

# PIE CAVO IDIOPÁTICO. ESTUDIO EXPERIMENTAL, ELECTROMIOGRÁFICO Y ANTROPOMÉTRICO

**Dr. J. Martín Guinea**

*Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.*

*Hospital Universitario de Getafe. Madrid*

Se estudiaron 32 casos completos y 3 incompletos de pies cavos idiopáticos (PCI). Mediante estudio previo, se descartaron algunas formas larvadas de pies cavos neurológicos. Los músculos explorados electromiográficamente fueron: peroneo lateral largo, tibial anterior, tibial posterior, gemelo externo (este último como testigo), abductor del dedo gordo, abductor del quinto dedo y flexor corto plantar. Las posiciones fueron: decúbito supino; ortostatismo bipodal y unipodal; rampa 20° bipodal y unipodal; pendiente 20° bipodal y unipodal; inclinación medial 20° bipodal y unipodal; inclinación lateral bipodal y unipodal. Estudio antropométrico: radiografías en carga frente y perfil y obtención de ángulos de Costa Bertani interno y externo; fotopodograma para índices de Chippaux y ángulos de Clarke. Se obtuvieron 2.211 registros electromiográficos y 276 valores radiológicos y fotopodográficos. Los resultados fueron analizados estadísticamente ( $\chi^2$  y "t" de Student). Resultados: a) del estudio electromiográfico del PCI; b) del estudio electromiográfico comparativo con pies normales y planos estudiados con igual sistemática. Se obtuvieron numerosas conclusiones, destacando el escaso funcionalismo de los músculos en el mantenimiento estático de la bóveda plantar; el protagonismo del abductor del dedo gordo en los tres tipos de pie; la paradójicamente mayor participación muscular en planos y cavos, más un mayor parecido entre sí que comparados con pies normales.

**PALABRAS CLAVE:** *Pie cavo idiopático, electromiografía, antropometría.*

## IDIOPATHIC PES CAVUS. EXPERIMENTAL, ELECTROMYOGRAPHIC AND ANTHROPOMETRIC STUDY:

Twenty-eight cases of idiopathic pes cavus (IPC) were studied, 23 complete and 3 incomplete. After a Previous Study, some latent forms of IPC were discarded. The muscles explored by electromyography were: lateral peroneus longus, tibialis anterior, tibialis posterior, caput laterale gastrocnemii (this last as testigo), abductor hallucis, abductor digiti minimi and flexor plantar brevis. Positions were: decubiti supine, ortostatism bipodal and unipodal, rampa 20° bipodal and unipodal, gradient 20° bipodal and unipodal, medial inclination 20° bipodal and unipodal, lateral inclination bipodal and unipodal. Anthropometric study: radiography load front and side and obtaining internal and external angles of Costa Bertani, photopodogram for Chippaux's index and Clarke's angles. There were obtained 2.211 electromyography records and 276 radiologic and photopodographic values. The results were statistically analysed ( $\chi^2$  and Student's "t" tests). Results: a) from the IPC electromyographic study b) from the comparative electromyographic study with normal and planus pes with the same systematic. There were obtained numerous conclusions, underlying the scarce functionalism of the muscles in the static maintenance of the plantar boveda, the leading role of the abductor hallucis in the three kind of pes, the paradoxically greater muscular participation in planus and cavus, more similar among them than the normal ones.

**KEY WORDS:** *Idiopathic pes cavus, electromyography, anthropometry.*

## INTRODUCCIÓN

Basándonos en trabajos y estudios anatomofuncionales previos (Kaplan, 1935; Jones, 1941; Harris y Beath, 1948...), que establecían: 1) que la bóveda plantar posee una arquitectura ósea autónoma; 2) que existe una barrera de elementos pasivos, ligamentos y fascias que colaboran en el

mantenimiento de los arcos de dicha bóveda; y 3) que los elementos activos o músculos trabajan en condiciones normales con actividad muy baja y que aumentan sus respuestas bajo ciertas circunstancias, a modo de reserva funcional dinámica, con el propósito de compensar activamente la morfología de las bóvedas...

### Correspondencia:

c/ Eduardo Benot, 5 - 3.º B  
28008 Madrid

Fecha de recepción: 4/9/2006

## HIPÓTESIS

[...] Pensamos que sería de gran interés el estudio de la función de una serie de los músculos (intrínsecos y extrín-



**Figura 1. Electromiógrafo MYOCATHOR III tipo Alvar.**  
**Figure 1. Alvar-type MYOCATHOR III electromyograph.**

secos) de la pierna y pie que más protagonismo pudieran tener en el mantenimiento de la bóveda plantar en el pie cavo idiopático.

También la comparación de los resultados obtenidos con los de dos tesis previas realizadas con igual metodología en pies normales y planos nos permitiría observar los distintos comportamientos en tres bóvedas plantares morfológicamente distintas, siendo el pie normal el punto de referencia de las otras dos deformidades.

