

# Estudio de la patología de la marcha

Alfredo Villar Francos \*  
Carlos Verduras Ruiz \*\*

## RESUMEN

Se lleva a cabo un estudio sobre un grupo de sujetos jóvenes y entrenados, sometidos a un ejercicio físico continuado mediante una ficha básica de exploración del aparato locomotor, que valora el índice de riesgo y la posible aparición de patología en los marchadores.

## SUMMARY

A study of walkers pathology has been made on a group of young and tarined males, who underwent a continued physical exercise. Through a basic osteomuscular exploration form, risk index and the possibility of disease appearance was evaluated.

## INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO

La capital importancia que, para el ser humano, tiene la locomoción adquiere en el ámbito castrense mayor relevancia, si cabe, por ser el movimiento fundamental en su actividad.

La marcha, en el hombre, es un proceso de transformación de movimientos angulares simultáneos de los miembros inferiores, con un desplazamiento continuo del centro de gravedad; la coordinación con la que se desarrollan estos movimientos hace posible que este centro de gravedad siga con suavidad la progresión durante la marcha.

Los principios básicos de la marcha son cuatro:

1. Flexión de cadera.
2. Flexión de rodilla.
3. Interacción de rodilla y tobillo (la extensión de la rodilla coincide con la flexión dorsal del pie, la flexión con la flexión plantar).
4. Rotación de la pelvis alrededor de un eje vertical y báscula lateral de la misma.

El paso único constituye la forma básica de la marcha; este paso único puede dividirse en dos fases: la de *apoyo*, en la que el pie está en contacto con el suelo y la pierna soporta todo el peso del cuerpo, y la de *oscilación*, en la que el pie no toca el suelo y el peso del cuerpo está soportado por la pierna opuesta; apoyo y oscilación se alternan tanto en el tiempo como en el espacio, simultaneándose el apoyo de un miembro con la oscilación del otro.

La fase de apoyo único comienza cuando el talón toma contacto con el suelo y termina cuando el dedo gordo se separa finalmente del plano de sustentación, se distinguen en ella las siguientes fases:

1. Toma de contacto con el suelo.
2. Apoyo completo de la planta del pie.
3. Impulso hacia delante.
4. Abandono definitivo del suelo.

En este instante, el dedo gordo es el único que tenía apoyo final.

De forma parecida en la oscilación, se distinguen tres períodos:

- 1.° Se produce la flexión de la rodilla y se inicia la oscilación hacia delante, es el período de aceleración.

- 2.° La pierna oscilante se dirige hacia delante cruzando la vertical, en este momento, debido a la inercia, la energía cinética y la aceleración son máximas.

- 3.° Una vez cruzada la vertical, interviene la fuerza de la gravedad ayudada por los músculos correspondientes, produciéndose un frenado o deceleración del movimiento que acaba con la toma de contacto del talón con el suelo. Mientras dura el período de oscilación, el miembro inferior contrario permanece todo el tiempo en el suelo, permitiendo la oscilación del miembro que realiza el paso.

Del análisis de esta secuencia se desprende la necesidad de que para realizar una marcha normal o fisiológica es fundamental la indemnidad y buena puesta a punto de las siguientes estructuras.

- 1.° Sistema nervioso, ya que va a ser bajo su gobierno y dirección, como se va a ordenar, modular y sincronizar el movimiento.

- 2.° Sistema articular y aparato cápsulo-teno-ligamentoso. De su buen estado y funcionamiento va a depender la posibilidad de realizar una marcha normal, con plenitud de recorrido articular y sin que ésta produzca patología en el individuo.

- 3.° Sistema muscular. Ya que va a ser él el responsable último del movimiento, mediante su actuación sobre los brazos de palanca que constituye el sistema óseo; de su tono, resistencia a la fatiga, capacidad de respuesta, etcétera, va a depender la resistencia del marchador.

- 4.° Siendo la marcha un ejercicio altamente aeróbico, por la necesidad de oxigenación del músculo se requerirá un buen funcionamiento del sistema cardio-neumo-vascular para provenir a estas necesidades de oxigenación muscular.

De la concatenación de todos estos factores se desprende la importancia que para el Ejército tiene el estudio médico de todos estos aspectos, para la selección de su personal, prevención de la posible patología que la marcha entraña y, en última instancia, su curación y recuperación.

No hay que olvidar la importancia que estos, supuestamente, pequeños problemas pueden entrañar para una unidad que utiliza la movilidad como elemento fundamental en su acción, ya que puede representar un alto porcentaje de bajas a la hora de llevar a cabo una misión.

