cm²/kg)	Med.	24,36	22,84	46,80	47,35	49,03	52,10	44,46	*	42,35	47,53	*	42,08
	DS	±20,68	ns	±15,98 ±13,01	ns	±12,71 ±11,62	ns	±12,77 ±14,26	*	±11,53 ±11,58	±11,58	*	±13,96
P. Med. (gr/cm²/kg)	Med.	3,03	4,09	8,24	11,48	8,01	12,65	9,52	*	11,04	10,99	*	12,50
	DS	±2,96	ns	±3,88 ±3,60	***	±5,36 ±2,79	***	±4,63 ±3,82	*	±3,43 ±3,68	±3,68	*	±5,21
P. Rel. (%)	Med.	7,40	7,22	20,93	22,16	20,58	24,20	23,17	ns	21,86	27,76	*	24,53
	DS	±6,7	ns	±5,44 ±7,7	ns	±8,32 ±6,79	***	±6,09 ±7,02	ns	±6,47 ±8,37	±8,37	*	±9,99

Significación: * p < 0,05; *** p < 0,001

Al analizar los dos tipos de marcha estudiados, se observa que los valores máximos de presión en el antepié (tabla 4, gráfico 1) no difieren significativamente, aunque en 6 de los 8 marchistas son mayores en la marcha atlética, y analizando individualmente cada uno de los apoyos metatarsianos sí que se encuentran aumentos significativos, en esta actividad, en los del 4º y 5º (tabla 8, gráfico 4). Estas escasas diferencias están de acuerdo con los estudios de Thompson, Hatley, McPoil, & Cornwall (1993), quienes indican que durante la marcha atlética los picos de presión son significativamente menores que en un trote lento, como el jogging, y semejantes a otras actividades de bajo impacto. Sin embargo, en el retropié, existe un importante aumento, estadísticamente significativo, durante la marcha atlética, con valores medios que pasan de 61,51 a 89,09 gr/cm²/kg (tabla 4, gráfico 1), lo que se relaciona con los importantes picos de fuerza, en el momento del contacto de talón, descritos en otros estudios de esta actividad (Balius, Turro, Carles, Bonilla, & Cos, 1995).

A pesar de tener picos de presión mayores durante la marcha atlética, los valores promedio a lo largo del ciclo (tabla 4, gráfico 1) son semejantes en las dos actividades en el retropié, ya que el pico importante de máxima presión se produce sólo en un momento puntual, en el contacto del talón con el suelo, pero casi inmediatamente, tras el impacto inicial, disminuye mucho y, además, al pasar rápidamente el apoyo a toda la planta y compartir la carga con ella, no hay diferencias en su valor medio con la marcha normal. A nivel del antepié, todavía es más evidente esta disminución de la presión

tras su pico máximo, que se produce en el despegue, ya que los valores promedio durante todo el ciclo de marcha atlética llegan a ser significativamente menores que cuando estos sujetos caminan normalmente. Esto es importante ya que, como dice Libotte (2000), lo importante y lo que más puede repercutir sobre las estructuras del pie es el tiempo que una carga está actuando sobre el mismo. En la marcha atlética, los apoyos en cada zona del pie son muy cortos, ya que la duración del ciclo, como hemos visto, es mucho menor que durante la marcha normal, y, además, hay una importante modificación en los tiempos de apoyo y oscilación (tablas 1 y 2). Una duración menor del ciclo, y dentro de éste, una duración de apoyo también menor hace que el tiempo que se está cargando en cada punto sea lógicamente mucho menor, por lo que, a pesar de los mayores picos de presión, las presiones medias a lo largo de todo el ciclo son menores que durante la marcha, y esta disminución es mayor aún en el antepié ya que hemos visto que en esta zona disminuye más el tiempo de apoyo.

De esto se deduce que, al analizar la distribución porcentual de las presiones entre el antepié y el retropié, durante la marcha atlética, este último tenga una participación significativamente mayor que durante la marcha normal (tabla 4, gráfico 2), suponiendo un 58,6% frente al 51,6% durante esta última.