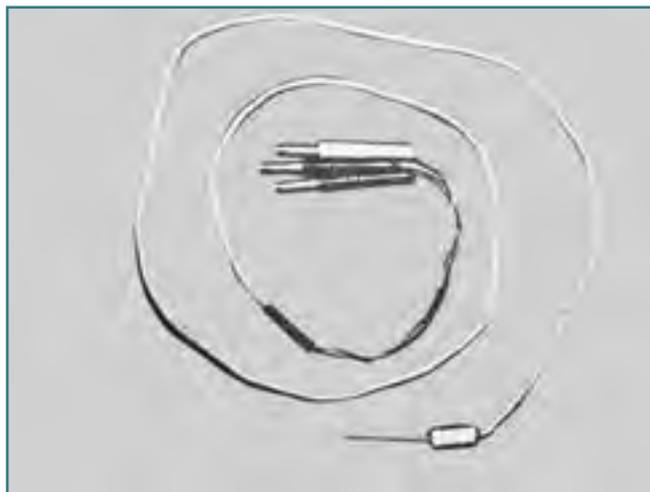
## SELECCIÓN DE PACIENTES

La identificación de los pies cavos idiopáticos se basó en la exploración del aparato locomotor y del pie: ortostatismo y marcha, examen al podoscopio y estudio fotopodográfico y radiografías con pies en carga de frente y de perfil.

Para descartar posibles cavos neurológicos larvados que pudieran confundirse con pies cavos idiopáticos, se procedió de la siguiente manera: historia familiar completa, que incluía hermanos y padres; especial anamnesis para detectar posibles enfermedades neurológicas (ejemplo: espina bífida, polio, etc.); radiografías de columna lumbar AP y L; y, en todos los casos, estudio de conducción nerviosa y electromiográfico.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se estudiaron electromiográficamente siete músculos de la pierna y pie, estando el sujeto en diversas posiciones estáticas y con variaciones en el plano de apoyo. Los músculos elegidos, como extrínsecos, fueron: peroneo lateral largo (PLL), tibial anterior (TA), tibial posterior (TP) y gemelo



**Figura 2. Electrodo de aguja coaxial tipo BRONK.**  
**Figure 2. BRONK-type coaxial needle electrodes.**

externo (GE), este último como testigo. Y como intrínsecos del pie: abductor del dedo gordo (ABG), abductor del quinto dedo (AB5°) y flexor corto plantar (FCP). La elección de estos músculos se basó en su supuesto protagonismo en el mantenimiento de la bóveda plantar.

Después de un estudio previo en el que se descartaron varios cavos neurológicos, cuyos antecedentes personales y familiares parecían exentos de enfermedades nerviosas y musculares, pero en los que el estudio de la velocidad de conducción sensitiva y motora mostró alguna alteración patológica, se pasó al estudio definitivo: 35 sujetos etiquetados con pies cavos idiopáticos, de los cuales 3 fueron descartados por surgir factores emocionales en los pacientes en el momento del estudio, que impidieron la obtención adecuada de los registros. Fueron así 32 los casos estudiados de forma completa y 3 de forma incompleta, lo que se tradujo en 2.211 registros electromiográficos. Para el estudio previo electromiográfico y electroneurológico (Hospital Central de la Cruz Roja de Madrid) se utilizó un electromiógrafo MEDELEC MS 6, de dos canales, con *averager* incorporado. Para la exploración electromiográfica del estudio definitivo (Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Cátedra de Anatomía. Prof. Dr. Gómez Oliveros), el electromiógrafo empleado fue un MYOCATHOR III tipo Alvar de tres canales, que permitía visualizar en pantalla los potenciales que se estaban desarrollando, permaneciendo aislado de cualquier interferencia externa, al estar ubicado dentro de una cámara de FARADAY. Los electrodos utilizados fueron de aguja coaxial tipo BRONK (Figuras 1 y 2). Los registros fueron clasificados siguiendo a Buchthal y Clemesenn en:

- Contracción nula.



**Figura 3. Pendiente bipodal para gemelo externo y peroneo lateral largo.**

**Figure 3. Bipodal slope for the external gastrocnemius and peroneus lateralis longus muscles.**

- Contracción débil.
- Contracción moderada.
- Contracción fuerte.

Estos resultados pudieron ser tratados estadísticamente, dando 0 para los trazados nulos, 1 para los débiles, 2 para los moderados y 3,4 para los fuertes (esta conversión se efectuó por recuento de *spikes* por unidad de tiempo, que fueron tratados estadísticamente). Las diversas posiciones estáticas se lograron primero con el individuo tumbado en decúbito supino sobre una camilla y la bipedestación sobre un plano normal, utilizando una tarima y un juego de tacos de madera, lo que permitió el registro en diversas posiciones (**Figura 3**). En total fueron:

- a) Reposo con sujeto tumbado en la camilla de exploración en decúbito supino.
- b) Bipedestación: apoyando los dos pies (bipodal) o un solo pie (monopodal),  $O_2-O_1$ .
- c) Ortostatismo: rampa de  $20^\circ$ , bipodal y unipodal,  $R_2-R_1$ .
- d) Ortostatismo: pendiente de  $20^\circ$ , bipodal y unipodal,  $P_2-P_1$ .
- e) Ortostatismo: inclinación medial de  $20^\circ$ , bipodal y unipodal,  $M_2-M_1$ .
- f) Ortostatismo: inclinación lateral de  $20^\circ$ , bipodal y unipodal,  $L_2-L_1$ .

La elección de los puntos adecuados no registró especial dificultad una vez estudiada convenientemente la anatomía de la sección por disección en cadáveres:

- El gemelo externo se pinchó en la porción más prominente de su cabeza.

- El peroneo lateral largo, a dos traveses de dedo por debajo de la cabeza del peroné.

