

# ESTUDIO EVOLUTIVO DE LAS IMPRONTAS PLANTARES

J.M. Albiol Ferrer.

Podólogo, Profesor Titular de las Enseñanzas de Podología  
Universidad de Barcelona

*Dedicatoria: A mi maestro PABLO VILATO I RUIZ, q.e.p.d.*

## INTRODUCCIÓN

asta donde mi memoria me alcanza, ya desde los tiempos de estudiante de Podología, la interpretación clínica de la huella plantar no ha seguido criterios unificados, tanto desde el punto de vista puramente biomecánico como de su significación nosológica en el proceso de la salud - enfermedad del pie.

En este trabajo se hace un resumen de lo que ha sido la evolución histórica en la obtención de las improntas plantares a través del tiempo y, se intenta transcribir la visión actual de acuerdo con los nuevos conocimientos aportados por las modernas técnicas pedigráficas.

Desde los inicios de la evolución filogenética, cuando los primeros peces emergieron de las aguas y fueron transformando sus aletas en extremidades para desplazarse por tierra firme, hasta nuestros días, nuestro pie ha seguido un proceso evolutivo hasta transformarse en una pieza singular del género humano.

Los mamíferos bípedos se caracterizan por adoptar una postura vertical, y desplazarse solo con sus extremidades posteriores que convierten en inferiores, apo-

yándose contra el suelo con los últimos tres segmentos del miembro (tarso, metatarso y dedos)

El hombre del Neardenthal, aparecido aproximadamente 60.000 años atrás, se caracteriza entre otras cosas, por el abandono completo de la vida arbórea por la terrestre y la instauración definitiva de la marcha bípeda.

La bipedestación y la posición vertical permitió dejar en libertad sus extremidades superiores para la prehensión fina, dejando de depender de sus mandíbulas tanto para el ataque como para su protección.

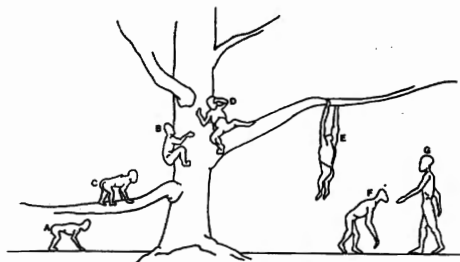
La nueva adquisición filogenética trajo como consecuencia metamorfosis importantes en su morfología y en sus hábitos de vida.

Entre los cambios experimentados debemos destacar la disminución de la robustez de su caja craneal y el aumento del volumen de su masa encefálica, todo lo cual condujo al

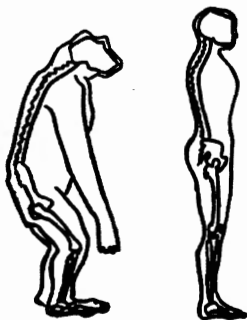
acrecentamiento de su inteligencia.

La utilización de sus manos libres le permitió dejar de depender de sus mandíbulas para la predación y para la defensa de sus propios predadores, iniciándose en los hábitos de la prehensión fina y en el uso de herramien-

**Desde los inicios de la evolución filogenética, cuando los primeros peces emergieron de las aguas y fueron transformando sus aletas en extremidades para desplazarse por tierra firme, hasta nuestros días, nuestro pie ha seguido un proceso evolutivo hasta transformarse en una pieza singular del género humano.**



Arquitectura de la Boveda Plantar.  
Estudio evolutivo a través de las improntas.



tas, todo lo cual le condujo al desarrollo de una organización social más avanzada a través de nuevos tipos de caza y de reunión.

Se ha dicho, quizás con cierta exageración, que el Homo Sapiens adquiere su condición de tal, gracias a la evolución filogenética de sus pies que, sacrificando su función prensil al transformarla en función portante, permitió la posición erecta y con ella el aumento de la inteligencia y la especialización de sus extremidades superiores.

El detalle que marca la diferencia entre los pies de los primates antropomorfos y el hombre, que imprime el sello de humano a nuestro pie, es el desarrollo de la «BOVEDA PLANTAR».

Esta bóveda en forma de semicúpula actúa como:

- Elemento amortiguador de la marcha, y favoreciendo la adaptación a los terrenos irregulares.
- Bomba periférica de la extremidad que ayuda a la difusión de los humores corporales.
- Elemento receptor de sensaciones propioceptivas indispensable para el mantenimiento del equilibrio vertical.

