

A.L. Rodríguez Fernández<sup>1</sup>

M.A. Nectalí Torrijos<sup>2</sup>

R. de Cea Arenas<sup>2</sup>

J. Martín Abad<sup>2</sup>

A. Benito Sánchez<sup>2</sup>

L. Álvarez Martín<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapeuta. Profesor  
Colaborador del Departamento  
de Fisioterapia de la Facultad de  
Ciencias Experimentales y de la  
Salud de la Universidad San  
Pablo-CEU.

<sup>2</sup> Estudiantes 3.<sup>o</sup> de Fisioterapia.  
Universidad San Pablo-CEU.

**Correspondencia:**  
M.A Nectalí Torrijos  
C/Valmojado, 293, 5.<sup>o</sup> 3  
28047 Madrid

## Datos normativos para la elongación del músculo tríceps sural mediante goniometría

*Normative data for elongation  
of the triceps surae muscle  
by goniometry*

### RESUMEN

**Objetivos.** En primer lugar estudiar la extensibilidad del Tríceps Sural mediante un método sencillo que puede ser fácilmente reproducido en clínica. En segundo lugar, establecer los valores normativos de la extensibilidad activa y pasiva, por edades y sexo.

**Material y métodos.** El estudio ha sido realizado con una muestra de 31 sujetos (18 hombres y 13 mujeres) de edades comprendidas entre los 8 y 45 años (media de 21,87 años) siendo todos diestros.

Las mediciones se tomaron en el tobillo del lado dominante con un goniómetro graduado de 0°-180°. Se tomaron medidas de la posición de referencia y de las posiciones de máxima flexión dorsal activa y pasiva, los valores de extensibilidad se obtuvieron mediante la resta entre ambas posiciones.

Se realizó un estudio estadístico de medias y desviaciones típicas así como un análisis de la varianza para conocer la significación de los datos mediante el programa Statgraphics Plus v.5.0.

### ABSTRACT

**Objectives.** Firstly to study the extension of the Triceps Surae using a method that can be simply and easily reproduced in clinics and, secondly to establish standard values of active and passive extension by age and sex.

**Material and method.** The study was carried out using a sample of 31 right-handed subjects (18 male and 13 female) between the ages of 8 and 45 (average age 21.87 years).

The measurements were taken on the dominant ankle with a goniometer graduated from 0°-180°.

Measurements were taken in the reference position and in the positions of maximum dorsal active and passive flexion, the value being obtained by subtraction of the difference between the two positions.

Using the programme Statgraphics Plus v 5.0 a statistical study of the mean and typical deviations was performed in addition to a variance analysis to ascertain the statistical significance of the measurement data.

- 36 **Resultados.** La media de elongación activa de la muestra es de 39° y de la elongación pasiva de 61,1° siendo la diferencia significativa con una  $p = 0,0000$ . Se encontraron diferencias significativas tanto en las medias de elongación activa así como en la pasiva en personas menores de 20 años respecto a los mayores de esa edad ( $p = 0,0000$  y  $p = 0,0017$  respectivamente). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medias de elongación activa y pasiva entre hombres y mujeres ( $p = 0,9762$  y  $p = 0,3203$  respectivamente). Destacan las diferencias de elongación activa entre hombres y mujeres mayores de 20 años con unas desviaciones típicas muy pequeñas y una significación estadística grande ( $p = 0,0000$ ). **Conclusiones.** Se presenta un método sencillo para evaluar la extensibilidad del Tríceps Sural en la práctica diaria del fisioterapeuta. El método pasivo mide mejor la extensibilidad ya que no hay influencia del grado de fuerza de la musculatura de la cara anterior de la pierna. El uso de tacones disminuye ostensiblemente la extensibilidad de las mujeres respecto a los hombres pudiendo producirse gran cantidad de lesiones a consecuencia de ello.

## PALABRAS CLAVE

Tríceps Sural; Goniometría; Extensibilidad muscular.

## INTRODUCCIÓN

La práctica profesional de la Fisioterapia exige una metodología de intervención para asegurar el rigor de la misma<sup>1</sup>. Dentro de esta metodología el primer paso es la valoración analítica y funcional del paciente.