Si ya en la marcha normal se aprecia en estos sujetos un desplazamiento de las presiones hacia la parte externa, durante la marcha deportiva este desplazamiento es mayor, es decir, realizan una mayor supinación, correspondiendo a las cabezas de los últimos metatarsianos, 4º y 5º, un 23,17% y un 27,76% respectivamente de la presión total del antepié, a costa, sobre todo, de una disminución de la participación del 2º y 3º que disminuyen a un 20,93% y 20,58% de media respectivamente (tabla 8, gráfico 5). Las diferencias sólo son significativas en el 3º y 5º metatarsianos, porque 2 de los sujetos, aunque también cargan más en la zona externa en el primer momento de apoyo del antepié, luego realizan un apoyo importante del primer radio con valores semejantes a los de la paleta externa.

Los picos de presión importantes en la zona externa y esta tendencia a la supinación durante la marcha atlética pueden ser la causa de muchas de las repercusiones en el aparato músculo esquelético de estos sujetos, sobre todo teniendo en cuenta el importante número de pasos dados a lo largo de una temporada en entrenamientos y competiciones.

Diferencias en el desarrollo de la marcha atlética según el sexo

Los estudios sobre el análisis biomecánico de la marcha atlética, como hemos visto, son pocos y, aunque algunos de sus autores, como Cairns, Burdett, Pisciotta & Simon (1986) y Lafortune, Cochrane & Wright (1989), realizaron los mismos utilizando grupos mixtos, en ellos, la participación de los marchistas femeninos era muy inferior (25%) en comparación con la de los marchistas masculinos y, además, no realizaron ningún tipo de comparación entre las características de la marcha atlética en los dos grupos. Nosotros hemos encontrado algunas diferencias.

En cuanto a la longitud de la zancada (tabla 3), existen diferencias significativas entre los chicos y las chicas. Estas diferencias son lógicas ya que en estos parámetros influyen de forma esencial las características antropométricas, principalmente la estatura, y relacionado con ella la longitud de las extremidades inferiores, y la estatura en las chicas es significativamente menor que en los chicos; de ahí, que su longitud de zancada sea también menor. La influencia de la talla se aprecia claramente ya que, si corregimos la longitud de la zancada según la estatura de cada sujeto, encontramos valores muy parecidos. Así, en los chicos se obtiene un valor medio de 1,45 y en las chicas de 1,43. Es decir, en cada zancada, los chicos recorren aproximadamente 1,45 veces su estatura y las chicas 1,43.

Respecto a las presiones plantares (tablas 5 y 9, gráficos 3, 6 y 7), no hemos encontrado diferencias entre ambos sexos, salvo una mayor presión máxima en el retropié en el grupo femenino. La presión máxima en este punto se produce en el momento del contacto, por lo que existen mayores impactos en dicho momento en este grupo, pero posteriormente no hay diferencias. Debemos recordar que las presiones plantares están claramente influidas por el peso, pero todos los datos fueron normalizados, dividiendo por el peso de los sujetos, por lo que este factor no influye en los valores obtenidos.

Grado de simetría lateral durante la marcha atlética

Con respecto a las presiones plantares (tablas 6 y 10, gráfico 8), no encontramos ninguna diferencia significativa, pero sí una tendencia a que los valores de presión, tanto máxima como media, sobre todo en el retropié, sean mayores en el lado izquierdo. En el antepié, analizando los valores de presión en cada una de las cabezas metatarsianas comprobamos que, prácticamente en todos los casos, los valores máximos son mayores en el lado izquierdo, aunque sólo son significativas las diferencias en el 2º y 4º metatarsianos. Sin embargo, no hay diferencias en los valores de presión media. Esto podría deberse a un menor control con el lado izquierdo, ya que todos son diestros, y que, para compensar, tienden a realizar movimientos algo más bruscos, con mayores valores de los picos de presión, tanto en el retropié como en los distintos puntos del antepié.

Por lo tanto, durante la marcha atlética parece que hay una gran simetría entre ambos lados, pero para conseguir esto parece que, en los casos analizados, hay una tendencia a mayores picos de presión en el lado izquierdo.