Este es un tema que siempre ha preocupado a la sanidad militar, siendo ésta pionera en el estudio de las alteraciones que la marcha entraña, acuñando incluso términos que le son propios como el de pie forzado o aspeado, para definir las manifestaciones de agotamiento en el sistema motor del pie, que se producían en el personal de reclutamiento cuando se les sometía a grandes marchas (trabajos de ASAL, WACHSMUTH, REISCHAUER, etcétera), sin un entrenamiento previo.

\* Capt. Médico Dipl. Med. Intens.

\*\* Cap. Médico Dipl. Rehabilitación.  
Hospital Militar Central «Gómez Ulla».

A raíz de esta inquietud, se propone que durante la marcha, realizada por jefes y oficiales de las FAS españolas a territorio argentino, se profundice en el estudio de la patología que incide sobre los marchadores, así como en la valoración previa de posibles alteraciones morfofuncionales, que hagan prever un mayor riesgo en la aparición de esta patología, confeccionando una ficha básica de exploración y relación o valoración del índice de riesgo, aplicable a las unidades que desarrollen este tipo de actividades.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se lleva a cabo sobre un grupo de diez jefes y oficiales de las FAS, quienes previamente a la expedición realizaron marchas de preparación y acondicionamiento al esfuerzo a realizar.

La marcha se lleva a cabo por terreno llano, campo a través, con periodicidad diaria durante veinte días y recorridos que oscilaron entre los 15 y 25 km/día. La velocidad media fue de 4,3 km. a la hora, con una longitud media de paso de 60 cm. y una cadencia de 120 pasos por minuto, que puede ser considerada como rápida.

A destacar como factores importantes:

Las adversas condiciones meteorológicas, con viento constante en contra del sentido de la marcha de hasta 80-100 km/hora.

El equipo que portaban los marchadores, con un peso aproximado de 8 a 10 kg.

Se confeccionó una ficha-exploración, en la que figuraban:

### 1. Filiación:

Edad media de los marchadores: 32,8 años.

### 2. Datos antropométricos:

Talla media: 174,05 cm.

Peso inicial medio: 69,050 kg.

Tipología: resultando cinco atléticos, dos pícnicos, dos leptosómicos y uno asténico.

Longitud de MM.II.	Dcha.	Izda.
a) Espino-maleolar	93,25 cm.	93,20 cm.
b) Trocántereo-maleolar	83,95 cm.	83,90 cm.

### Perímetros de MM.II.

Utilizando como referencia en el muslo 10 cm. por encima del polo superior de la rótula y en la pantorrilla 10 cm. por debajo del polo inferior de la rótula, con los siguientes resultados:

	Muslo	Pantorrilla
MID	44,05 cm.	34,80 cm.
MII	43,75 cm.	34,40 cm.

La diferencia a favor del MID demuestra la predominancia de dicha lateralidad en los marchadores.

### 3. Anamnesis:

Personal y familiar, dando especial relevancia a los datos de patología anterior que afectara al sistema locomotor.

### 4. Estudio del aparato locomotor y raquis:

Con exploración de las desviaciones tanto A-P como laterales del raquis, flexibilidad y potencia muscular de éste y posibles zonas dolorosas.

Exploración de las articulaciones que intervienen en la marcha:

Art. coxo-femoral.

Art. femoro-tibial (rodilla).

Art. tibio-peroneo-astragalina.

Art. tarsiana, metatarso-falángicas e interfalángicas,

y estudio de sus correspondientes balances musculares.

Especial dedicación al pie y su morfología.

a) Pie Griego: un sujeto.

b) Pie Egipcio: nueve sujetos.

## 5. Estudio radiológico del pie:

Con doble proyección, en carga, de cada pie A-P y lateral en las que se valoraron:

Posible aparición de patología o de anomalías esqueléticas previas.

Valoración de la fórmula metatarsal: INDEX MINUS, en el que el primer metatarsiano es más corto que el segundo, lo que sucedió en ocho de los explorados (80%). INDEX PLUS, cuando el primer metatarsiano es más largo que los demás, presente en dos de los explorados (20%).

Relación entre astrágalo y calcáneo en la Rx A-P, mediante la medición del ángulo CALCANEO-ASTRAGALINO, formado por la bisectriz de la apófisis anterior del calcáneo y la bisectriz del astrágalo (Fig. 1).