### HISTORIA DE LA HUELLA PLANTAR

Podemos decir, sin miedo a equivocarnos que el estudio de las improntas es tan antiguo como el propio hombre. Los primeros grupos humanos, cazadores y socialmente estructurados no conocían la escritura, pero dependían de sus conocimientos empíricos de las huellas impresas en el suelo para sus actividades cinegéticas que les servían de sustento, y para ponerse a salvo de sus propios predadores, tanto animales como humanos.

Es a partir de finales del siglo XIX y principios del XX cuando comienza a utilizarse el estudio de la huella

plantar con fines industriales y médicos. En esta época, con la llegada de la 1ª Revolución Industrial, entra en declive la industria manufacturera artesanal, y se propaga con cierta rapidez la producción seriada, naciendo una nueva ciencia aplicada, la Somatometría Estadística, con el fin de definir las proporciones corporales standard para la fabricación, en serie, de diferentes prendas de vestir, entre las que se incluye el calzado.

Tras un período largo de estudios estadísticos se llega a la conclusión que por cada 6,6 mm. de crecimiento en longitud del pie, su perímetro metatarsal se incrementaba en 5 mm. Estos hallazgos sirvieron de base para la fabricación del calzado industrial en serie.

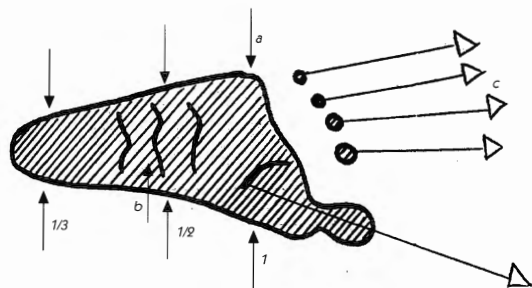
Entre los diversos recursos que utilizaron para llevar a cabo los estudios estadísticos de la somatometría podal se encuentra la obtención seriada de la huella plantar.

Se utilizaron primero colorantes aplicados directamente sobre la planta, que luego reproducían sobre un soporte de papel. Posteriormente se empleó la técnica conocida como «pedigrafía grasa», consistente en impregnar la superficie plantar con un aceite vegetal que manchaba posteriormente un papel absorbente. Solo restaba espolvorear sobre la impronta aceitosa un polvo colorante de contraste que era absorbido por el aceite, quedando una marca bastante indeleble de la superficie de apoyo del pie.

Como sustancias de contraste utilizadas a tal efecto podemos citar el bióxido de manganeso que imprimía la huella en negro sobre el fondo blanco del papel, el sequíóxido de hierro que le daba una coloración roja, o el simple polvo de talco utilizado sobre fondo de papel negro.

A partir de aquí los pequeños avances técnicos para

**Como sustancias de contraste utilizadas a tal efecto podemos citar el bióxido de manganeso que imprimía la huella en negro sobre el fondo blanco del papel, el sequíóxido de hierro que le daba una coloración roja, o el simple polvo de talco utilizado sobre fondo de papel negro.**



Impronta plantar de un recién nacido.

- a) dermatogifios
- b) arrugas dérmicas
- c) impresiones digitales
- d) anchuras (1, 1/2, 1/3)
- impronta plana

## TREBALLS CIENTÍFICS

la obtención de improntas se sucedieron rápidamente, y entre ellos, podemos referirnos a los de uso más universal.

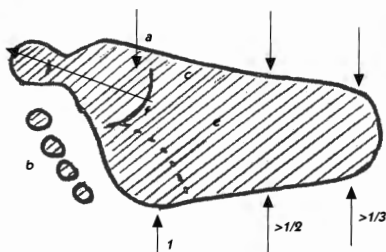
- El pedígrafo de papel carbón o de tinta tampón de Dunley Morton.
- El podostatigrama de Roig-Puerta.
- El fotopodograma de Vilató.
- El radiofotopodograma de Viladot.
- La obtención de podogramas utilizando la fotocopiadora, o la máquina polaroid sobre los cristales reflectantes del podoscopio.
- La cinepodografía y la radiopodografía cinética de Viladot.
- Las impresiones en relieve de Orly.
- La fotopodoaderencia de Torres.
- O el molde dinámico con venda de yeso y con el individuo calzado.

Poseyendo, cada una de estas variantes técnicas sus ventajas y sus inconvenientes, sus indicaciones y sus contraindicaciones.