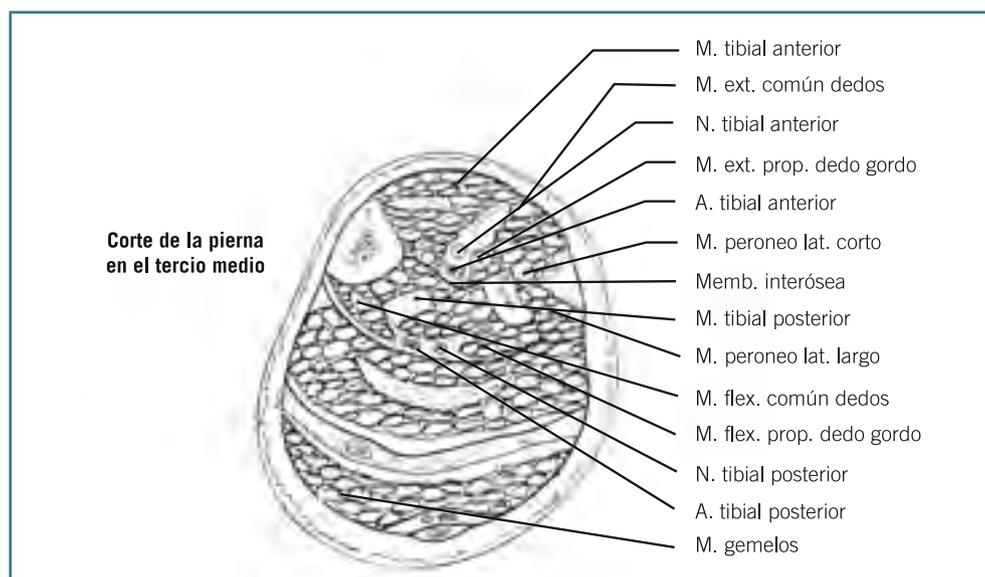
- El tibial anterior, en el tercio superior del mismo.

- El tibial posterior, en la unión de los tercios medio y distal de la pierna (**Figura 4**).

- El abductor del dedo gordo, a nivel de su origen, a tres traveses de dedo por debajo y uno por delante del maléolo interno.

- El abductor del quinto dedo, por detrás de la apófisis estiloides del quinto metatarsiano.

- El flexor corto plantar, en la planta inmediatamente por delante del límite anterior del talón (la tarima presentaba un pequeño orificio que permitía el apoyo del talón con el electrodo colocado).



**Figura 4. Anatomía topográfica de la pierna que muestra la localización profunda del músculo tibial posterior.**

**Figure 4. Topographic anatomy of the leg illustrating the deep location of the M. tibialis posterior.**

El estudio antropométrico se basó en una doble exploración radiológica y fotopodográfica. En la exploración radiológica se obtuvieron, en las radiografías de perfil de los pies en carga, los ángulos de Costa Bertani interno y externo. Con la exploración fotopodográfica se obtuvieron en los fotopodogramas los índices de Chippaux y los ángulos de Clarke, obteniéndose 276 valores radiológicos y fotopodográficos.

Todos los valores electromiográficos, radiológicos y fotopodográficos fueron analizados estadísticamente, calculando los parámetros de concentración y dispersión adecuados, determinando el valor medio, la desviación típica y desviación estándar, obteniendo un límite superior e inferior de confianza de un 95% de posibilidades de certeza. Se analizó el comportamiento global de la musculatura estudiada, utilizando el test de la  $\chi^2$ , así como el de la "t" de Student, el comportamiento individual de la musculatura estudiada y el comportamiento por posiciones. De igual forma, con los valores radiológicos y fotopodográficos se utilizaron el test de la "t" de Student y el coeficiente de correlación.

**RESULTADOS**

Derivados del:

a) Estudio electromiográfico del pie cavo idiopático (Figuras 5 y 6).

b) Estudio fotopodográfico y radiológico del pie cavo idiopático.

c) Estudio comparativo electromiográfico, fotopodográfico y radiológico entre pies normales -tesis doctoral de L.F. Llanos