Tabla 9. Comparación entre ambos sexos de los valores de presión máximos, medios y relativos (respecto a la total del antepié) en cada una de las cabezas metatarsianas durante la Marcha Atlética (gr/cm²/kg y %)

		Meta 1		Meta 2		Meta 3		Meta 4		Meta 5	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
P. Máx. (gr/cm ² /kg)	Med.	23,61	25,11	44,48	49,11	50,44	47,63	44,49	44,43	49,50	45,57
	DS	±20,03	±22,67	±14,43	±16,43	±14,19	±9,14	±16,60	±12,26	±13,39	±9,98
		ns		ns		ns		ns		ns	
P. Med. (gr/cm ² /kg)	Med.	2,63	3,43	8,74	7,74	8,45	7,52	10,04	8,99	10,95	11,03
	DS	±2,22	±3,66	±3,43	±3,93	±3,40	±2,09	±4,87	±2,62	±3,71	±4,08
		ns		ns		ns		ns		ns	
P. Rel. (%)	Med.	6,70	8,26	21,65	20,21	21,65	19,51	22,66	23,67	27,18	28,34
	DS	±5,93	±7,74	±6,62	±9,05	±9,28	±3,15	±7,75	±6,70	±8,02	±9,22
		ns		ns		*		ns		ns	

Significación: *p < 0,05

Tabla 10. Comparación de los valores de presión máximos, medios y relativos (respecto a la total del antepié) en cada de las cabezas metatarsianas de los pies derecho e izquierdo durante la marcha atlética (gr/cm²/kg y %)

		Meta 1		Meta 2		Meta 3		Meta 4		Meta 5	
		Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
P. Máx. (gr/cm ² /kg)	Med.	24,39	24,33	40,18	53,42	47,40	50,67	39,32	49,60	45,16	49,91
	DS	±19,62	±23,05	±12,60	±10,16	±9,43	±13,94	±5,30	±18,64	±10,16	±13,10
		ns		*		ns		**		ns	
P. Med. (gr/cm ² /kg)	Med.	3,07	2,99	7,59	8,89	9,26	6,76	10,66	8,37	12,12	9,86
	DS	±3,05	±3,07	±3,91	±3,40	±3,01	±1,94	±4,43	±2,94	±3,65	±3,57
		ns		ns		ns		ns		ns	
P. Rel. (%)	Med.	7,26	7,70	17,90	23,96	22,45	18,71	23,06	23,37	29,16	26,36
	DS	±6,89	±6,99	±7,86	±6,65	±7,45	±5,90	±5,35	±8,76	±8,72	±8,34
		ns		ns		ns		ns		ns	

Significación: *p < 0,05; **p < 0,01

VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS DE PRESIÓN EN ANTEPIÉ Y RETROPIÉ DURANTE LA MARCHA ATLÉTICA Y NORMAL

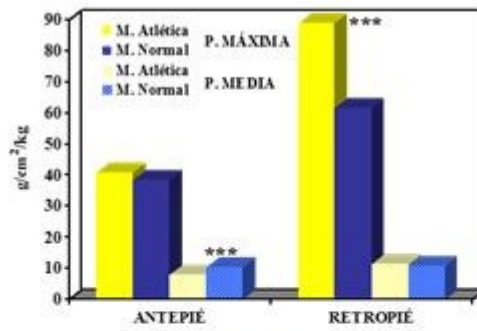


Gráfico 1

VALORES RELATIVOS DE PRESIÓN EN ANTEPIÉ Y RETROPIÉ DURANTE LA MARCHA ATLÉTICA Y NORMAL

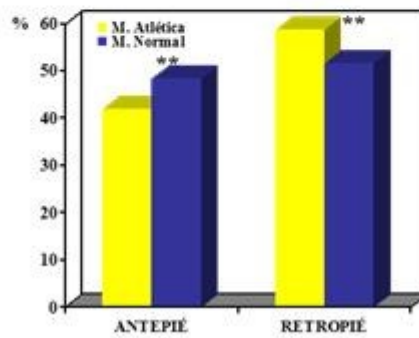


Gráfico 2

VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS DE PRESIÓN EN EL ANTEPIÉ Y EL RETROPIÉ DURANTE LA M. ATLÉTICA, EN AMBOS SEXOS

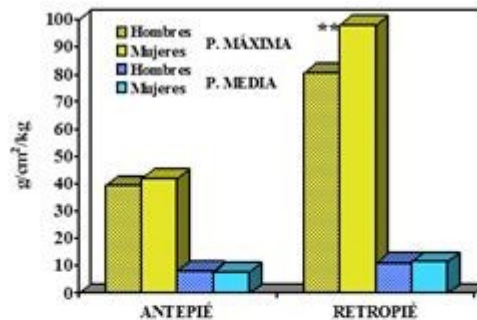


Gráfico 3

VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS DE PRESIÓN EN CADA UNA DE LAS CABEZAS METATARSIANAS DURANTE LA M. ATLÉTICA Y NORMAL