Actualmente, con la tercera revolución industrial de la electrónica micropocesaada, de la robótica y de la computadora, se utilizan barocaptoreos electrónicos que miden el reparto de las presiones plantares tanto en estática como en dinámica, y los datos obtenidos se procesan posteriormente por ordenador, así como sistemas optoelectrónicos que aumentan unas 100 veces la sensibilidad de las líneas de isopresión obtenidas en comparación con la sensibilidad del ojo humano.

### ESTUDIO EVOLUTIVO DE LA HUELLA PLANTAR NORMAL

El primer interrogante que se plantea al iniciar el estudio de las huellas plantares es la definición del concepto de normalidad.



IMPRONTA PLANTAR DE UN NIÑO DE 6 MESES

- a) Primer eje-radio  
b) Impresiones digitales

- c) Unificación de amplitud  
d) Bóveda no visible



IMPRONTA PLANTAR DE UN RECIÉN NACIDO

- e) No arrugas dérmicas  
f) Rodete glenoideo

De la misma manera que no existe un prototipo morfológico de pie normal, puesto que desde el punto de vista funcional debe considerarse normal cuando

cumple con su función sin provocar molestias, independientemente de su morfología, también resulta arriesgado determinar cuales son los parámetros que deben etiquetarse como normales al describir la impronta impresa. No obstante podemos establecer como premisas que el concepto de normalidad que aquí vamos a usar es el de «estadísticamente más frecuente».

En el momento del nacimiento la planta del pie, tiene perfectamente desarrollados todos sus dermatoglios, presentando una suave promiencia en la cabeza del primer metatarsiano, y unas arrugas dérmicas transversales en su zona central, consecuencia de la ligera flexión duran-

te toda su etapa fetal.

Las impresiones digitales del 2º al 5º dedo son perfectamente esféricas, estando separadas entre sí y con el resto de la huella.

La impresión digital del 1º dedo está exageradamente separada de las demás, a modo de dedo oponente, correspondiente al modelo ancestral antropoideo que era prensil, no presentando solución de continuidad con el resto de la huella.

La anchura de la impronta decrece progresivamente desde la zona de las cabezas metatarsales hasta el talón, de forma que, si a la amplitud de las cabezas metatarsales le aplicamos el valor relativo 1, hacia la mitad de la huella medirá entre 2/3 y 1/2, y en la zona correspondiente al talón nos dará un valor compren-

**En el momento del nacimiento la planta del pie, tiene perfectamente desarrollados todos sus dermatoglios, presentando una suave promiencia en la cabeza del primer metatarsiano, y unas arrugas dérmicas transversales en su zona central, consecuencia de la ligera flexión durante toda su etapa fetal.**

dido entre 1/2 y 1/3. Esta morfología corresponde también a la de un pie ancestral.

La bóveda plantar se presenta poco desarrollada, dando una imagen en impronta completamente plana, disposición también característica del pie primitivo.

Estas características se mantienen con pocas variaciones hasta los 5 o 6 meses de edad.

Hacia esta época comienzan los primeros intentos de desplazamientos pronógrado soliendo coincidir con el uso de los primeros calzados con suela rígida y tacón. El marco rígido con el que se aprisiona al pie y su progresión hacia el modelo bípedo según las leyes de evolución ontogenética, condicionan las siguientes variaciones:

El primer eje-radio va perdiendo su condición de oponente paralelizándose progresivamente con los cuatro restantes.

Las impresiones digitales de los dedos 2º al 5º comienzan a perder su perfecta esfericidad adoptando gradualmente una forma más o menos poligonal, consecuencia de la presión suave pero continua latero-lateral ejercida por el armazón del zapato.

Las proporciones de amplitud entre la zona metatarsal, la media y la talar tienden a unificarse, a expensas de ensancharse el talón y la zona central de la planta.

Estructuralmente comienza a desarrollarse la bóveda, circunstancia todavía invisible en la impronta por el abundante panículo adiposo de la planta.

Han desaparecido las arrugas transversales de la piel, accentuándose la eminencia pseudo-tenar de la cabeza del primer metatarsiano.

Alrededor del año, y de forma progresiva, el niño

abandona su desplazamiento pronógrado y adquiere su condición de individuo bípedo. Esta circunstancia pone en marcha toda una serie de estímulos propioceptivos sobre el sentido del equilibrio que hacen posible el mantenimiento de la posición vertical sobre una base de apoyo tan precaria como es la planta de los pies.

Con la adopción de la posición ortógrada, aparecen las lordosis lumbar y cervical, la disminución de la anteversión del cuello femoral y la progresiva desaparición de la posición vara de las rodillas.