Para la realización de la valoración, el fisioterapeuta dispone de varios medios, desde la inspección visual hasta los más avanzados sistemas de medición isocinética, algometría, goniometría digital, etc. Pasando por sistemas instrumentales muy sencillos que por ello mismo, son los más utilizados en la consulta diaria.

**Results.** *the mean active elongation of the sample is 39° and the passive elongation 61.1°, with a significant difference of  $p = 0.0000$ .*

*Significant differences were observed in the mean of active and passive elongation in people under 20 years in comparison to people over 20 years ( $p = 0.0000$  and  $p = 0.0017$  respectively).*

*Significant statistical differences in the mean of the active and passive elongation in males and females were not found ( $p = 0.9762$  and  $p = 0.3203$  respectively).*

*The differences between the active elongation in males and females over 20 years with a small typical deviations and great statistical significance were greater than expected ( $p = 0.0000$ ).*

**Conclusions.** *The study presents a simple method to evaluate the extension of the Triceps Surae in the daily practice of the physiotherapist.*

*The passive method better measures the extension since there is no influence of the degree of strength of the anterior musculature of the leg.*

*The use of high-heeled shoes clearly reduces the extension in women and can result in a large number of injuries.*

## KEY WORDS

*Triceps Surae; Goniometer; Muscular extension.*

Estos sistemas son, dentro del campo de la valoración de la movilidad articular básicamente dos: la cintometría y la goniometría<sup>2</sup>.

Pero a la vez que nos permiten conocer los rangos de movilidad articular sin influencia de las estructuras extraarticulares, estos mismos sistemas nos pueden dar una información objetiva sobre la extensibilidad muscular. Eso es lo que pretendemos realizar en este estudio, por un lado mostrar un método sencillo de objetivación de la extensibilidad del Tríceps Sural fácilmente aplicable en clínica y por otro, presentar una serie de datos normativos sobre estas mediciones diferenciados por edad y sexo.

## ANATOMÍA DEL TRÍCEPS SURAL<sup>3,4</sup>

El Tríceps Sural constituye una masa muscular voluminosa que forma los dos primeros planos del compartimento posterior de la pierna.

Toda la masa está dispuesta en dos capas distintas, una superficial formada por las cabezas de los Gemelos Interno y Externo y otra profunda compuesta por el músculo Soleo.

el organismo y comienza a formarse en la unión entre el tercio medio y el distal de la pierna. Su forma es más o menos cilíndrica con un estrechamiento central que da paso al ensanchamiento previo a su inserción en los dos tercios posteriores del calcáneo del que se encuentra separado en parte por la bolsa Aquilea.

La inervación de ambos músculos deriva de las raíces S1-S2 del plexo sacro corriendo a cargo del nervio Tibial Posterior.

### Músculo sóleo

Se inserta proximalmente en el tercio superior de la región posterior del peroné, membrana interósea y tercio medio de la región posterior de la tibia, justo por debajo de la línea oblicua de la misma.

Las fibras musculares se agrupan para formar un grueso tendón que se unirá a los de los Gemelos.

Debido a que no cruza la articulación de la rodilla, el músculo Soleo tiene como función la flexión plantar de la articulación tibioperoneoastragalina con un ligero componente de supinación de la articulación subastragalina<sup>5</sup>.

### Músculos gemelos

Su inserción superior se produce justo por encima de los casquitos condíleos de la cápsula articular de la rodilla en su región posterior, el Gemelo externo se origina en el cóndilo externo y el Gemelo Interno sobre el cóndilo interno.

Las fibras musculares se agrupan a nivel de la interlínea articular de la rodilla, y forman un único músculo que unirá su tendón al del Soleo a nivel del tercio medio de la pierna aunque el Gemelo Interno siempre desciende más que el externo (fig. 1). Al cruzar la articulación de la rodilla, los Gemelos añadirán al componente descrito antes para el Soleo un componente de Flexión de rodilla.