La media en los marchadores al inicio fue de:

Pie derecho: 19,7°

Pie izquierdo: 20,1°

En la Rx lateral se valoró:

a) Ángulo de COSTA BARTANI, que es el formado por una línea que une la parte más baja del calcáneo con la parte más baja del astrágalo y otra línea que une la parte más baja del astrágalo con la parte más baja de la cabeza del primer metatarsiano (Fig. 2).

El valor medio fue de:

Pie derecho: 120,8°.

Pie izquierdo: 119,6°.

b) Medida de Leroux, se obtiene bajando la vertical del vértice del ángulo de Costa Bartani hasta la horizontal que pasa por los sesamoideos y la parte más baja del calcáneo (Fig. 3).

Se obtuvieron las siguientes medidas medias:

Pie derecho: 42,80 mm.

Pie izquierdo: 41,90 mm.

## 6. Estudio fotopodográfico del pie:

Se obtuvo en ambos pies de todos los explorados, en carga, sobre placa radiográfica.

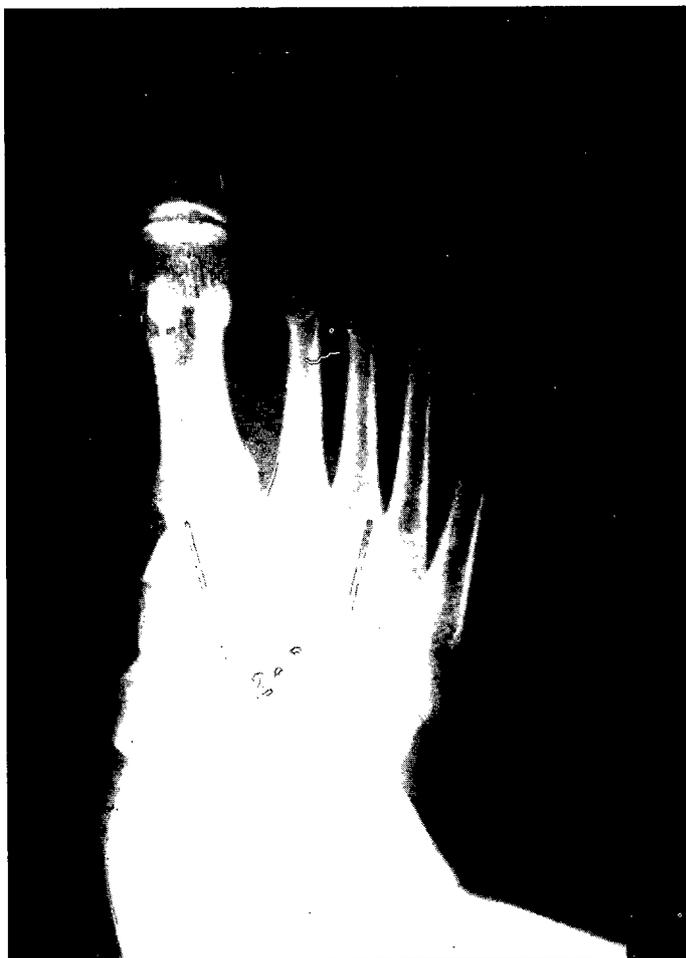


Fig. 1.

En el fotopodograma se valoraron (Fig. 4):

1) El apoyo de los dedos. Normalmente debe ser total, aunque es frecuente y no patológico que el 5.º no aparezca. Se valoró sobre todo el apoyo total del dedo gordo por su importancia trascendente en la marcha. Los resultados fueron:

- a) Siete de los explorados tenían apoyo total (70 por 100).
- b) Tres no tenían apoyo completo del dedo gordo, lo que indicaba una actitud en garra de éste (30 por 100).

2) Medida del talón anterior.

Representa el apoyo de las cabezas de los metatarsianos, en él se valoraron las zonas de hiperpresión sugestivas de sobrecarga metatarsal y las medidas respectivas, que fueron en sus valores medios de:

- Pie derecho: 85,8 mm.
- Pie izquierdo: 85,5 mm.

3) Istmo.

Une el talón anterior con el posterior, sus dimensiones son reveladoras del apoyo de la bóveda plantar. Debe tener una anchura equivalente a cerca de 1/3 la anchura del talón anterior. Una anchura superior a 1/3 es indicativa de pie plano, e inferior a 1/4 lo es de pie cavo.

Los valores medios fueron:

- Pie derecho: 26,5 mm.
- Pie izquierdo: 23,6 mm.

Se constató la existencia de un pie plano grado I y tres pies cavos (dos de grado I y uno de grado III) (Figs. 5 y 6).

4. Talón posterior.

Representa la imagen del apoyo del calcáneo, valorándose su medida, que fue:

- Pie derecho: 52 mm.
- Pie izquierdo: 50,5 mm.