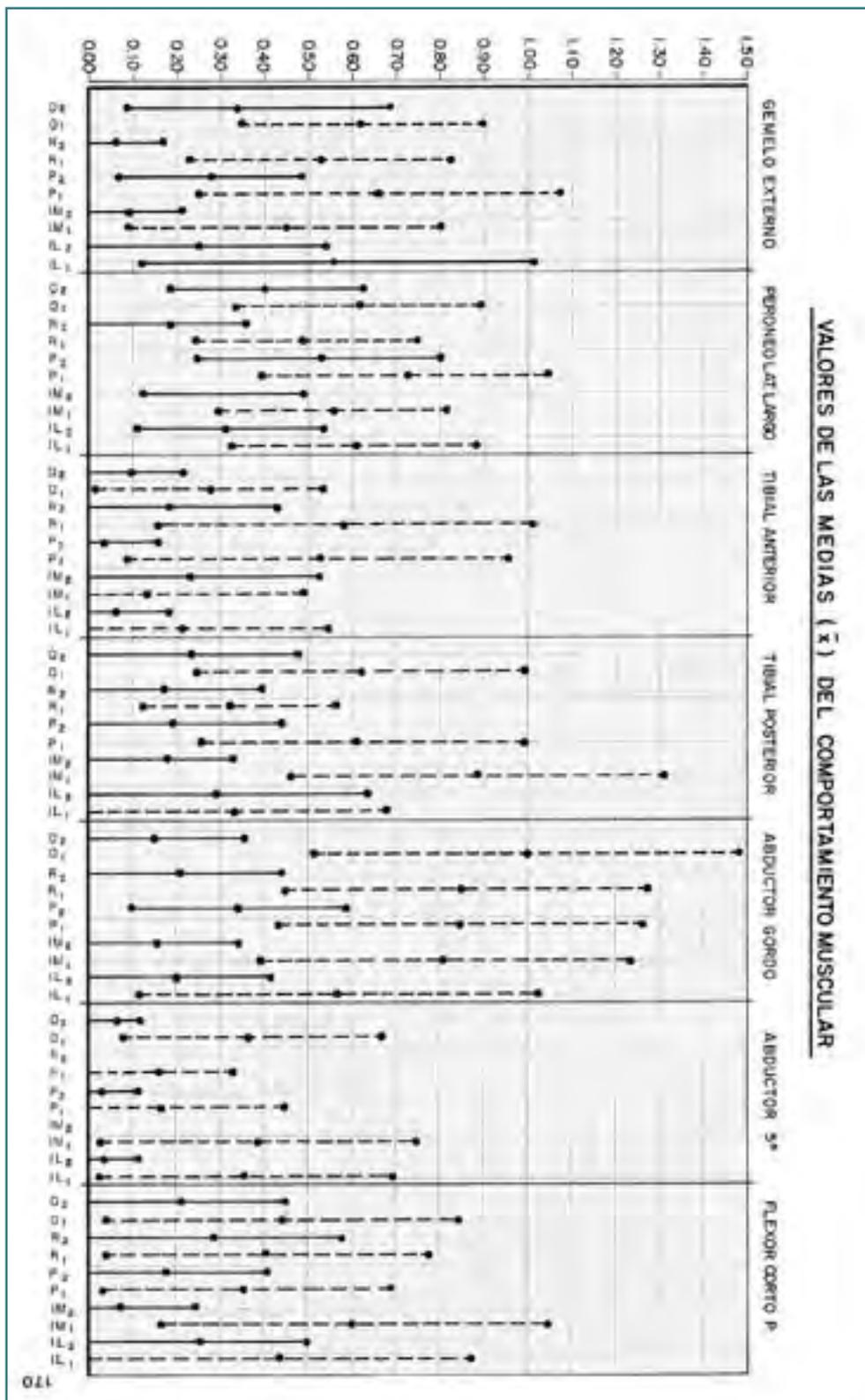
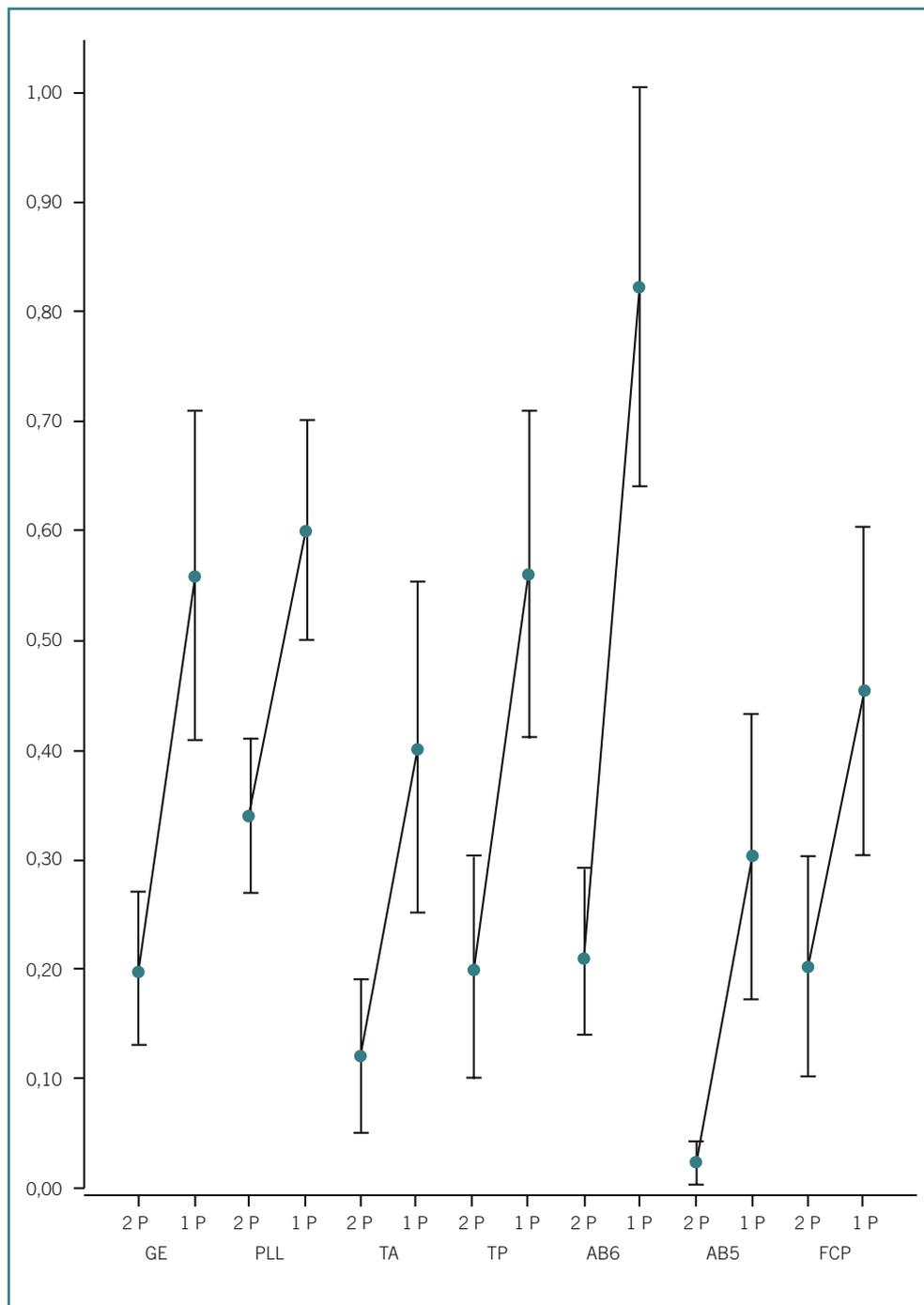