### Tendón de Aquiles

Es el nombre que recibe el tendón conjunto del músculo Tríceps Sural, es el tendón más grande de todo



Fig. 1. Anatomía de músculo Tríceps Sural.

## 38 LIMITACIÓN DE LA FLEXIÓN DORSAL DEL TOBILLO

Las estructuras que limitan la flexión dorsal del tobillo se pueden dividir en tres tipos<sup>6</sup>:

– *Factor óseo*: consiste en el choque entre la cara superior del astrágalo con el margen anterior de la superficie tibial.

– *Factor capsuloligamentoso*: mediante la tensión de la parte posterior de la cápsula articular así como de las porciones posteriores de los ligamentos laterales.

– *Factor muscular*: mediante la resistencia de los músculos flexores plantares del tobillo, cuyo máximo exponente es el Tríceps Sural.

Los factores óseo y capsuloligamentoso predominarán en la flexión dorsal con la rodilla flexionada y el factor muscular lo hará con extensión de rodilla, este hecho será el que aprovechemos para la realización de las mediciones que nos interesan.

## PROPIEDADES ELÁSTICAS DEL MÚSCULO

Clásicamente, se considera al músculo compuesto por tres componentes, según el modelo de Hill<sup>5,7,8</sup>:

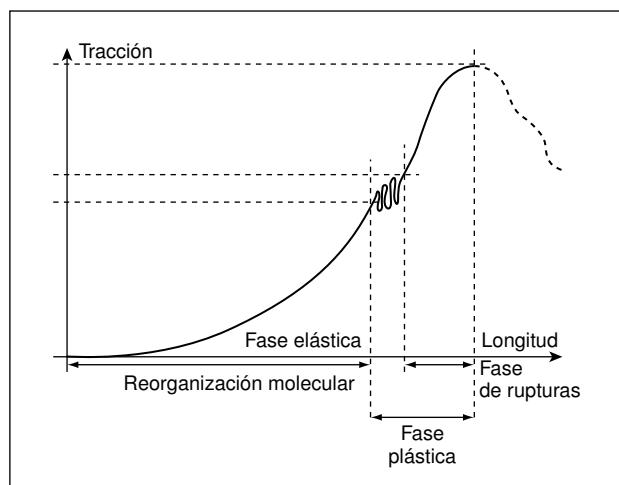


Fig. 2. Curva que representa el comportamiento del tejido muscular frente a un estiramiento analítico.

– *Componente contráctil (CC)*: formado por las sarcómeras compuestas estructuralmente por las proteínas de actina y miosina.

– *Componente Elástico en Paralelo (CEP)*: formado por todas las capas envoltorias de tejido conectivo (endomiso, perimisio y epimisio).

– *Componente Elástico en Serie (CES)*: formado por las bandas Z de las sarcómeras y los tendones.

La medición de las propiedades viscoelásticas del músculo Tríceps Sural conlleva la realización de valoraciones muy complicadas con aparatos bastante avanzados tales como ergómetros, sistemas de vibración libre y otros similares. Las mediciones permiten conocer el comportamiento biomecánico y la capacidad de absorción y desarrollo de energía en estático, marcha, carrera o salto<sup>7,9</sup>.

Lo que nos puede interesar a la hora de realizar los estiramientos bien sea para valorar así como para tratar, son una serie de conclusiones que se desprenden de trabajos de la índole de los comentados arriba<sup>5</sup>:

– Las propiedades viscoelásticas de un músculo se pueden representar en forma de curva (fig. 2) con las siguientes fases:

- Fase elástica que aparece tanto en el método de elongación activo como pasivo.

- Fase plástica o de deformación en la que la tensión modifica la estructura tisular.

- Fase de ruptura que correspondería con la lesión causada por el estiramiento, generalmente se alcanza en los estiramientos pasivos por no ser controlado por el propio paciente.

– Debido al sarcoplasma, las propiedades viscoelásticas del componente contráctil son similares al funcionamiento de un amortiguador de forma que existe un periodo refractario entre el alargamiento y la vuelta a la posición inicial llamado histéresis, del cuál nos aprovecharemos para conseguir aumentar la extensibilidad muscular en sucesivas sesiones<sup>10</sup>.