Asimismo, se trazó su bisectriz para valorar el grado de varis-

mo-valgismo del calcáneo (la bisectriz normal coincide en el pie normal sobre el 2.º dedo), se obtuvieron estas bisectrices:

- En cinco casos sobre el segundo dedo (50 por 100).
- En cuatro casos sobre el tercer dedo (40 por 100).

En un caso sobre el cuarto dedo (10 por 100), indicativo de varismo en el calcáneo.

De acuerdo con la exploración reseñada, se realizó una clasificación global del sujeto, elaborando un índice de riesgo para la marcha, de la siguiente forma:

1. Normal (sin riesgo).
2. Patología mínima (riesgo moderado).
3. Patología evidente (alto riesgo).
4. Incapacidad para la marcha.

Resultando ocho sujetos dentro del grupo 1 (80 por 100), un sujeto con patología mínima (pies cavos grado III, 10 por 100) y otro sujeto con patología evidente (alto riesgo), por condromalacia bilateral rotuliana, ligamentoplastia de fibra de carbono en LLE de rodilla izquierda, más reinscripción de LCA.

Se realizó, asimismo, un informe previo sobre el calzado, parte fundamental como continente y vehículo de las fuerzas de impulsión-percusión del pie. El informe, objeto de otro trabajo, incide en los aspectos biomecánicos y refleja tres aspectos desfavorables, que podrían tener repercusión sobre el aparato locomotor:

1. Excesiva rigidez de la pala, de la que pueden derivarse:
  - Sobrecargas metatarsales.
  - Tendinitis en los extensores de los dedos.
  - Excesivo requerimiento de otros grupos musculares con el subsiguiente encarecimiento energético (psoas, cuádriceps, isquiotibiales...).
2. Déficit en altura del tacón, con:
  - Sobrecarga del calcáneo (talalgias).
  - Excesiva tensión de la musculatura posterior de la pierna (gemelos, sóleo).
3. Mala disposición de las orejas, que podrían producir:
  - Rozaduras en el dorso del pie.
  - Limitaciones en la dorsi-flexión del tobillo.

(continúa en la pág. 464)



Fig. 2.



Fig. 3.

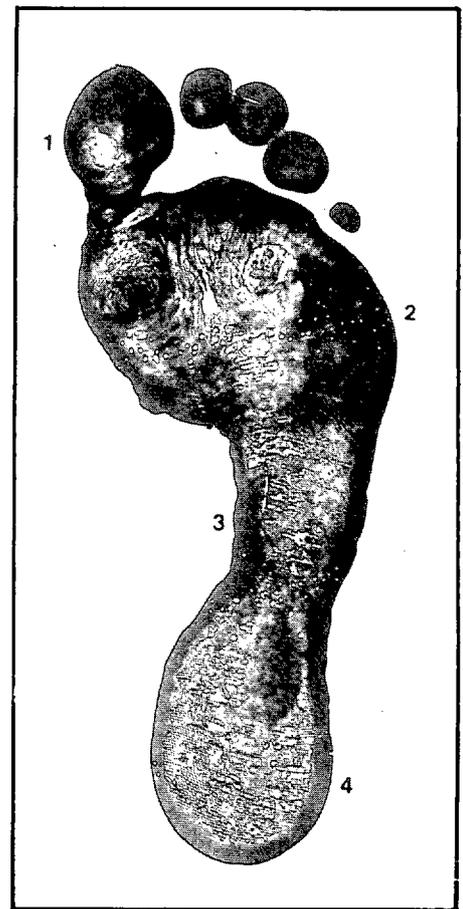


Fig. 4.

(viene de la pág. 462)

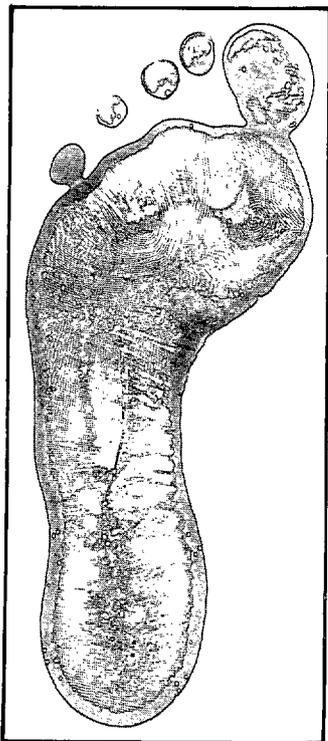


Fig. 5.—Pie plano grado I.