Figura 5. Valores de las medias (X) del comportamiento. Figure 5. Values of the X means of the muscular behaviour.



**Figura 6. Medias de los valores de EMG de cada músculo en apoyo unipodal y bipodal.**  
**Figure 6. Means of the EMG values for each muscle in unipodal and bipodal support.**

Alcázar (37)-; planos -tesis doctoral de M. Núñez-Samper Pizarroso (46)-; y cavos idiopáticos. En total se habían estudiado 38 pies normales, 50 planos y 35 cavos, obteniendo

cerca de 10.000 registros electromiográficos.

**CONCLUSIONES**

Entre las numerosas conclusiones finales destacan para el pie cavo idiopático:

a) La escasa actividad de la musculatura estudiada.

b) El aumento significativo de contracción muscular en el apoyo unipodal respecto al bipodal. La actividad muscular en el apoyo bipodal fue prácticamente nula.

c) El gran protagonismo del músculo abductor del dedo gordo, el de mayor contracción. Pensamos que la explicación de esta mayor actividad se debe en gran medida a su disposición anatómica *per se*, como si fuera la cuerda de un arco, y a su disposición anatómica topográfica, ya que está situado en el primer radio del pie, por lo que indudablemente recibe más carga, sobre todo en el apoyo unipodal (Figura 7).

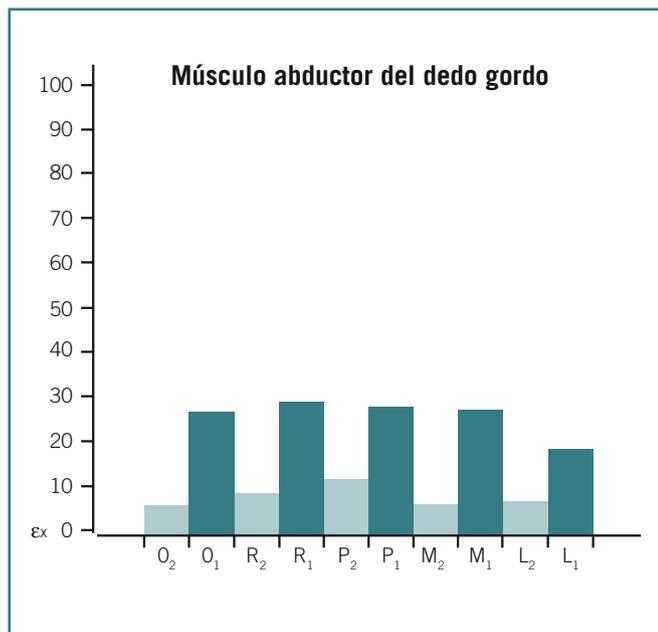
d) Le seguían en intensidad de contracción: el peroneo lateral largo, el gemelo externo, el tibial posterior, el flexor corto plantar y el tibial anterior.

e) El abductor del quinto dedo fue el músculo estudiado de menor contracción, casi nula.

f) Se obtuvieron los valores medios de los parámetros radiológicos y fotopodográficos, comparándolos entre sí y con los pies normales y planos.

g) Se establecieron las tablas de valoración según los índices de Chippaux y ángulo de Clarke, proponiéndolas de utilidad para la clasificación de pies normales, planos y cavos.

En el estudio comparativo del pie cavo idiopático con el normal y el plano, destacaron las siguientes conclusiones (Figura 8):