El pie en carga se coloca en pronación por la acción del peso del cuerpo, y se reafirma en la adquisición progresiva de la bóveda, todavía no visible en el podograma por el valgo posicional, y el panículo adiposo que rellena el arco.

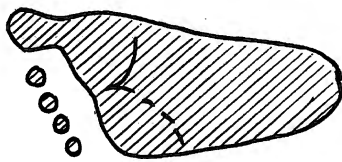
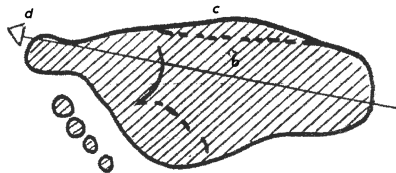
Esta condición funcional en pronación del pie, condiciona la aparición de una convexidad en el borde interno de la impronta, denominada «curva de hiperpronación».

Otra de las características de la huella, a esta edad, es la desviación del eje antero-posterior del talón hacia el borde interno del pie, dejando incluso por fuera la impresión del primer dedo.

Entre los 2 y los 3 años de edad, el niño ha dejado definitivamente la etapa varoide de sus extremidades inferiores, las cuales adoptan una conformación en valgo de rodillas

Se mantiene la posición pronada del talón, y comienza a manifestarse en la impronta plantar la aparición de la bóveda en forma de vacío lacunar, aproximadamente hacia la vertical de la parte central del cuerpo del escafoides y del segundo cueniforme. Es el fenómeno

**Desde los inicios de la evolución filogenética, cuando los primeros peces emergieron de las aguas y fueron transformando sus aletas en extremidades para desplazarse por tierra firme, hasta nuestros días, nuestro pie ha seguido un proceso evolutivo hasta transformarse en una pieza singular del género humano.**



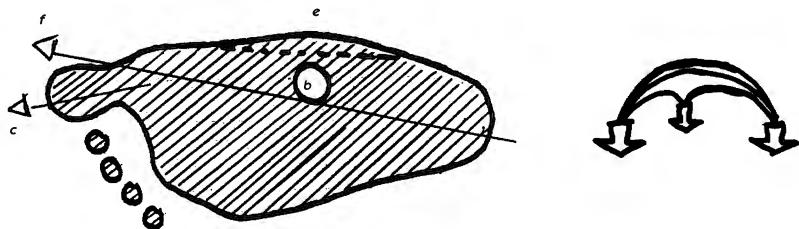
IMPRONTA PLANTAR DE UN NEOCANDANTE  
(ALREDEDOR DEL AÑO)

IMPRONTA PLANTAR DE UN NIÑO DE 6 MESES

Talón pronado  
b) Bóveda no visible

c) Curva de hiperpronación  
d) Eje del talón

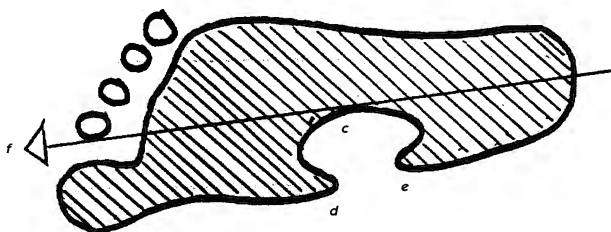
# TREBALLS CIENTÍFICS



IMPRONTA PLANTAR ENTRE LOS 2 Y LOS 3 AÑOS DE EDAD

- Etapa valgoide
- b) Signo de la laguna
- c) 1º eje radio paralelo

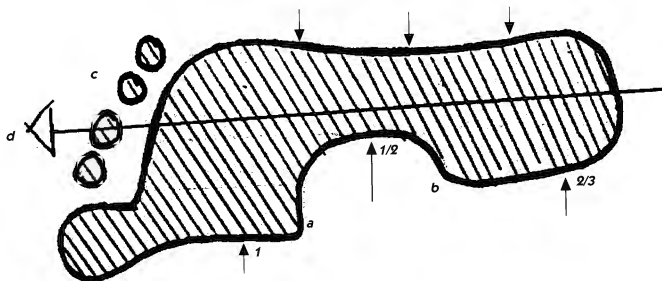
- d) Talón en valgo
- e) Curva de hiperpronación
- f) Eje del talón



IMPRONTA PLANTAR ENTRE LOS 4 Y LOS 5 AÑOS DE EDAD

- a) Disminuye pronación talar
- c) Signos del golfo
- e) Punta de talón

- b) No panículo adiposo
- d) Apéndice metatarsal
- f) Eje del talón



IMPRONTA PLANTAR ENTRE LOS 6 Y LOS 8 AÑOS DE EDAD

- a) No apéndice metatarsal
- b) No punta de talón
- c) Dedos pollicíricos

- d) Eje del talón
- e) Anchuras (1, 1/2, 2/3)

que se conoce con el nombre de «signo de la laguna».

