

ORIGINAL ARTICLE

## Correlation between leg length discrepancy, load distribution and structural alterations in lower limb

## Correlación entre la disimetría, reparto de carga y alteraciones estructurales del miembro inferior

Rosa María Martínez Sánchez<sup>1</sup>, Aitor Baño Alcaraz<sup>2\*</sup>, José Antonio García Vidal<sup>3</sup>, Marta Belando Navarro<sup>4</sup>, Ángel Martínez Carrasco<sup>5</sup>; Agustín Ángel Belmonte Albaladejo<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia.

<sup>2</sup> Diplomado en Fisioterapia. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Murcia.

<sup>3</sup> Diplomado en Fisioterapia. Doctor por la Universidad de Murcia. Profesor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Murcia.

<sup>4</sup> Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia.

<sup>5</sup> Diplomado en Fisioterapia. Profesor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Murcia.

<sup>6</sup> Diplomado en Fisioterapia. Diplomado en Podología. Doctor por la Universidad de Murcia.

\* Correspondence: Dr. Aitor Baño Alcaraz. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo CP:30100, Murcia. Email: aitor.bano@um.es

### Abstract

*Objective:* to establish the relationship between the difference in length, the distribution of the load in the standing position and the structural alterations of the lower limb.

*Material and Methods:* A descriptive, observational, cross-sectional study was carried out with a sample of 31 patients (49.1% men / 58.1% women). Anthropometric and sociodemographic variables were obtained, measurement of the lower extremities, Q angle and calcaneal valgus and evaluation of the load distribution in the lower limb.

*Results:* An almost perfect concordance ( $k = 0.9$ ;  $p = 0.000$ ) was obtained between the measurements of the anterior superior iliac spine-external malleolus and the anterior superior iliac spine-internal malleolus.

*Conclusions.* After determining the irrelevance of taking some bone landmarks or others, it has been obtained that the lower left limb is longer in the majority of the population, with greater load distribution on the hindfoot of the shorter leg.

**Key Words:** leg length inequality, calcaneus, posture.

### Resumen

*Objetivo:* establecer la relación entre la diferencia de longitud, el reparto de carga en bipedestación y las alteraciones estructurales del miembro inferior.

*Material y Métodos:* Se realizó un estudio descriptivo, observacional, transversal con una muestra de 31 pacientes (49.1% hombres/58.1% mujeres). Se obtuvieron variables antropométricas y sociodemográficas, medición de las extremidades inferiores, ángulo Q y del valgo del calcáneo y evaluación del reparto de carga en el miembro inferior.

*Resultados:* Se obtuvo una concordancia casi perfecta ( $k = 0,9$ ;  $p = 0,000$ ) entre las mediciones espina iliaca antero superior- maléolo externo y espina iliaca antero superior- maléolo interno. *Conclusiones.* Tras determinar la irrelevancia de tomar unas referencias óseas u otras, se ha obtenido que el miembro inferior izquierdo es más largo en la mayoría de la población siendo mayor el reparto de carga en el retropié de la pierna más corta.

**Palabras Clave:** disimetría de miembros inferiores; calcáneo; postura.

Received: 8 September 2019; Acept: 8 October 2020.

### Conflictos de Interés

Ninguno Declarado.

### Fuentes de Financiación

Ninguno Declarado.

## Introducción

La disimetría de miembros inferiores se define como una alteración que afecta al sistema músculo-esquelético y que se caracteriza por una desigualdad considerable en la longitud de las extremidades inferiores, y que se trata de un problema estético y funcional, que se encuentra presente entre un 40% y más de un 70% de la población adulta (indistintamente del género), así como en un 93% de los niños en edad escolar, siendo mayor de 2cm en el 0,1% de la población (1-3).

Para el diagnóstico y evaluación de las disimetrías, las técnicas de imagen son comúnmente empleadas, sobre todo: la radiografía, considerada el Gold Estándar, el escanograma y el escanograma por tomografía computarizada (4-8).