**Figura 7. Histograma del músculo abductor del dedo gordo.**  
**Figure 7. Histogram of the M. abductor digiti primi.**

1. La actividad de los músculos analizados se mantuvo escasa, pero presente en los tres tipos de pie.

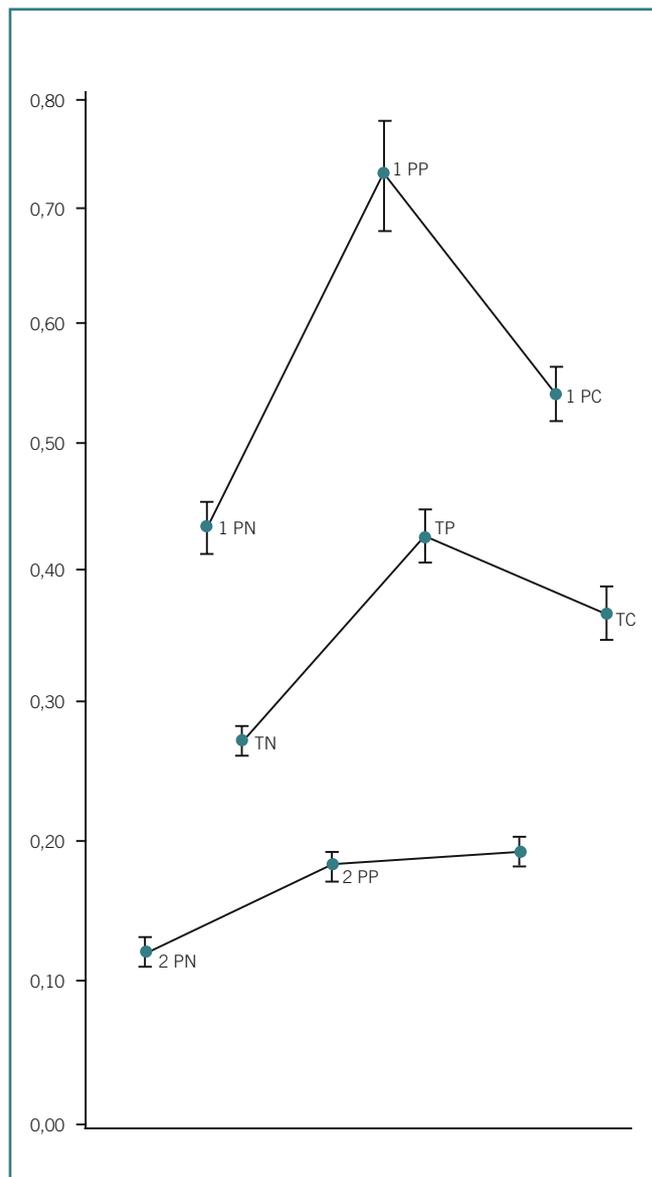
2. Por tanto, el elemento muscular interviene, junto con los elementos pasivos, en el mantenimiento de la bóveda plantar, aunque lo haga en un tanto por ciento muy bajo en el pie estático.

3. Al aumentar la sollicitación mecánica se produjo un aumento claro del componente muscular, manifestándose más fuertemente en los pies desestructurados, especialmente en el pie plano.

4. En apoyo unipodal, la contracción muscular, se duplicaba en los pies normales y cavos, y se triplicaba en el pie plano.

5. De todos los músculos estudiados, el abductor del dedo gordo se mostró como el protagonista de mayor relieve en el mantenimiento de la bóveda plantar, trabajando con parecida intensidad en los tres tipos de pie, lo que significa que su función es importante, con independencia del estado de la bóveda, hecho lógico considerando su situación anatómica. Es un factor de gran significado práctico en el tratamiento quirúrgico de la patología del antepié, recordando por ejemplo, en el *hallux valgus*, muy a menudo asociado con el pie plano, la malposición anatómica de dicho músculo y las consecuencias fisiopatológicas que esto tiene.

6. Los músculos abductor del quinto dedo y tibial anterior mantenían, en los tres tipos de pie, una actividad similar, consistente en su escasa participación en el mantenimiento



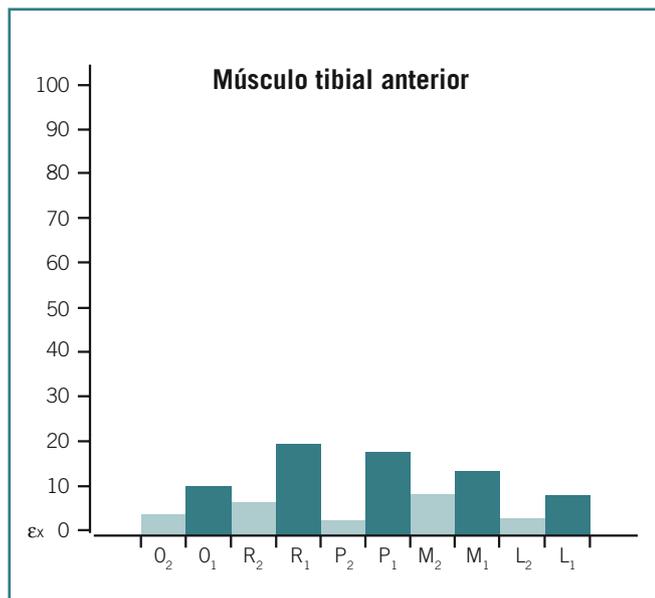
**Figura 8. Gráfica de las medias de valores totales de EMG de pies normales, planos y cavos.**

**Figure 8. Graph of the means of the total EMG values for normal, flat and cavus feet.**

de la bóveda en las posiciones estudiadas.

7. El músculo flexor corto plantar se contraía significativamente más en los pies planos que en los restantes. Su comportamiento en el pie cavo es parecido al del pie normal, si bien su actividad es menor.

8. El peroneo lateral largo, tibial posterior y gemelo externo mostraron un comportamiento distinto en los tres tipos de pie, estableciéndose una participación de menor a mayor en el pie normal, cavo y plano.