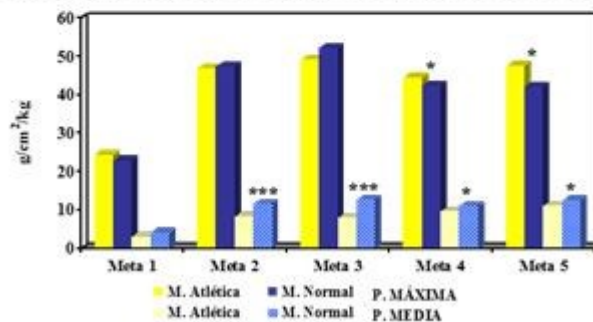


Gráfico 4

VALORES RELATIVOS DE PRESIÓN EN CADA UNA DE LAS CABEZAS METATARSIANAS DURANTE LA M. ATLÉTICA Y NORMAL

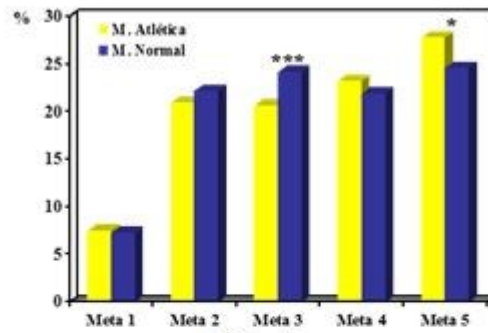


Gráfico 5

VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS DE PRESIÓN EN CADA UNA DE LAS CABEZAS METATARSIANAS DURANTE LA M. ATLÉTICA, EN AMBOS SEXOS

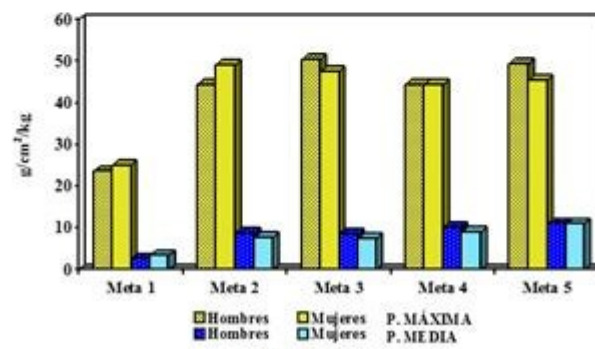


Gráfico 6

VALORES RELATIVOS DE PRESIÓN EN CADA UNA DE LAS CABEZAS METATARSIANAS DURANTE LA M. ATLÉTICA, EN AMBOS SEXOS

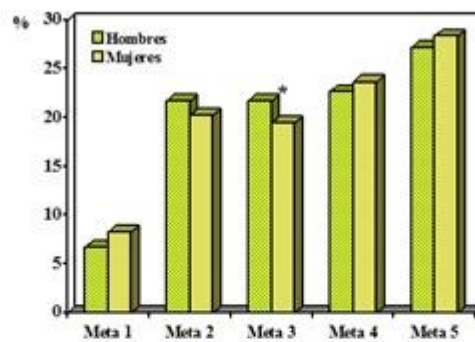


Gráfico 7

VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS DE PRESIÓN EN CADA UNA DE LAS CABEZAS METATARSIANAS EN LOS PIES DERECHO E IZQUIERDO DURANTE LA M. ATLÉTICA

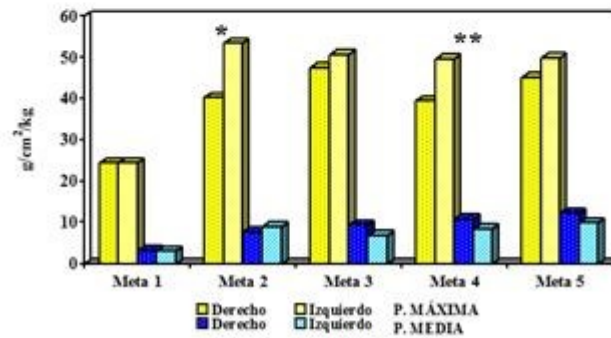


Gráfico 8

4. Conclusiones

La duración del ciclo de la marcha atlética es significativamente menor que el de la marcha normal, a coste, principalmente, de una disminución del tiempo de apoyo: tras el apoyo del talón hay un desplazamiento rápido de la carga al antepié que permanece en contacto con el suelo un breve período tiempo.