Hay otras técnicas menos frecuentes como son: la tomografía computarizada, la ecografía tridimensional y la resonancia magnética. Sin embargo, debido al tiempo, la radiación y el coste de estas pruebas, se ha visto necesario el desarrollo de métodos clínicos alternativos que permitan el diagnóstico y la evaluación de las disimetrías (4,7,9-11): Método directo: consiste en medir, en decúbito supino y con una cinta métrica, la longitud del miembro desde la espina ilíaca antero-superior (EIAS) hasta maléolo interno (MI) y/o externo (ME). Método indirecto: en bipedestación, se palpan ambas crestas ilíacas o EIAS para observar la nivelación de la pelvis; se colocan bloques bajo la pierna corta, y se observa de nuevo la nivelación pélvica. Este método, generalmente se emplea en los casos en los que el pie pueda estar involucrado en la disimetría.

Es de interés señalar la importancia del pie en la disimetría, en donde Lane (12) propuso la realización de radiografías laterales de ambos pies en carga con el objetivo de cuantificar la diferencia de altura en ambos pies. Determinó que esta evaluación tiene importantes aplicaciones prácticas, y puede ser útil para detectar cambios potenciales a lo largo del tiempo atribuibles a la deformidad del pie de Charcot o pie plano adquirido en adultos.

La disimetría presenta múltiples complicaciones que pueden distinguirse en limitaciones funcionales y trastornos músculo-esqueléticos.

Cuando las complicaciones afectan al pie, se considera una limitación funcional puesto que influye en el equilibrio, la marcha y la carrera; la pierna más larga compensa con pronación del pie y valgo del calcáneo, mientras que la pierna más corta lo hace mediante la supinación, varo del calcáneo y flexión plantar de tobillo (4,9). Entre las alteraciones más comunes en la marcha destacan: la disminución del tiempo de apoyo y la longitud del paso de la pierna más corta, la velocidad al caminar y mayor cadencia, además de diversos mecanismos compensatorios (aumento de la extensión de rodilla, flexión plantar de tobillo, aumento del flexo de rodilla y/o cadera...).

Además, el peso no es compartido entre las dos extremidades, constituyendo un factor de riesgo para la degeneración de las articulaciones (9,11,13,14).

El objetivo principal de nuestro estudio, busca establecer la relación entre la diferencia de longitud, el reparto de carga en bipedestación y las alteraciones estructurales del miembro inferior.

## Material y Métodos

Se llevó a cabo un estudio analítico, observacional, transversal y retrospectivo. La muestra de estudio fue de 31 estudiantes de Fisioterapia de la Universidad de Murcia elegidos por muestreo de conveniencia, todos ellos informados a través de la hoja de información al participante y se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de ellos.

Criterios de inclusión. Personas mayores de 18 años, estudiantes de Fisioterapia de la Universidad de Murcia, haber firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión. Estar diagnosticado de alguna enfermedad, lesión músculo-esquelética o cirugía reciente que impida una correcta bipedestación y/o equilibrio. Presencia de lesiones agudas o espinas irritativas en el momento de la recogida de datos que puedan condicionar el reparto de cargas.

Todos los sujetos fueron evaluados de manera similar y las mediciones fueron estructuradas en tres bloques, cada uno de ellos llevado a cabo por un fisioterapeuta diferente. Las variables a estudiar fueron las siguientes: sexo, edad, evaluación antropométrica (talla, peso, IMC), medición de las extremidades inferiores, medición del ángulo Q en cada una de las piernas, medición del ángulo del valgo del calcáneo en cada una de las piernas, evaluación del reparto de carga de cada una de las piernas mediante el uso de una plataforma de presión plantar (15) “Medicapeurs T-plate”. Se trata de una plataforma de Podómetro electrónico de última generación que proporciona datos a cerca de porcentajes de fuerza que recaen sobre cada pie, superficie de las huellas, localización del centro de gravedad corporal o de cada pie, etc...