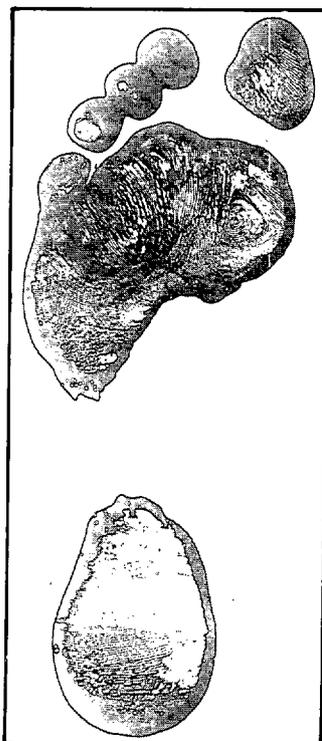


Fig. 6.—Pie cavo grado III.

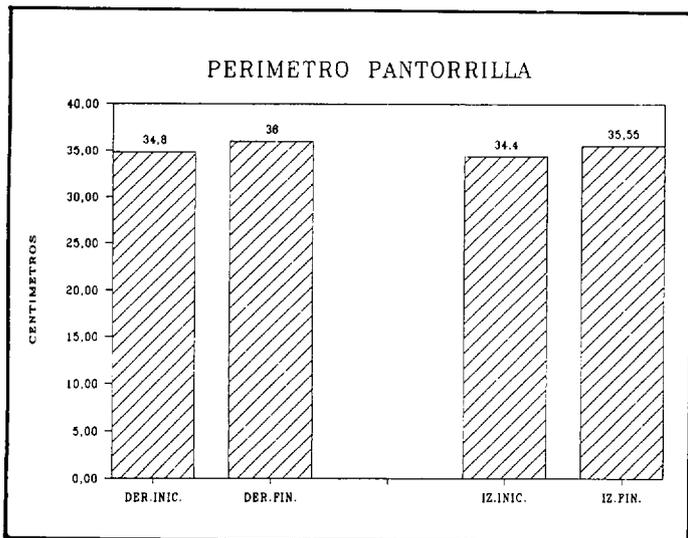
**RESULTADOS**

A la vuelta de la expedición Sarmiento de Gamboa, y con un total de 210 km. recorridos a pie por los marchadores, se volvieron a realizar todas las exploraciones reseñadas en la ficha exploratoria, obteniéndose los siguientes resultados:

1. *Datos antropométricos:*

Lógicamente sin ningún tipo de cambio, si exceptuamos en lo que respecta al peso que sufrió una disminución apreciable en todos los marchadores, pasando de una media al inicio de 69,050 kg. a una media final de 68,370 kg.

2. *Perímetros de MM.II.:*



Llama la atención la significativa mayor hipertrofia en la musculatura de la pantorrilla, de 1,15 a 1,20 cm. (ver gráficos).

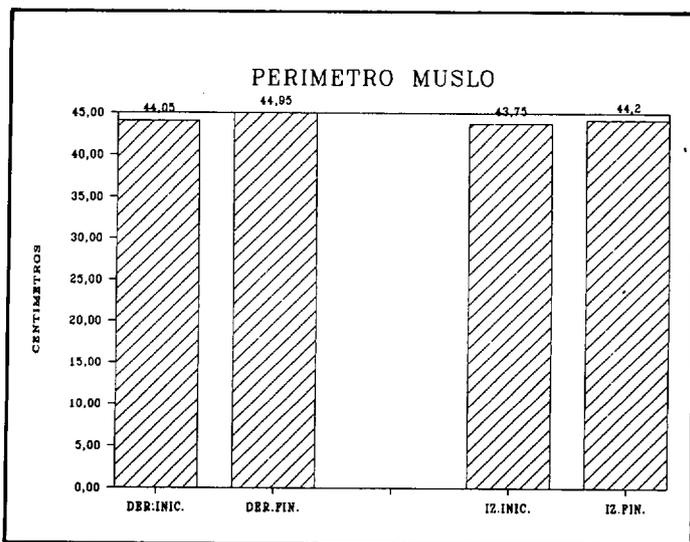
Esta hipertrofia del grupo muscular gemelos-sóleo es explicable por varios factores:

1. El propio esfuerzo muscular que marchas de este tipo condicionan, máxime al ser realizadas en contra de fuertes vientos, con el subsiguiente encarecimiento del trabajo muscular.
2. A las condiciones del calzado, ya expuestas en el informe previo a la marcha, y que originaron un sobre esfuerzo muscular sobre todo en la fase impulsora de la marcha.

Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

	Inicial	Final
Perímetro muslo dcho.	44,05 cm.	44,95 cm.
Perímetro muslo izdo.	43,75 cm.	44,20 cm.
Perímetro pantorrilla dcha.	34,80 cm.	36,00 cm.
Perímetro pantorrilla izda.	34,40 cm.	35,55 cm.

Podemos de los resultados obtenidos objetivar la importancia de la hipertrofia muscular conseguida, tanto más importante si se tiene en cuenta la pérdida global de peso de todos los expedicionarios.



3. *Aparato locomotor y raquis:*

La patología sufrida en el transcurso de la expedición SdeG fue mínima, lo cual era esperable dada la juventud y buena preparación física de los marchadores. Destaca la correlación existente entre la patología sufrida y la distribución en grupos de riesgo al inicio de la marcha.

En ningún caso las alteraciones obligaron a nadie a suspender la marcha y fueron solucionadas por el equipo médico.

Las alteraciones sufridas fueron las siguientes:

— Destacan las **TALALGIAS**, que sufrieron cinco de los marchadores (50 por 100) y que obedecieron: a) A la constante percusión a que se somete al talón en la marcha y que a la larga condiciona la aparición de microtraumatismos, y b) A las características del calzado.

— **METATARSALGIAS** en tres casos (30 por 100), que afectaban al primer radio; dos de los afectados presentaban pies cavos.

— **TENDINITIS** del extensor común de los dedos en dos casos, patología frecuente en las grandes marchas por la sobrecarga tendinosa, en parte también atribuible a la dureza de la pala del calzado.

— **Esporádicas LUMBALGIAS** y **GONALGIAS**, de carácter mecánico por el sobre esfuerzo de la marcha y la carga que se portaba.

— En el marchador conceptualizado como de alto riesgo aparecieron **HIDRARTROS** en la rodilla izquierda, debidos a sinovitis que remitían en los períodos de descanso reapareciendo al finalizar la siguiente marcha, pero que nunca le obligaron al abandono.

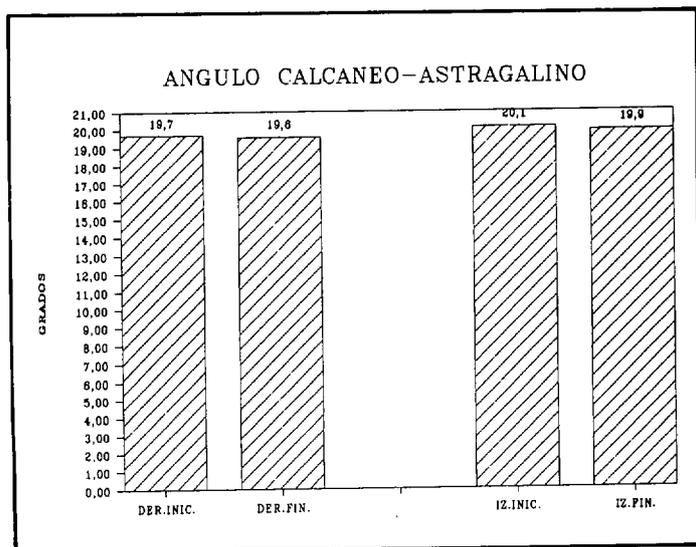
El estudio del aparato locomotor y raquis al finalizar la expedición fue sensiblemente igual al inicial, no encontrándose especiales alteraciones que pudieran ser mensuradas.

**4. Estudio radiológico del pie:**

Se volvió a repetir al finalizar la marcha con las dos proyecciones en carga, A-P y lat.

Por lo que respecta a la proyección A-P, las medias obtenidas en el ángulo CALCANEÓ-ASTRAGALINO, comparadas con las recogidas al inicio, fueron:

	Inicial	Final
Pie derecho	19,7°	19,6°
Pie izquierdo	20,1°	19,9°



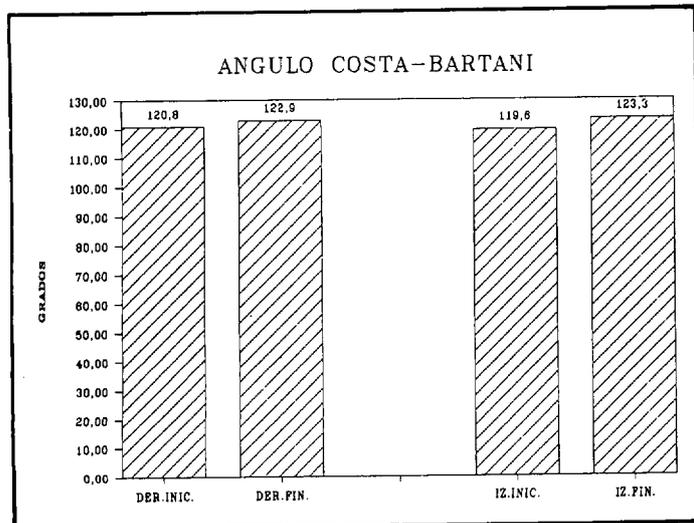
Las diferencias, como pueden apreciarse, son mínimas y carecen de significado.