**Figura 9. Histograma del músculo tibial anterior.**  
**Figure 9. Histogram of the M. tibialis anterior.**

9. Como se ha visto, el comportamiento muscular del pie cavo idiopático y del pie plano tiene paradójicamente muchos más puntos en común que el de ambos con el pie normal. Creemos que la explicación de este hecho se debe, por una parte, al mecanismo general de defensa o adaptación, que hace que, independientemente del sentido de la deformación, se produzca una mayor participación muscular derivada del fracaso en su función de los elementos pasivos, fascias, ligamentos y huesos. El porqué de la similitud cualitativa del comportamiento muscular del pie cavo y el plano quizá se deba a que sus bóvedas, tan dispares a primera vista desde un punto de vista morfológico, no lo sean tanto desde un punto de vista arquitectural, ya que comparten una desviación en valgo de talón y una pérdida de la configuración en semibóveda que presenta el pie normal. Las bóvedas serían planas o excavadas, pero conformadas más paralelamente al plano frontal. La principal consecuencia de esto sería una sobrecarga de radio interno, lo que explicaría su mayor similitud en el comportamiento muscular. Recordamos ahora al Dr. A. Viladot, que en su libro *Patología del antepié*, y citando a Lelièvre, que fue el primero que lo describió en 1954, ya comentaba que el cavo idiopático o pie cavo valgo, en determinados casos, era una forma transicional hacia el pie plano.

10. Como colofón, del análisis por posiciones parece establecerse una función muscular más amplia que la entendida como mera mantenedora de la bóveda plantar en sentido estricto, actuando los músculos como tensores o vientos que defienden la bóveda plantar de cargas mal

aplicadas, al tiempo que estabilizan la columna articulada sustentadora del peso corporal, logrando un equilibrio eficaz con un mínimo gasto de contracción muscular. Un ejemplo de ello es el músculo tibial anterior en el pie cavo idiopático (**Figura 9**), que muestra globalmente una gran pobreza en su actividad; pero cuando la sollicitación se lo exige en una posición como la rampa unipodal, alcanza su máximo valor al contribuir a estabilizar el tobillo y el pie, centrando la carga y contrarrestando la tendencia al desplazamiento hacia atrás del centro de gravedad en dicha posición.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almenar Benages L. Cirugía del pie cavo. Revista Española de Cirugía Osteoarticular 1966; Año I. Tomo I, n.º 2. Valencia.
- Alvik I. Operative treatment of pes cavus. Acta Orth 1954; 23: 137.
- Anapol G. Mechanics in weak and flat feet. Amer J Surg 1929; 7: 256-8.
- Apuntes de la escuela oficial de podología. Universidad Complutense de Madrid.
- Basmajian JV, Bentzon J.W. An electromyographic study of certain muscles of the leg and foot in the standing position. Surg Gynec Obstet 1954; 98: 662-6.
- Basmajian JV, Stecko G. The role of muscle in arch support of the foot. An electromyographic study. J Bone Joint Surg 1963; 45-A (6): 1184-90.
- Basmajian JV. Muscles alive. Their functions revealed 6 and electromyography. Baltimore: The Williams and Wilkins Co.; 1967. pp. 223-42.
- Bertrand P, Ingelrans. Symposium sur le pied Creux Essentiel. XXXIV Reunion Annuelle de la Société Française D'Orthopedie et de Traumatologie. Rev Chir Orthop 1967; 53 (5).
- Boule H, Olivier G. Anatomie Anthropologique. Vigot Freres Edit; 1965. p. 370.
- Brockway A. Surgical correction of Talipes Cavus Deformities. J of Bone and Joint 1940; 22A: 81.
- Buchta L F, Clemensen SV. On the differentiation of muscle atrophy by electromyography. Act Psychiat Et Neurol 1941; 16: 143-81.
- Ciriaux EF. Some new facts in the anatomy of certain movements. J Anat Lond 1917; 12: 396-9.
- Conrad RW, Irwin CE, Guckerwray JB. Importance des muscles plantaires dans le pied varus paralytique. J Bone Jt Surg 1956; 38A: 563-6.
- Duchambre, Lereboullet. Dictionnaire Encyclopedique des Sciences Medicales. 1866.
- Duchenne GB. Physiologie des mouvements. Bailliére; 1867.
- Duchenne GB. Physiologie of motion. Filadelfia: J.B. Lippincot Co.; 1949.