Con relación a la fiabilidad y reproducibilidad se ha demostrado que las pruebas Estáticas y Dinámicas presentaron en su una repetibilidad buena o excelente tanto para mujeres como hombres (16).

### ***Medición del ángulo Q.***

Se traza una línea desde EIAS hasta el centro de la rótula, y otra línea proyectada desde la tuberosidad tibial a través del centro de la rótula, y se mide el ángulo agudo que se forma entre ellas. La normalidad se encuentra entre 10°-14° para hombres, y 145-17° para mujeres (17).

### ***Medición del ángulo del valgo del calcáneo***

Este ángulo está formado por la línea vertical trazada desde la unión miotendinosa del tríceps sural y tendón de Aquiles que se extiende hasta su inserción; y la bisectriz tomando como referencia el tubérculo calcáneo. La normalidad del valgo de talón se encuentra en torno a 5.2° (18,19).

### ***Análisis Estadístico***

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa SPSS Statistics versión 15.0. Con respecto al análisis descriptivo de los datos, para las variables cuantitativas se calculó la media y la desviación típica o porcentajes, y para las variables cualitativas, las frecuencias. En relación al análisis inferencial, las pruebas estadísticas que fueron utilizadas para el estudio de los datos, fueron las siguientes:

El índice de Kappa para determinar la concordancia observada en variables categóricas.

Prueba de coeficiente de correlación de Pearson para dos variables cuantitativas, con el objetivo de determinar el grado de asociación entre dos variables.

Prueba de Chi-Cuadrado de Pearson para analizar la relación de dos variables cualitativas.

En todos los análisis se estableció un nivel de significación de  $p < 0.05$ .

## Resultados

Se contó con una población de 31 sujetos de los cuales 13 eran hombres (41.9%), y 18 mujeres (58.1%), obteniéndose una edad media  $\pm$  D.E. de  $21.03 \pm 5.72$  años. El promedio en cuanto el peso y la altura fue de 65.81Kg (D.E  $\pm$ 12.47) y 171.83cm (D.E  $\pm$  9.04), respectivamente. Se obtuvo una media de IMC de  $22.12\text{Kg/m}^2$  (D.E  $\pm$  2.74), englobando a la población de estudio dentro de los valores normales de peso saludable.

### *Análisis de la longitud de las extremidades inferiores.*

Se determinó que el miembro inferior izquierdo era más largo ( $89.16\text{ cm} \pm 5.7$ ) en 14 de los 31 sujetos de estudio (45.2%) tomando como referencias óseas tanto EIAS-MI como EIAS-ME.

Mientras que el miembro inferior derecho era más corto ( $88.8\text{cm} \pm 5.3$ ), siendo más largo en 8 de los 31 participantes (25.8%) tomando como referencia EIAS-MI, y en 7 de 31 (22.6%), tomando como referencia EIAS-ME. La diferencia media que se obtuvo en cada caso fue  $0.4\text{ cm} \pm 0.23$  cuando se realizaba la medición EIAS-ME frente a los  $0.35\text{ cm} \pm 0.21$  cuando la medición era EIAS-MI.

Para calcular el promedio de la longitud de los miembros inferiores, se tomó como referencia la distancia entre EIAS-MI, puesto que al establecer la correlación entre ambas medidas con el objetivo de comprobar si existen o no semejanzas, se obtuvo un Índice de Kappa ( $k$ ) de 0.9 y un nivel de significación  $p < 0.05$  (0.000) (tabla 2), lo que indica que existe una concordancia casi perfecta entre ambas mediciones. De los 31 sujetos que fueron analizados, 22 (70.9%) presentaron disimetría mayor o igual a 0.5cm, en donde 9 fueron hombres (41%) y 13 fueron mujeres (59%).