– La mayor parte de la extensibilidad se producirá gracias al CC ya que los CES y CEP tienen una extensibilidad mucho menor, en torno al 10 % para el tendón debido a la configuración de las fibras de colágeno y a la poca cantidad de agua que hay en su interior<sup>11</sup>.

– Las propiedades viscoelásticas van a variar en función del tono muscular y del estado de irrigación del músculo<sup>7</sup>. Por ello para las mediciones hemos elegido sujetos sin ningún tipo de patología en las articulaciones implicadas y en situación de reposo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio ha sido realizado con una muestra de 31 sujetos (18 hombres y 13 mujeres) de edades comprendidas entre los 8 y 45 años (media de 21,87 años) siendo todos diestros.

Las mediciones se realizaron en el tobillo del lado dominante con un goniómetro de rama graduado de 0-180°.

Para conocer el grado de extensibilidad del Tríceps Sural, colocamos al paciente en posición prona con el pie sobresaliendo por el borde de la camilla (fig. 3). Es importante tener en cuenta que no interesa realizar una valoración con la rodilla en flexión ya que eliminaríamos la tensión de los gemelos y así los datos sólo expresarían el rango de movilidad articular sin intervención del componente muscular que precisamente es el que queremos valorar<sup>2</sup>. La posición elegida mantendrá la rodilla extendida por la influencia de la fuerza de la gravedad.

### Puntos de referencia

Los puntos de referencia que se deciden tomar son externos (fig. 4) por la fácil localización de los mismos y para evitar la posible influencia de las variaciones causadas por las distintas formas del arco longitudinal interno. El eje de movimiento se encuentra en los extremos inferiores de los maleolos y está inclinado unos 8° en el plano frontal pero, a medida que se realiza la flexión dorsal del tobillo, el eje se horizontaliza<sup>6</sup> dejando el centro de giro localizado en el astrágalo<sup>12</sup>. Por ello se puede utilizar el vértice del maleolo externo como pivote del movimiento. Sobre este primer punto de referencia se sitúa el fulcro del goniómetro.

El segundo punto de referencia será la cabeza del peroné. La rama fija del goniómetro deberá coincidir con la línea que va desde el primer punto de referencia al segundo (fig. 4).



Fig. 3. Posición de partida para la realización de la medición.



Fig. 4. Puntos de referencia externos, las líneas indican la posición de los brazos del goniómetro.

La tercera referencia será la apófisis estiloides del quinto metatarsiano, de fácil localización en el borde externo del pie. La rama móvil del goniómetro deberá coincidir con la línea que une el primer punto de referencia con el tercero (fig. 4).

### Posición de referencia

La posición de referencia será aquella en la que se encuentre el tobillo con la masa muscular en total relajación estando el paciente en decúbito prono con el pie fuera de la camilla.

- 40 Esta posición suele ser de ligera flexión plantar debido al tono basal de la musculatura posterior de la pierna e indica la posición de máximo acortamiento en situación de reposo del paciente (fig. 3).

Si utilizáramos la posición de referencia para la medición articular o posición anatómica<sup>2,6</sup>, comenzaríamos la medición en un estado de pretensión que falsearía los resultados finales para valorar la extensibilidad del Tríceps Sural.

### Métodos de medición

La realización de las mediciones se harán siguiendo un método pasivo y otro activo para conocer la diferencia que existe entre ambas medidas en sujetos sanos.

– Método pasivo: Con el sujeto en decúbito prono y el pie al borde de la camilla. El Fisioterapeuta se coloca hacia el lado del músculo a medir y sujetla con la primera comisura interdigital la rama fija del goniómetro a la vez que el calcáneo. La otra mano será la que mueva la rama móvil del goniómetro. La flexión dorsal la realizará el fisioterapeuta con la ayuda de su muslo que queda colocado en la planta del pie (fig. 5).