La distribución entre la duración de la fase de apoyo y de oscilación se invierte respecto a la marcha normal y es de 41,5 % ($\pm 3,08$) y 58,5 ($\pm 58,5$) % respectivamente, lo que indica que, a pesar de las normas de competición y de no apreciarse a simple vista, hay una breve fase de vuelo ($0,04\text{ms} \pm 0,02$).

Durante la marcha normal, los picos de presión son mayores a los descritos en sujetos que no realizan marcha atlética, con un desplazamiento de las presiones hacia la zona externa, es decir con una mayor supinación del antepié, lo que parece indicar que la marcha atlética ha modificado también su forma normal de caminar.

Durante la marcha atlética, existen picos de presión significativamente mayores que durante la marcha normal, sobre todo en el retropié, pero las presiones promedio a lo largo del ciclo son semejantes en el retropié y significativamente menores en el antepié, con un mayor desplazamiento de dichas presiones hacia los radios externos, 4º y 5º, que soportan un 23,1 % ($\pm 7,02$) y 27,7 % ($\pm 8,37$) respectivamente de la presión del antepié.

Durante la marcha atlética hay una gran simetría entre los 2 lados en los parámetros analizados, únicamente hemos encontrado una tendencia a mayores valores de presión, sobre todo de los picos máximos, en el lado izquierdo.

Bibliografía

- Arvikar, R., & Seireg, A. (1980). Pressure distribution under the foot during static activities. *Engineering in Medicine*, 99-103.
- Balias, X., Turro, C., Carles, J., Bonilla, E., & Cos, M. (1995). Marcha humana vs marcha atlética. *Rev Med Cir Pie*, 27-36.
- Bennett, J., & Duplonk, L. (1993). Pressure distribution beneath the human foot. *J Am Podiatr Med Assoc*, 674-678.
- Cairns, M., Burdett, R., Pisciotto, J., & Simon, S. (1986). A biomechanical analysis of racewalking gait. *Med Sci Sports Exerc*, 446-53.
- Castellano, R. (2010). Evaluación biomecánica de la marcha atlética, en atleta de la selección del estado de Carabobo. *Biomecánica del ejercicio y los deportes*, 17-28.
- Comín, M. (1999). *Influencia sobre las presiones plantares del calzado blando y duro*. Tesis Doctoral. Zaragoza: Reprografía Universidad de Zaragoza.
- Damilano, S. (1983). La marcia. *Aleticastudi*, 53-91.
- Díaz, C., Torres, A., Ramírez, J., García, L., & Álvarez, N. (2006). Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes. Fase I. *EIA - Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 43-55.
- Elvira, J., Vera-García, F., Maena, M., & García, J. (2008). Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. *European Journal of Human Movement*, 41-60.