Mientras tanto el primer eje-radio ha perdido completamente su condición de oponente, paralelizándose con los cuatro restantes y adaptándose a su función portante.

Persiste la pronación fisiológica del talón y por lo tanto la desviación de su eje antero-posterior hacia el borde interno.

Entre los 4 y los 5 años de edad la etapa valgoide de las rodillas alcanza su cenit. No obstante, la progresiva elevación de la bóveda, la reducción de la pronación talar y la disminución del panículo graso plantar, hacen posible que estos fenómenos se manifiesten en la impronta.

En una primera fase, la mancha lacunar aumenta de tamaño hacia el borde interno y en sentido antero-posterior hasta conseguir abrir la línea continua del borde medial, apareciendo una figura que se la conoce con el nombre de «signo del golfo», con un pico anterior denominado «apéndice metatarsal» y otro posterior llamado «punta de talón».

A esta edad, y en condiciones standard, el eje antero-posterior de la impresión del talón suele pasar por el segundo dedo.

Entre los 6 y los 8 años, continúa progresando la elevación de la bóveda y reduciéndose la pronación talar, circunstancia que se traduce por la desaparición,

**En una primera fase, la mancha lacunar aumenta de tamaño hacia el borde interno y en sentido antero-posterior hasta conseguir abrir la línea continua del borde medial, apareciendo una figura que se la conoce con el nombre de «signo del golfo», con un pico anterior denominado «apéndice metatarsal» y otro posterior llamado «punta de talón».**

en primer lugar del «apéndice metatarsal», y posteriormente de la «punta de talón». Todas las impresiones digitales son ya poliédricas, y el eje antero-posterior del talón suele pasar a nivel del 3º dedo.

En esta etapa, las proporciones aproximadas de anchura que guarda la impronta son las siguientes:

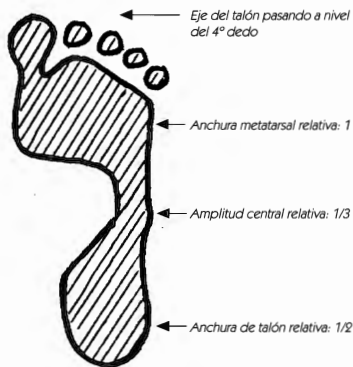
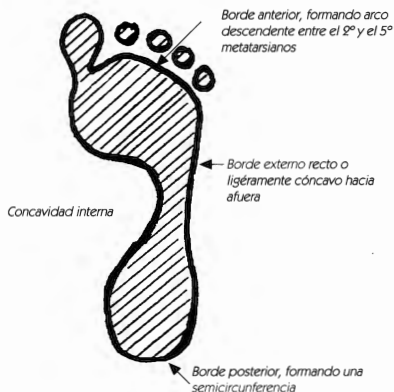
- anchura máxima metatarsal 1.
- anchura de la escotadura centra 1/2.
- anchura de talón 2/3.

A partir de los 8 años y hasta la pubertad, el período valgoide entra en fase de involución, fenómeno por el cual, el eje de carga de la extremidad se traslada progresivamente desde el borde interno del talón hasta su zona media, condicionando la desaparición de la pronación y elevando

el cenit de la bóveda.

A partir de este momento las características de la impronta son las siguientes:

- las impresiones digitales del 2º al 5º dedo están presentes, separadas entre sí y con el resto de la huella, excepto la del primero que no pierde su condición de continuidad. Todas ellas tienen forma poligonal irregular.
- el borde anterior de la impronta, forma un arco descendente suave desde el 2º al 5º metatarsiano.
- el borde interno forma una fuerte concavidad medial desde el tercio medio de las diáfisis metatarsales hasta la parte interna de la línea articular de Chopart.