- Dunn HL. The statics of the human arch when subjected to body weight. *Mil Surg* 1923; 52: 567-628.
- Garceau GJ. *Pes Cavus*. Instructional Courses 1961: 184.
- Gaunel CH, Delagoutte JP. *Pied Creux*. Enciclopedia Médico-Quirúrgica; 1982. 15710 A.
- Giannestras NJ. *Foot disorders*. Filadelfia: Lea and Febiger; 1973.
- Gómez Oliveros L. *Lecciones de Anatomía Humana*. Tomo I, Fasc. 2. Anatomía General. Madrid: Marban; 1960.
- Gómez Pellico L, Llanos Alcázar LF. Los factores activos de la bóveda plantar. Análisis electromiográfico. *Rev de Ortop y Traum* 1973; XVII-113 (10): 121-8.
- Gottlieb A. Flat foot and its relation to the triceps surac muscle. *Amer J Phys Therapy* 1932; 8: 321-3.
- Harris RI, Beath T. Hypermobile flat-foot with short tendo achillis. *J Bone Joint Surg* 1948; 30-a: 116-40.
- Henderson MS. The human foot. Functional development and weaknesses. *Minnesota Medicine* 1933; 16: 323-9.
- Hendrix G. Pathogenie des deformations statique des voutes de pied. *Bull de la Soc Belge D'Orth* 1934; 6 (3).
- Jones RL. The human foot. An experimental study of its mechanics and the role of its muscle and ligaments in the support of the arch. *Am J Anat* 1941; 68: 1-39.
- Kapandji IA. Cuadernos de fisiología articular. Edición Española. Toray-Masson, S.A.; 1970. Cuaderno segundo.
- Kapandji IA. Anatomie fonctionelle de L'arriere-pied. *Actualités de Medicine et de Chirurgie de Pied*. T. XI.
- Kaplan M. Flat foot: a consideration of the anathomy an physiology of the normal foot, the pathology and mechanism of flan foot with the resulting. Roentgen manifestations. *Radiology* 1935; 25: 485-91.
- Keith A. The history of the human foot and its bearing on orthopaedic practice. *J Bone Joint Surg* 1929: 11-32.
- Koenigswald GHRW. *Historia del hombre*. Alianza Editorial; 1960.
- Le Coeur Pol. Symposium sur le Pied Creux Essentiel. XXXIV Reunion Annuelle de la Société Française d'Orthopedie et de Traumatologie. *Rev Chir Orthop* 1967; 53 (5).
- Lelièvre J. Notes sur de pied creux essential. *Gazette Medicale de France* 1954: 61. París.
- Lelièvre J. *Pathologie du pied*. 2.ª edición. París: Masson; 1961.
- Lovett, Jones. Citado por Guijarro en *Anales Casa Salud Valdecilla* 1954; 15: 725.
- Llanos Alcázar LF. El soporte muscular de la bóveda plantar estática. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid; 1975.
- Llanos Alcázar LF, Gómez Pellico L. Importancia de la musculatura plantar como soporte activo de los arcos del pie. *Arch Fac Med* 1976; XXX (6): 373-90.
- Llanos Alcázar LF, Núñez-Samper M, Gómez Pellico L. Corrección estadística entre el fotopodograma y los ángulos radiológicos de Costa Bertani. Comunicación presentada al VI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina y Cirugía del Pie. 1976. Zaragoza.
- Mann R, Inman V. Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. *J Bone Joint Surg* 1964; 46-A3: 469-81.
- Meary R. Symposium sur le Pied Creux Essentiel. XXXIV Reunion Annuelle de la Société Française d'Orthopedie et de Traumatologie. 1967. *Rev Chir Orthop* 1968; 53 (5).
- Moreau J, Costa Bertani. Estudio radiológico y clínico del pie plano. *Roentgen* 1939; 2 (1): 4-38.
- Morton DJ. Structural factors in static disorders of the foot. *Am J Surg* 1930; 9: 315-26.
- Morton DJ. *The human foot, its evolution, physiology and functional disorders*. Nueva York: Columbia University Press; 1935.
- Naponiello LV. An electromyographic study of certain leg muscles in the easy standing position. *Amer Ass Anat* 1957; 127: 339-40.
- Núñez-Samper M. Análisis anatómico-funcional y estadístico de los sistemas estáticos de la bóveda plantar del pie plano. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid; 1979.
- Ombredanne. *Precis clinique et operatoire de chirurgie infantile*. 4.ª edición. Masson; 1944.
- Orts Llorca F. *Anatomía Humana*. 2.ª edición. Editorial Científico-Médica; 1959. Tomo I.
- Piaggio Blanco RA, Ramírez F. Aspectos neurológicos del pie cavo. *Arch Urug de Med Cir y Especialidades* 1946; 28: 134.
- Reverte Coma JM. *Antropología Médica*. Madrid: Rueda 1981.
- Roig Puerta J. Estudio de la trabeculación del astrágalo. *Barcelona: Separata de Barcelona Quirúrgica* 1959; 3 (2).
- Roig Puerta J. *Biomecánica Astragalina*. Barcelona: Separata de Barcelona Quirúrgica 1959; 3 (3).
- Sidenney Licht. *Electrodiagnóstico y electromiografía*. 1.ª edición española. Barcelona: Jims 1979.
- Smirak J. Contribución a la problemática de los pies planos en la juventud escolar y trabajadora. *Acta Univ Pal Olm Biol* 1960; Suppl I.
- Smith JW. Muscular Control of the Arches of the foot in standing. *J Anat Lon* 1954; 88: 152-63.
- Steindler A. *Mechanics of normal and pathological locomotion in man*. Springfield: C Thomas; 1935. III.
- Suzuki N. An electromyographic study of the rol of muscle in arch support of the normal and flat-foot. *Nagoya Med J* 1972; 17: 57-79.
- Tachdjian *Ortopedia Pediátrica*. 1.ª edición española. Interamericana; 1976.
- Viladot A, Troncoso J. Metatarsalgia. Ponencia al X Congreso Nacinal de la SECOT. 1964. *Rev Ortop Traum*: 9-18.
- Viladot Pericé A. *Patología del antepié*. Barcelona: Toray, S.A.; 1975.
- Willis TA. The function of the long plantar muscles. *Surg Gyn and Obs* 1935; 60: 150-6.