En la Rx lateral en carga se valoraron:

a) El ángulo de COSTA BARTANI, cuyas medias fueron:

	Inicial	Final
Pie derecho	120,8°	122,9°
Pie izquierdo	119,6°	123,3°

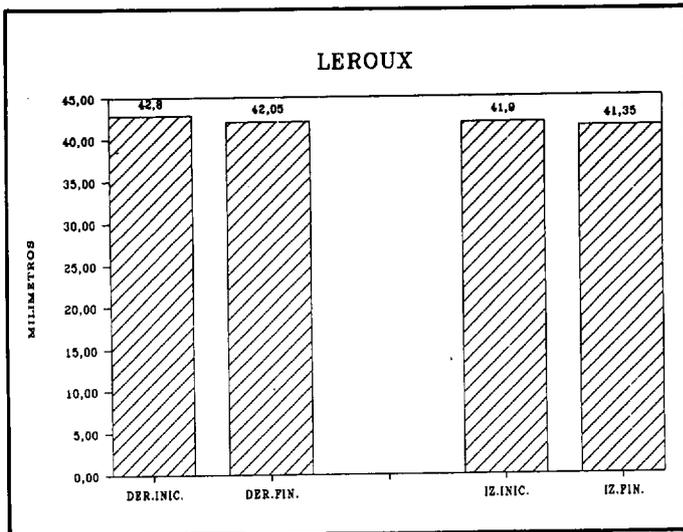
Observándose un discreto aumento de 2 a 3,5°, lo que habla a favor de un «aplanamiento» de la bóveda al finalizar la marcha.



b) Medida de LEROUX, cuyos valores medios fueron:

	Inicial	Final
Pie derecho	42,80 mm.	42,05 mm.
Pie izquierdo	41,90 mm.	41,35 mm.

Que viene a reflejar, de igual manera, el aplanamiento de la bóveda reseñado antes.



**5. Estudio fotopodográfico:**

Volvieron a tomarse las medias de los datos registrados al inicio y se compararon con las medias de los datos registrados al finalizar la marcha, que fueron:

a) TALON ANTERIOR:

	Inicial	Final
Pie derecho	85,8 mm.	86,8 mm.
Pie izquierdo	85,5 mm.	86,0 mm.

Aumento mínimo explicable por el aumento de partes blandas.

b) ISTMO:

	Inicial	Final
Pie derecho	26,5 mm.	27,0 mm.
Pie izquierdo	23,6 mm.	24,0 mm.

c) TALON POSTERIOR:

	Inicial	Final
Pie derecho	52,0 mm.	52,1 mm.
Pie izquierdo	50,5 mm.	51,1 mm.

Los cambios, como puede observarse, fueron mínimos y no significativos, otros parámetros explorados no sufrieron ningún tipo de variación.

**CONCLUSIONES**

1. Creemos interesante reseñar que el gran número de afectados por problemas en el sistema locomotor, sobre todo pies en nuestros centros y dependencias, donde el «rebajado de botas» constituye una expresión habitual y donde es relativamente normal ver al personal militar utilizando calzado deportivo, nos hace ver la importancia que para las FAS, y sobre todo para determinadas unidades, que hacen del movimiento parcela importante de

su actuación, tiene el estudio de la patología de la marcha y sistema locomotor.

2. Dada su fiabilidad, vemos la necesidad de incluir en la selección del personal militar una ficha de exploración del aparato locomotor que descarte aquellos sujetos de riesgo, que de lo contrario presentarán continuados problemas a lo largo de su instrucción.

3. Es importante realizar una correcta preparación física a fin de ir habituando al sistema osteo-músculo-ligamentoso que interviene en la marcha a los grandes esfuerzos, evitando la aparición de fatiga en el sistema locomotor y posterior patología.

No hay que olvidar que el personal de recluta suele ser, en su mayoría, personal no entrenado, habituado al sedentarismo, norma común en estos tiempos.