- Federación Internacional Atletismo Amateur, I. (20 de 12 de 2015). *Internacional Amateur Athletic Federation (IAAF)*. Obtenido de Internacional Amateur Athletic Federation (IAAF): <http://www.iaaf.org>
- Holmes, G., Timmerman, L., & Willitis, N. (1991). Practical considerations for the use of the pedobarograph. *Foot Ankle*, 105-108.
- Jeudy, S., Marrone, N., & Archambault, M. (1994). Faisons de la marche athétique. *Track and Field Journal*, 13-14.
- Lafortune, M., Cochrane, A., & Wright, A. (1989). Selected biomechanical parameters of race walking. *Exel*, 15-17.
- Lara, M., Angulo, M., & Llanos, L. (1996). Actividad electromiográfica normal en la marcha humana. *Biomecánica*, 110-116.
- Lavaigne, A., & Noviel, D. (1994). *Estudio clínico del pie y terapéutica por ortesis*. Barcelona: Masson.
- León, S., Calero, S., & Chávez, E. (2014). *Morfología funcional y biomecánica deportiva*. Recuperado el Enero de 12 de 2015, de Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador: Morfología funcional y biomecánica deportiva. Quito, Ecuador: Editorial de la Uni<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9219/3/morfologia%20funcional%20y%20biomecnica%20deportiva.pdf>
- Libotte, M. (2000). Podoscopía electrónica. *Encycl Med Chir*, 26-161.
- Martínez, A. (1997). *Aplicación del podoscopio electrónico PDS 93 para el diseño de plantillas ortopédicas en el tratamiento de metatarsalgias - T. Doctoral*. Zaragoza: Servicio de Publicaciones - Universidad de Zaragoza.
- Murray, P., Guten, G., Mollinger, L., & Gardner, G. (1983). Kinematic and electromyographic patterns of olympic race walkers. *Am J Sports Med*, 68-74.
- Nuñez, M., & Llanos, A. (1997). *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. Barcelona: Masson.
- Ozolin, N., & Markov, D. (1991). *Atletismo: tomo 1*. La Habana: Científico-Técnica.
- Pérez García, J. (1998). Aplicación del sistema electrónico portátil PDM 240 en medicina pericial y forense. *Rev Esp Daño Corporal*, 77-92.
- Rozema, A., Ulbrecht, L., Pammer, S., & Cavanagh, P. (1996). In shoe plantar pressures during activities of daily: Implications for therapeutic footwear design. *Foot Ankle Int*, 352-359.
- Sánchez-Lacuesta, J. (1993). Biomecánica de la marcha humana normal. En S.-L. y cols., *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica* (págs. 19-112). Valencia: Instituto de Biomecánica.
- Sarnow, M., Veves, A., Giurini, J., Rosenblum, B., Chrzan, J., & Habershaw, G. (1994). In shoe foot pressure measurements in diabetic patients with at risk feet and in healthy subjects. *Diabetes Care*, 1002-1006.
- Soames, R. (1985). Foot pressure patterns during gait. *J Biomed Eng*, 120-126.
- Thompson, D., Hatley, M., McPoil, T., & Cornwall, M. (1993). Vertical forces and plantar pressures in selected aerobic movements versus walking. *J Am Podiatr Med Assoc*, 504-508.
- Zhu, H., Werstch, J., Harris, G., Henry, M., & Alba, H. (1995). Walking cadence effect on plantar pressure. *Arch Phys Med Rehabil*, 1000-1005.

Otros artículos sobre [Biomecánica](#)

Director y editor responsable: Lic. Tulio A. Guterman

Asistente de dirección: Lic. Raquel Geiler

Comité Editorial

- Lic. Tulio A. Guterman (Argentina) Universidad de Buenos Aires.
- Prof. Lic. Cristian Federico Pieslinger (Argentina) Universidad de Lomas de Zamora.
- Lic. Roberto Di Giano (Argentina) Universidad de Buenos Aires.
- Lic. Emiliano Naranjo (Argentina) Universidad de La Matanza.
- Dr. Antonio Hernández Mendo (España)- Universidad de Málaga.
- Dr. Santiago Calero Morales (Cuba) - Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte "Manuel Fajardo" de la Habana.

Agradecemos a todos los que referencian nuestra producción.

- El contenido de Lecturas: EF y Deportes, revista digital se encuentra indizado en Dialnet (Universidad de La Rioja, España)
- Clasificada como B3, B4, B5 y C (consultar [Área de Avaliação](#)) por CAPES (Centro de Perfeccionamiento de Investigación en Enseñanza Superior) Brasil.



Comité de Arbitraje

- Dra. Natàlia Balagué (España) - INEFC Barcelona
- Dr. Pablo Tercedor (España) - Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada
- Dr. Luis Gustavo Carballido (Cuba)
- Dr. Hugo Norberto Krug (Brasil) - Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de Santa Maria
- Dr. Hugo Lovisolo (Brasil) - Universidade Estatal de Rio de Janeiro
- Dr. José Albo Lucas (España) Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
- Dr. Juan Luis Núñez Alonso (España) Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
- Dra. María Teresa Anguera Argilaga (España) Universidad de Barcelona.