– Método activo: La posición será la misma que para el método pasivo pero ahora el fisioterapeuta tendrá ambas manos libres para sujetar el goniómetro y medir el ángulo de flexión dorsal del pie (fig. 6).



Fig. 5. Elongación con el método pasivo.

Se pedirá al sujeto que realice una flexión dorsal activa del pie y el fisioterapeuta medirá el ángulo final del movimiento.

Tanto en un método como en el otro se realizó una medición en la posición de referencia y otra en la posición final tras someter al tobillo a una flexión dorsal máxima.

La extensibilidad queda reflejada en grados angulares como la resta entre la gradación en posición de referencia y la gradación en posición final siempre con valores positivos.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el programa Statgraphics Plus v.5.0.

Se estudiaron las medias y desviaciones típicas (DT) de las mediciones de la elongación activa y pasiva para todo el grupo así como por edades (dividiendo el grupo en  $<= 20$  años y  $> 20$  años) y sexo.

Se realizaron análisis de la varianza (ANOVA) para estudiar la significación estadística de las diferentes medidas (nivel de significación de  $p = 0,05$ ).

### RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados de la recogida de datos en los 31 sujetos estudiados.



Fig. 6. Elongación con el método activo.

**Tabla 1.** Datos generales de la muestra estudiada

	Edad	Sexo	Elongación activa	Elongación pasiva
Sujeto 1	10	Hombre	32°	44°
Sujeto 2	11	Hombre	42°	68°
Sujeto 3	10	Hombre	50°	72°
Sujeto 4	8	Hombre	60°	82°
Sujeto 5	10	Hombre	60°	80°
Sujeto 6	11	Hombre	46°	70°
Sujeto 7	16	Hombre	42°	66°
Sujeto 8	15	Hombre	44°	66°
Sujeto 9	17	Hombre	36°	62°
Sujeto 10	18	Hombre	38°	58°
Sujeto 11	17	Hombre	40°	62°
Sujeto 12	20	Hombre	23°	36°
Sujeto 13	21	Hombre	28°	55°
Sujeto 14	21	Hombre	33°	65°
Sujeto 15	25	Hombre	31°	64°
Sujeto 16	33	Hombre	37°	64°
Sujeto 17	45	Hombre	24°	62°
Sujeto 18	45	Hombre	35°	64°
Sujeto 19	12	Mujer	62°	82°
Sujeto 20	15	Mujer	54°	76°
Sujeto 21	15	Mujer	52°	80°
Sujeto 22	19	Mujer	56°	84°
Sujeto 23	18	Mujer	50°	78°
Sujeto 24	25	Mujer	30°	40°
Sujeto 25	24	Mujer	27°	37°
Sujeto 26	19	Mujer	35°	53°
Sujeto 27	45	Mujer	38°	43°
Sujeto 28	45	Mujer	20°	40°
Sujeto 29	31	Mujer	22°	40°
Sujeto 30	36	Mujer	34°	52°
Sujeto 31	21	Mujer	28°	48°

La media de extensibilidad del Tríceps Sural para la muestra con las DT se muestran en la tabla 2. Hay diferencias significativas entre las mediciones activas y pasivas para la muestra ( $p = 0,0000$ ).

La tabla 3 muestra la media y DT de las mediciones de la EA respecto a los grupos de edades dividiendo la muestra en sujetos de hasta 20 años incluidos y de más de 20 años. Hay diferencias significativas entre ambos grupos de edades ( $p = 0,0000$ ).

La comparación entre los dos grupos de edades en las mediciones realizadas con EP se observa en la tabla 4.

**Tabla 2.** Datos estadísticos de la muestra

	Elongación activa	Elongación pasiva
Nº sujetos	31	31
Media	39°	61,1°
Desviación típica	11,9°	14,7°

**Tabla 3.** Datos estadísticos de la elongación activa por grupos de edades

	≤ 20 años	> 20 años
Nº sujetos	18	13
Media	45,7°	29,8°
Desviación típica	10,7°	5,6°

**Tabla 4.** Datos estadísticos de la elongación pasiva por grupos de edades

	≤ 20 años	> 20 años
Nº sujetos	18	13
Media	67,7°	51,8°
Desviación típica	13,56°	11,04°

**Tabla 5.** Datos estadísticos de la elongación activa por sexo

	Hombres	Mujeres
Nº sujetos	18	13
Media	38,9°	39,1°
Desviación típica	10,5°	14,1°

También se aprecia una significación estadística entre las distintas edades ( $p = 0,0017$ ).