4. En la marcha interviene un binomio pie-calzado, del que habitualmente se olvida el calzado, sobre todo su aspecto biomecánico, deteniéndose más en sus características físicas (resistencia, impermeabilidad, etcétera). Es imprescindible, según nuestro criterio, una supervisión médica del calzado, en su aspecto biomecánico y su posterior adecuación al terreno, actividad y climatología.

El actual calzado del que están dotadas las distintas unidades es susceptible de ser mejorado sustancialmente.

5. La experiencia, creemos, ha resultado ampliamente provechosa, aportando un gran número de datos de inmediata aplicación en futuras expediciones, así como en unidades que precisen realizar con frecuencia grandes marchas; por otra parte, el estudio nos ha ayudado a comprender mejor la fisiología de la marcha, su patología específica y los medios para prevenirla.

6. Dada la importancia del tema, sería conveniente seguir realizando experiencias en este sentido, marcándose una serie de objetivos, entre los cuales destacamos:

a) Creación, conjuntamente con el cuerpo de Intendencia, de un modelo de calzado experimental, adecuado no sólo a las características propias del clima y terreno, sino que proporcione un confort y movilidad adecuados a la biomecánica de la marcha.

b) Estudio de la incorporación de plantillas viscoelásticas, en un intento de evitar las talalgias y metatarsalgias aparecidas, ya que son patología frecuente en las grandes marchas.

c) Creación definitiva de una ficha de exploración morfofuncional y su incorporación a las unidades para la mejor selección del personal.

Nos queda, por último, agradecer la colaboración prestada por todos los miembros, sujetos del estudio, de la expedición SARMIENTO de GAMBOA, así como la cooperación y facilidades dadas en todo momento por el Servicio de Rehabilitación del Hospital Militar Central GOMEZ ULLA para la realización de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- ARANDES, R.; VILADOT, A.: Clínica y tratamiento de las enfermedades de los pies. Barcelona, Ed. Científico-Médica, 1956.
- ARANDES, R.; VILADOT, A.: «Biomecánica del calcáneo». Med. Clin. (Barcelona), 25; 1953.
- LELIEVRE, J.: Pathologie du pied. Paris, Masson y cie., 1971.
- DUCROQUET, R. J.: Marcha normal y patológica. Barcelona, Toray Masson, 1972.
- VILADOT PERICE, A.: «Nuevo método de exploración estática del pie: el fotopodograma». Clin. Lab., 57:114; 1957.
- MOREAU COSTA BARTANI, G.: «Etude radiologique et clinique du pie plat». Roentgen, V2:4-38; 1939.
- LELIEVRE, J.; LELIEVRE, J. F.: Patología del pie. Barcelona. Ed. Toray-Masson, 1982.
- KOHLER, W. L.: «A typical disease of the second metatarsophalangeal joint». A. M. J. Roentg., 10:705; 1923.
- VILADOT, A.; TRONCOSO, J.: Metatarsalgia. Sevilla, Ponencia Oficial Congreso Secot, 1964.
- VILADOT, A.: «Influencia de los diversos tipos de antepiés en la fisiología del mismo». Podologie, 6:125-134; 1971.
- ROTES QUEROL, J.: «Exploración del pie». Monografías Rev. Esp. Reum., 6:488; 1950.
- VILADOT, A., et al.: Diez lecciones de patología del pie, 1979.
- BROUSE, J. P.; BRAUN, B.; COSTE, F.: «Etude comparative de quelques types de talalgie et de calcaneite». Hop. Paris, 13:42-51; 1966.
- LIEVRE, J. A.; COHEN, M.: «Etude clinique et etiologique sur les talalgies». Bull. Med. Soc. Med., 70:124; 1954.
- DONCKER, E.; KOWALSKI, C.: «Le pied normal et pathologique». Public. Ac. Ort. Belgium, 1956.
- DIKSON, F. D.; DIVELY, R. J.: «Functional disorders of the foot». Lippincott, 1963.
- KAPANDJI, A.: Anatomie fonctionnelle de l'arrierepied. Rel. XI Congr. Soc. Int. Med. Chir. Piede. Bruxelles, 1975.
- MANN, R. A.: «A review of the basic biomechanics of the foot». Podologie, 1976.
- MARTORELL, J.: «Concept et etudes sur la metatarsalgie et son traitement». Actual. Med. Clin. Pied., VIII, 2; 1973.
- VALENTI, V.: El problema della biostatica e biodinamica del piede alla luce delle recenti acquisizioni. Relaz. IV Cong. Tecnica Ortop., 1975.