- Dr. Glyn Roberts (Noruega) Norwegian University of Sport Science.
- Dr. Jorge Campaniço (Portugal) Sport Science Department UTAD - Universidad de Tras-os-Montes e Alto Douro.
- Dr. Angel Blanco Villaseñor (España) Universidad de Barcelona.
- Dr. Julen Castellano Paulis (España) IVEF, Universidad del País Vasco.
- Dr. José Carlos Fernández (España) Universidad de Málaga.
- Dr. Duarte Araujo (Portugal) - Faculdade de Motricidade, Universidade Técnica de Lisboa.
- Dr. Bento Selau da Silva Junior (Brasil) Unipampa/Jaguarão.
- Dr. Manuel João Coelho e Silva (Portugal)- Universidade de Coimbra.
- Dr. Antonio Méndez Giménez. Profesor de Enseñanza Secundaria de Educación Física (Asturias - España)
- Dra. Verónica Morales Sánchez - Universidad de Málaga.
- Dr. Pedro Sequeira (Portugal) - Grupo de Investigação em Pedagogia do Desporto, Escola Superior de Desporto de Rio Maior.
- Dr. Jônatas de França Barros (Brasil) - Universidade de Brasília.
- Dr. Ricardo Jacó de Oliveira (Brasil) - Universidade Católica de Brasília.
- Dr. Jesús Castañón (España) - Profesor de Lengua Castellana y Literatura, Idiomasdeporte.com.
- Dr. Joseph Arbena (EE.UU) - Clemson University.
- Dr. Ramón Fabián Alonso López (Cuba) - Universidad de Brasilia.
- Dr. Júlio Garganta (Portugal) - Universidad de Porto.
- Dr. Gustavo Puggina Rogatto (Brasil) - Universidade Federal de Lavras.
- Dr. Angela Aisenstein (Argentina) - UBA.
- Dr. Christopher Gaffney (EE.UU.) - University of Texas at Austin.
- Dr. Paulo Autran Leite Lima (Brasil) - Universidade Federal de Sergipe
- Dr. Osmani Mena Rodríguez (Cuba) - Faculta de Cultura Física, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- Dr. Fernando Jesús Del Sol Santiago (Cuba) - Faculta de Cultura Física, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- Dr. Esteban Manuel Barcelona (Argentina) - Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba.
- M.Sc. Ovel Mena Pérez (Cuba) - Faculta de Cultura Física, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".
- M.Sc. David Michel de Oliveira (Brasil) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Sao Paulo.
- M.Sc. Víctor Pavía (Argentina) - Universidad del Comahue.
- M.Sc. Sérgio Tumelero (Brasil) Centro Universitário Toledo de Araçatuba - UNITOLEDO.
- M.Sc. Ramon Missias Moreira (Brasil) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- M.Sc. Rafael Guimarães Botelho (Brasil) - Universitat Autònoma de Barcelona.
- M.Sc. Ramón Negrín Pérez (Cuba) - Universidad de Ciego de Avila.
- M.Sc. Marcus Vinicius de Mello Pinto (Brasil) - Centro Universitário de Caratinga.
- M.Sc. Renato Alves Sandoval (Brasil) Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Goiás.
- M.Sc. Hércules Ribeiro Leite (Brasil) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- M.Sc. Adilson Reis Filho (Brasil) - Universidade de Cuiabá (UNIC).
- Lic. Rafael Bordabehere (Uruguay) - UdeLAR.
- Lic. Vitor Jatobá (Brasil) Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.
- Lic. Luz Elena Gallo Cadavid (Colombia) - Universidad de Antioquia.
- Lic. Dalia Guterman (Argentina) - UBA.
- Lic. José Ignacio Salgado López (España) Universidad de Zaragoza.
- Lic. Miguel Petridis (Argentina) - CAEL.
- Lic. Raúl Cadáa (Argentina) - UN La Plata.
- Lic. Rubén Cohen Grinvald (España) Universidad de Valencia.
- Prof. Robson Chacon Castoldi (Brasil) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp, Presidente Prudente, SP.
- Prof. Adela Ledesma (Argentina) - Universidad del Comahue.
- Prof. Jorge de Hegedüs (Argentina) - IEF Buenos Aires.
- Prof. Saulo Vasconcelos Rocha (Brasil) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- Prof. Gustavo Barquilha (Brasil) Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte - Icafe/Unicsul.
- Bach. Gisele Barbieri Moro (Brasil) - Nutricionista, Universidade Federal do Rio Grande (UFRG).