### *Análisis del reparto de carga.*

Se obtuvo que 12 de los 14 sujetos que presentaban el miembro inferior izquierdo más largo (85.7%) cargan más en el retropié derecho, es decir, en la extremidad inferior más corta, con un valor  $\chi^2 < 0.05$  (0.013), determinando de esta manera la relación existente entre las variables de reparto de carga en el miembro inferior derecho y la disimetría.

### *Correlación entre ángulo Q y ángulo del calcáneo*

Se estableció la hipótesis sobre la posible relación entre el ángulo Q y el ángulo del valgo del calcáneo, con la finalidad de determinar si el hecho de tener una pierna larga influye en alguno de los dos ángulos, sin embargo, los resultados no fueron estadísticamente significativos. No obstante, el promedio del ángulo Q y del ángulo del valgo de calcáneo es mayor en el miembro inferior izquierdo, coincidiendo con la pierna izquierda que generalmente es más larga en la población de estudio.

## Discusión

Como se ha descrito anteriormente, la disimetría de miembro inferior refleja una alteración que afecta al sistema músculo-esquelético y se considera un problema estético y funcional (1-3) que podría llegar a influir en la calidad de vida de los pacientes al igual que otros problemas de miembro inferior como el tipo de arco del pie o incluso el uso de tacones (20-21). Hasta ahora, para el diagnóstico y la evaluación de las disimetrías, la radiografía ha sido considerada el Gold Estándar.

Sin embargo, para evitar las contraprestaciones que esta presenta, ha sido necesario el desarrollo de métodos clínicos alternativos. En relación al método directo empleado en nuestro estudio, los resultados obtenidos han podido determinar que es irrelevante tomar unas referencias óseas u otras, ya que se ha obtenido una concordancia casi perfecta ( $k = 0.9$ ) y un nivel de significación  $p < 0.05$  (0.000) entre ambas mediciones, hallando de esta manera resultados prácticamente idénticos entre EIAS-MI y EIAS-ME.

Este hallazgo permite rebatir las ideas reflejadas en los estudios de Brady et al (7) en donde determinaron como referencia ósea de elección EIAS-MI; y las ideas de Woerman et al(10), tras haber tomado una muestra de 5 sujetos, que defienden como referencia ósea de elección el maléolo externo.

Tras obtener estos resultados en donde la toma de cualquier maléolo como referencia ósea es válida, decidimos medir la longitud de las extremidades inferiores tomando como referencias EIAS-MI, y calculando el promedio de dos mediciones. Se obtuvo que 22 de los 31 sujetos de estudio (70.9%) presentaba una disimetría mayor o igual a 0.5cm, siendo un porcentaje obtenido muy próximo al reflejado en la literatura (40% - >70%) (1.2.4).

De los resultados obtenidos en nuestro estudio, la disimetría es frecuente en un 59% de las mujeres y en un 41% de los hombres, sin embargo, no refleja una diferencia estadísticamente significativa entre sexos, coincidiendo con los hallazgos encontrados en el estudio realizado por Knutson GA(3), sugiriendo que el género no juega un papel esencial en la presencia o no de disimetría.

De acuerdo con los resultados hallados en los estudios de diversos autores, hemos observado en nuestra población de estudio que, de 22 sujetos con disimetría, 14 de ellos presentaban la pierna izquierda más larga ( $89.16\text{cm} \pm 5.7$ ) (3.4). Aguilar et al (9), baraja la hipótesis de que es probable que la pierna izquierda sea más larga, ya que se encuentra en mayor grado de aducción durante la etapa fetal, sin embargo no se aclara que esta sea la razón y se desconoce hasta el momento.