Sin embargo, no hay ningún tipo de diferencia significativa entre hombres y mujeres de la muestra (tablas 5 y 6) tanto para las medidas de las EA ( $p = 0,9762$ ) como de las EP ( $p = 0,3203$ ).

42

**Tabla 6.** Datos estadísticos de la elongación pasiva por sexo

	Hombres	Mujeres
Nº sujetos	18	13
Media	63,3°	57,9°
Desviación típica	10,9°	18,8°

**Tabla 7.** Datos estadísticos de la elongación pasiva en sujetos mayores de 20 años por sexo

	Hombres	Mujeres
Nº sujetos	6	7
Media	62,3°	42,9°
Desviación típica	3,72°	5,3°

Los resultados de las mediciones de la elongación pasiva en sujetos de más de veinte años comparando entre sexos se aprecian en la tabla 7 con una gran significación entre hombres y mujeres ( $p = 0,0000$ ).

## DISCUSIÓN

Examinando distintos textos de biomecánica y valoración articular podemos observar que se atribuye a la flexión dorsal de tobillo un valor de unos  $20^{\circ}$ <sup>2,12-14</sup> pero siempre en mediciones con flexión de rodilla, lo cuál no puede hacer comparables los resultados nuestros con los de estos autores. Muy interesante es el trabajo de Guerrero y Avilés<sup>15</sup> por el método de medición realizado en bipedestación con un dispositivo goniométrico especial, pero el objetivo de este estudio difería bastante del nuestro ya que sus cálculos también iban encaminados a la medición articular. En la clínica la desventaja que vemos de este método de medición es la limitación de su aplicación en caso de pacientes que todavía no estén en condiciones de apoyar el pie en el suelo.

Hay autores que muestran las desviaciones que se suelen observar durante la goniometría de esta articulación, así pues Kapandji<sup>4</sup> habla de unos  $10^{\circ}$  de desviación, Miralles de  $7,5^{\circ}$  y Viladot et al. de unos  $5^{\circ}$ <sup>12</sup>.

Si realmente se quiere valorar la extensibilidad del Tríceps Sural, hay que utilizar una posición de partida en la que el músculo se encuentre en total relajación y sujetar el peso del pie contra la fuerza de la gravedad, además para la realización de la prueba hay que producir la máxima elongación a través de todas las articulaciones que cruza el músculo. Por ello la prueba sólo tiene validez si se hace en extensión de rodilla.

Genot et al.<sup>2</sup> hacen referencia a la diferenciación entre hombres y mujeres a la hora de la goniometría articular del tobillo siempre mostrando medias mayores para las mujeres con independencia de los tipos de contactos y referencias que toma en las mediciones (diferencia de medias entre  $4,5^{\circ}$  y  $5,5^{\circ}$ ). En este aspecto nuestros resultados, siempre con la salvedad de que no miden datos articulares sino musculares, muestran diferencias de  $0,2^{\circ}$  para la EA a favor del sexo femenino y de  $5,4^{\circ}$  a favor del sexo masculino para la EP no siendo ninguna de estas diferencias significativas según el ANOVA.

Debido a que la EA queda siempre influenciada por la fuerza del grupo muscular agonista de la cara ventral de la pierna, debemos considerar siempre más fiables los resultados de las mediciones de la EP cara al estudio de la extensibilidad muscular del Tríceps Sural. En este punto llaman la atención los resultados que se recogen al comparar la EP de hombres y mujeres a partir de 20 años de edad. La media de  $62,3^{\circ}$  ( $DT = 3,72^{\circ}$ ) para los hombres y de  $42,9^{\circ}$  ( $DT = 5,3^{\circ}$ ) para las mujeres con un valor  $p = 0,0000$  muestran una clara diferencia de extensibilidad a favor de los hombres que se contrapone a lo que comentan en general los autores<sup>5,11,16</sup> la explicación a este hecho particular de nuestro estudio es que las mujeres mayores de 20 años suelen utilizar tacón más alto que los hombres de su mismo rango de edad provocando grandes acortamientos y pérdidas de extensibilidad en el Tríceps Sural que pueden repercutir en distintos segmentos corporales.