IMPRONTA PLANTAR CORRESPONDIENTE A UN PIE ADULTO

## TREBALLS CIENTÍFICS

d) el borde externo suele presentarse casi recto o con una concavidad lateral muy suave. En ocasiones puede mostrar también en su tercio medio una ligera prominencia externa correspondiente al abultamiento de la apófisis estiloides del 5º metatarsiano.

e) el borde posterior forma una semicircunferencia casi perfecta.

f) el eje antero-posterior del talón proyectado hacia delante, pasa aproximadamente por el 4º dedo.

g) las proporciones, en cuanto a la anchura son:

1 para la amplitud máxima metatarsal

entre 1/2 y 1/3 para la escotadura central, y

entre 1/2 y 2/3 para la amplitud máxima del talón.

h) los dermatoglifos son visibles en toda la superficie, y la eminencia pseudo-tenar correspondiente al rodete glenoideo de la cabeza del 1º metatarsiano está bien desarrollada.

Conseguidas estas proporciones, y desde el punto de vista morfológico, la huella plantar se puede considerar ya correspondiente a la de un pie adulto con madurez funcional biomecánica.

A partir de aquí, y durante toda la etapa adulta, se mantienen sin apenas variaciones los parámetros anteriormente citados, exceptuando las siguientes salvedades:

a) Con el paso de los años, la bóveda plantar tiende a aumentar, de forma suave pero progresiva, por lo que la amplitud de la escotadura central disminuye ligeramente, pudiendo llegar al valor relativo 1/4 o 1/5 con respecto a la anchura metatarsal.

b) Durante el embarazo, y debido a los factores hormonales concomitantes, el pie tiende a aplanarse, regresando a su morfología habitual a los 3 o 4 meses después del parto.

c) La obesidad puede influir discretamente en la disminución de la bóveda por la sobrecarga ponderal, no obstante, gran parte de huellas aplanadas en adultos

obesos, corresponden a falsos pies planos por engrosamiento del pániculo adiposo de la cara inferior del pie.

d) Enfermedades de larga duración que obligan al individuo a un encamado prolongado, suelen influir también en el descenso de la bóveda por la falta de los estímulos propioceptivos de la posición bípeda.

A partir de los 40 años, comienza un lento período involutivo, dominado por la patología metatarso-digital.

Morfológicamente el talón y la zona plantar media, apenas sufre variaciones significativas. es en el segmento metatarso-digital donde se presentan las distorsiones involutivas ampliamente cuando ha sido de uso habitual el calzado de tacón alto.

### CONCLUSIÓN

a) La imagen de la huella plantar sigue un proceso evolutivo que va cambiando con la edad. El único parámetro inalterable es la configuración de los dermatoglifos.

b) Consideramos normal, y por lo tanto no patológica la imagen de hiperpronación durante los primeros años de la marcha bípeda.

c) La impronta plana, sin bóveda, debería considerarse normal hasta los 3 años. La gran mayoría de las veces es debido al abundante pániculo adiposo plantar y a la laxitud ligamentosa, propias de la edad, mas que a una verdadera falta de estructura plantar. En todo caso y para despejar dudas la clínica es muy rica

en pruebas alternativas.

d) A partir de los 8 años la huella plantar tiene ya todas las características de la del adulto, excepto su tamaño.

e) El proceso evolutivo de la bóveda plantar va aumentando, en general, lenta y progresivamente con la edad, pasando incluso del valgo fisiológico de la infancia al discreto varo de hasta 2-3 grados también fisiológicos del anciano.

**Conseguidas estas proporciones, y desde el punto de vista morfológico, la huella plantar se puede considerar ya correspondiente a la de un pie adulto con madurez funcional biomecánica.**

### BIBLIOGRAFÍA

1. Giannestras. N. J. **TRANSTORNOS DEL PIE**. Ed. Salvat. Barcelona, 1979.
2. Kapandji. I. A. **CUADERNOS DE FISIOLÓGIA ARTICULAR**. Tomo II. Extremidad Inferior. Ed. Toray-Masson. Barcelona, 1981.
3. Lelievre. J. **PATOLOGIA DEL PIE**. Ed. Toray-Masson. Barcelona, 1973.
4. Salter. R. B. **TRANSTORNOS Y LESIONES DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO**. Ed. Salvat. Barcelona, 1971.
5. Tax. H. R. **PODOPEDIATRIS**. Ed. Williams and Wilkins. Baltimore, 1985.
6. Valenti, V. **ORTESIS DEL PIE**. Ed. Panamericana. Madrid, 1979.
7. Viladot, A. **PATOLOGIA DEL ANTEPIE**. Ed. Toray. Barcelona, 1980.
8. Viladot, A. **QUINCE LECCIONES SOBRE PATOLOGÍA DEL PIE**. Ed. Toray. Barcelona, 1980.