In memoriam

- Dr. Atos Prinz Falkenbach (Brasil) UFRGS
- Dr. Hiram Mario Valdés Casal (Cuba) Universidade de Brasilia

Corresponsales

- Alejandro Leonidas Bertorello. Buenos Aires, Argentina.
- Alfredo Rivero. Monterrey, México.
- Antonio Méndez Giménez. Asturias, España.
- Carmen Gonzalez González de Mesa. Oviedo, Asturias, España.
- Francisco Batista. Portugal.
- Javier Mateo Villaescusa. Santomera, Murcia, España.
- José Carlos Fernández. Málaga, España.
- Julian Alberto Salamanca. Cali, Colombia
- Julio Cesar Gordillo. Caleta Olivia, Pcia. de Santa Cruz , Argentina.
- María Victoria Camacho Durán. Campinas, Brasil.
- Ricardo Oliveros Zabala. Santa Fe, Argentina.
- Sandra Fernández Carrera. La Coruña, España.
- Santiago López Cuadrado. La Coruña, España.

Todo el material publicado se encuentra amparado por los derechos de autor. El mismo no puede ser reproducido en ninguna otra publicación digital o impresa, radial o televisiva sin autorización expresa de la dirección de la Revista. Puede ser utilizado como material de cátedra, bibliográfico o de consulta nombrando la fuente, autor, fecha original de edición y el sitio en la WWW (<http://www.efdeportes.com/>). Los archivos de sonido y videos deben ser reproducidos completos y no fragmentados.

Los artículos que no son originales, se publican con expresa autorización de cada autor o de la publicación de origen, la cual es nombrada al pie o en el encabezado de página.

La dirección de la Revista puede no compartir las opiniones vertidas por los autores, por lo que no se responsabiliza por estos dichos.

Disponemos espacios para publicitar eventos, productos y servicios. Consulte a efdeportes@hotmail.es

Política de privacidad

Google utiliza empresas publicitarias asociadas para publicar anuncios cuando visita nuestro sitio web. Es posible que estas empresas usen la información que obtienen de sus visitas a este y otros sitios web (sin incluir su nombre, dirección, dirección de correo electrónico o número de teléfono) para ofrecerle anuncios sobre productos y servicios que le resulten de interés. Si desea obtener más información sobre esta práctica y conocer sus opciones para impedir que estas empresas usen esta información, haga clic [aquí](#).

Propietario: Tulio A. Guterman

Domicilio legal: Gurruchaga 448 - Ciudad de Buenos Aires, Argentina - CP 1414

ISSN 1514-3465

Registro de la Propiedad Intelectual Nº 901172

© 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	ARQUITETURA E URBANISMO	B4
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	ARTES / MÚSICA	C
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	B5
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS III	C
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	EDUCAÇÃO	B4
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	ENFERMAGEM	B4
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	ENGENHARIAS III	B5
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	ENSINO	B4
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	FARMÁCIA	C
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	HISTÓRIA	B3
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	MEDICINA I	C
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	MEDICINA II	B5
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	NUTRIÇÃO	C
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL / DEMOGRAFIA	B4
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	PSICOLOGIA	B3
1514-3465	Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)	SAÚDE COLETIVA	B4

www.latindex.org/latindex/Solar/Busqueda

Inicio - Universidad de alf 4.3 Portada de revistas - SciELO - Scientific Ele Medicine & Science in la foto del perfil de Bienvenido al BANCO

latindex

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

FAQ Ayuda Facebook Contacto Disminuir Aumentar

¿QUÉ ES? ORGANIZACIÓN SOCIOS EDITORES BIBLIOTECA DEL EDITOR DOCUMENTOS NOTICIAS IDIOMA ISSN: 2310-2799

Directorio
Catálogo
Revistas en línea

Título, ISSN o término

Búsqueda exacta

Búsqueda avanzada

Búsqueda básica

Resultado: 1 Revistas
1 Títulos únicos

Resultado por: lecturas educación física y deportes

Directorio Catálogo Revistas en línea

Índices

Gráficas

Título	País	Editorial	Situación	ISSN	Año de inicio	Subtemas	Revistas en línea	Catálogo
Lecturas educación física y deportes (Buenos Aires)	Argentina	T. Guterman	Vigente	1514-3465	1997	Deportes, Educación	✓	✓