Con el objetivo de poder solventar la disimetría, las personas tienden a desarrollar mecanismos compensatorios. En nuestro estudio, hemos podido comprobar cómo, obteniendo un promedio en donde la pierna izquierda es más larga ( $89.16\text{cm} \pm 5.7$ ), también se ha obtenido que el promedio del ángulo de valgo del calcáneo izquierdo es mayor ( $5.35^\circ \pm 1.38$ ). En relación, y coincidiendo con estudios de diversos autores, se puede deducir que, en la extremidad inferior larga, se desarrolla un aumento del valgo del calcáneo con la finalidad de poder acortar funcionalmente la extremidad. Por otro lado, cabe destacar también que, en los estudios y revisiones consultadas, otro de los mecanismos de compensación realizados para acortar funcionalmente la pierna larga, es el aumento del flexo de rodilla, sin embargo, no se ha encontrado ninguno que hable de la posible alteración o no del ángulo Q en las personas con disimetría. Los resultados muestran cómo el promedio de este ángulo es mayor en la pierna izquierda ( $19.10^\circ \pm 4.14$ ).

A pesar de que no hayan sido resultados estadísticamente significativos, puesto que se debería de volver a valorar y comprobar con un tamaño muestral mayor, puede considerarse como un ápice de que un mayor valgo de rodilla también puede tratarse de un mecanismo de compensación para poder acortar funcionalmente la extremidad (4.9).

La desalineación esquelética que se produce a causa del desarrollo de mecanismos compensatorios puede alterar la distribución de la carga del peso en las articulaciones (13,14). Actualmente, existe cierta controversia en cuanto a qué extremidad inferior es la que carga con mayor porcentaje de peso. En nuestro caso, obtuvimos resultados estadísticamente significativos, que reflejaban que aquellos participantes en el estudio con la pierna izquierda más larga, el reparto de peso era mayor en el retropié derecho (85.7%), de acuerdo con Qureshi et al (14), que demostró que los sujetos con disimetrías verdaderas mayores a 10 mm, soportaban mayor carga de peso en la extremidad inferior más corta.

En cuanto a las limitaciones del estudio indicar que la población del proyecto de investigación incluyó solamente 31 participantes de edades muy similares y de características antropométricas parecidas por lo que aconsejamos que, siguiendo esta misma línea de investigación, se realicen estudios posteriores que cuenten con un tamaño muestral superior. Siendo la radiografía el “gold estándar” para valorar la disimetría, sería interesante comparar nuestros resultados con los obtenidas mediante esta técnica de imagen.

## Conclusiones

La pierna izquierda es más larga en la mayoría de la población, siendo mayor el reparto de carga en el retropié de la pierna más corta. Es irrelevante tomar unas referencias óseas u otras para la medición de la longitud del miembro inferior, ya que los resultados a obtener serán similares. Tanto el ángulo Q como el ángulo del valgo del calcáneo son mayores en la pierna larga, considerándose mecanismos de adaptación funcional.