## CONCLUSIONES

1. El método expuesto en este trabajo para la medición de la extensibilidad del Tríceps Sural es sencillo y rápido en la aplicación clínica.

2. Es importantísimo comenzar la medición desde una posición de partida en la que el músculo se encuentre en reposo y sujetando el peso del pie con la rodilla extendida para elongar todos los componentes del músculo.
3. Para la medición de la extensibilidad del Tríceps Sural, es más fiable el cálculo de la elongación pasiva debido a que no hay ningún tipo de influencia de la fuerza del grupo flexor dorsal sobre el valor final de la medición.
4. Existen diferencias significativas entre las mediciones activas y pasivas para todas las edades y en ambas mediciones para los grupos de edades estudiados disminuyendo los valores con la edad.

5. En edad adulta, se aprecia una disminución significativa de la extensibilidad en el sexo femenino respecto al masculino, probablemente producida por el uso habitual del tacón 43

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores José Antonio Martín Urrialde por todo el apoyo prestado para la realización del estudio y su revisión crítica, Brian Crilly por su ayuda con la traducción y Alfredo Sánchez Alberca por su análisis estadístico. También queremos dar nuestro más sincero agradecimiento a las personas que con paciencia se sometieron voluntariamente a las mediciones para la consecución de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Viel E. Diagnóstico Fisioterápico. Concepción, realización y aplicación en la práctica libre y hospitalaria. Barcelona: Masson, 1999.
2. Génot C, et al. Kinesioterapia. Vol II. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 1998.
3. Kendall FP, et al. Músculos: pruebas, funciones y dolor postural. Madrid: Marban, 2000.
4. Kapandji IA. Cuadernos de Fisiología Articular. Tomo II. Barcelona: Masson, 1997.
5. Neiger H. Estiramientos analíticos manuales. Técnicas pasivas. Madrid: Ed. Panamericana, 1998.
6. Miralles RC, Puig M. Complejo Periastrogalino. En: Miralles RC. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson, 1998.
7. Hof AL. A controlled-release ergometer for the human ankle. *J Biomechanics* 1997;30(2):203-6.
8. Fukashiro S, Noda M, Shibayama A. In vivo determination of muscle viscoelasticity in the human leg. *Acta Physiol Scand*. 2001;172:241-48.
9. Hof AL. In vivo measurement of the series elasticity release curve of human triceps surae muscle. *J. Biomechanics*. 1998;31: 793-800.
10. Brent J, Myrer J W, Schulthies S S, Fellingham G W, Meason G W. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther*. 2001;81(5):1110-17.
11. Córdoba A, Plaza J. Importancia de la flexibilidad y los estiramientos en el trabajo del deportista. *Fisioterapia*. 1996;18(3): 177-89.
12. Viladot Voegeli A. Biomecánica del tobillo. En: Viladot Voegeli A, et al. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer, 2001.
13. Hoppenfeld S. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades. Ed. Manual Moderno: México DF, 1999.
14. Magee DJ. Ortopedia. Ed. Interamericana-Mc Graw-Hill: México DF, 1994.
15. Guerrero Carpe E, Avilés Hernández JD. Cómo un programa de Fisioterapia mejora la movilidad del tobillo del anciano. Validez de la dorsiflexión como marcador predictivo de caídas. *Revista de Fisioterapia*. 2001;0:28-34.
16. Fernández Antequera A, De Rosa Pérez R, Mora Bello J, Benítez Martínez J C. Estiramientos musculares selectivos en Fisioterapia del deporte (I). Aspectos a tener en cuenta. *Fisioterapia* 1998;20:210-13.