## References

1. Beeck A. Quack V. Rath B. Wild M. Michalik R. Schenker H. et al. Dynamic evaluation of simulated leg length inequalities and their effects on the musculoskeletal apparatus. *Gait Posture*. 2019;67:71-76. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.09.022
2. Mishima K. Kitoh H. Kadono I. Matsushita M. Sugiura H. Hasegawa S. et al. Prediction of Clinically Significant Leg-Length Discrepancy in Congenital Disorders. *Orthopedics*. 2015;38(10): 919-924. doi: 10.3928/01477447-20151002-60
3. Knutson GA. Anatomic and functional leg-length inequality: a review and recommendation for clinical decision-making. Part I. anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. *Chiropr Osteopat*. 2005;13:11. doi:10.1186/1746-1340-13-11
4. Gurney B. Leg length discrepancy. *Gait Posture*. 2002;15(2):195-206. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00148-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00148-5)
5. Sánchez C S. Ortega F X. Baar A A. Lillo S S. De la Maza B A. Moëne B K. et al. Asimetría de extremidades inferiores: Evaluación por imágenes en la edad pediátrica. *Rev Chil Radiol*. 2013;19:177-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082013000400007>
6. Mahmoud A. Abundo P. Basile L. Albensi C. Marasco M. Bellizzi L. et al. Functional leg length discrepancy between theories and reliable instrumental assessment: a study about newly invented NPoS system. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2017;7(2):293-305. doi: 10.11138/mltj/2017.7.2.293
7. Brady RJ. Dean JB. Skinner TM. Gross MT. Limb length inequality: clinical implications for assessment and intervention. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(5):221-234. doi:10.2519/jospt.2003.33.5.221
8. Reina-Bueno M. Lafuente-Sotillos G. Castillo-Lopez J. Gomez-Aguilar E. Munuera-Martinez P. Radiographic Assessment of Lower-Limb Discrepancy. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017;107(5):393-398. doi:10.7547/15-204
9. Aguilar EG. Domínguez Á. Peña-Algaba C. Castillo-López JM. Distance Between the Malleoli and the Ground. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017;107(2):112-8. doi:10.7547/15-013
10. Woerman A. MAJ. AMSC. Binder-MacLeod S. Leg Length Discrepancy Assessment: Accuracy and Precision in Five Clinical Methods of Evaluation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1984;5(5)230-239. doi:10.2519/jospt.1984.5.5.230
11. Khamis S. Springer S. Ovadia D. Krimus S. Carmeli E. Measuring Dynamic Leg Length during Normal Gait. *Sensors (Basel)*. 2018;18(12):4191. doi:10.3390/s18124191
12. Lane G. A Novel Technique to Determine Foot Contribution to Limb-Length Discrepancy. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017;107(4):340-341. doi:10.7547/16-062
13. Assogba TF. Boulet S. Detrembleur C. Mahaudens P. The effects of real and artificial Leg Length Discrepancy on mechanical work and energy cost during the gait. *Gait Posture*. 2018;59:147-151. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.10.004
14. Qureshi Y. Kusienski A. Bemski J. Luksch J. Knowles L. Effects of Somatic Dysfunction on Leg Length and Weight Bearing. *J Am Osteopath Assoc*. 2014;114(8):620-630. doi:10.7556/jaoa.2014.127
15. Zuil-Escobar J. Martínez-Cepa C. Martín-Urriale J. Gómez-Conesa A. Medial Longitudinal Arch: Accuracy, Reliability, and Correlation Between Navicular Drop Test and Footprint Parameters. *J Manipulative Physiol Ther*. 2018;41(8):672-679. doi:10.1016/j.jmpt.2018.04.001
16. Senovilla-Serrano R. Losa-Iglesias ME. Fuentes-Rodríguez M. Becerro de Bengoa-Vallejo R. Presiones plantares, estabilometría y género, analizados con plataforma computerizada. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos. España
17. Silva D de O. Briani R. Pazzinatto M. Gonçalves A. Ferrari D. Aragão F et al. Q- angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain?. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;30(10):1083-1087. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.09.002
18. Sobel E. Levitz S. Caselli M. Brentnall Z. Tran M. Natural History of the Rearfoot Angle: Preliminary Values in 150 Children. *Foot Ankle Int*. 1999;20(2):119-125. doi:10.1177/107110019902000209
19. Kanatli U. Gözil R. Besli K. Yetkin H. Bölükbaşı S. The Relationship Between the Hindfoot Angle and the Medial Longitudinal Arch of the Foot. *Foot Ankle Int*. 2006;27(8):623-627. doi:10.1177/107110070602700810
20. López-López, D., Vilar-Fernández, J., Barros-García, G., Losa-Iglesias, M., Palomo-López, P., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., & Calvo-Lobo, C. (2018). Foot Arch Height and Quality of Life in Adults: A Strobe Observational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(7), 1555. doi:10.3390/ijerph15071555
21. López-López, D., Marañón-Medina, J., Losa-Iglesias, M. E., Calvo-Lobo, C., Rodríguez-Sanz, D., Palomo-López, P., & Vallejo, R. B. de B. (2018). The influence of heel height related on quality of life on the foot in a sample of women. *Revista Da Associação Médica Brasileira*. 64(4), 324–329. doi:10.1590/1806-9282.64.04.324