

## SPECIAL COMMUNICATION

### Clinical protocol of leg length inequality

#### Protocolo de valoración de las diferencias de longitud de los miembros inferiores

Estela Gómez-Aguilar<sup>1</sup>, María Reina Bueno<sup>2\*</sup>, Guillermo Lafuente-Sotillos<sup>3</sup>, Rubén Montes-Salas<sup>4</sup>, José Manuel Castillo-López<sup>5</sup>.

1. Podóloga. Estudiante de Doctorado. Departamento de Podología. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. Email: [podosalud@gmail.com](mailto:podosalud@gmail.com)

2. Podóloga. Doctora por la Universidad de Sevilla. Profesora Ayudante Doctora. Departamento de Podología. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. Email: [mreina1@us.es](mailto:mreina1@us.es)

3. Podólogo. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor Titular. Departamento de Podología. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. Email: [glafuente@us.es](mailto:glafuente@us.es)

4. Podólogo. VITRUVIO Instituto de Biomecánica & Salud. Madrid. España. Email: [ruben.montes@biomecavicitrivio.com](mailto:ruben.montes@biomecavicitrivio.com)

5. Podólogo. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor Contratado Doctor. Departamento de Podología. Universidad de Sevilla. Sevilla. España. Email: [jmcastillo@us.es](mailto:jmcastillo@us.es)

\*Correspondencia: Profa. Dra. María Reina Bueno. Departamento de Podología. Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Calle Avicena s/n CP 41009 Sevilla. Tlf 954486544 email [mreina1@us.es](mailto:mreina1@us.es)

### Abstract

**Objectives:** To propose a clinical protocol valid and reliable for the study of the differences in length of lower limb (hereinafter DLMI) scan. **Materials and Methods:** Literature review in scientific databases, and descriptive study with a total sample of 115 participants: study of different methods of determination and measurement of DLMI. **Results:** There is no consensus as to the reliability and validity of methods and measurement instruments existing in the literature. It has been proven the reliability of the proposed protocol, according to the results of other authors and the data obtained in our study. **Conclusions:** The Weber-Barstow maneuver, study with tape measure, PALM® and tablets and pelvic compensation level for clinical determination of DLMI is proposed. The anteroposterior telemetry lower limb load as a complementary test, and the Foot Posture Index (hereinafter FPI) and Navicular Drop Test (hereinafter NDT) for the analysis of the position of the foot.

**Key Words:** Leg Length Inequality, clinical protocol, diagnosis.

### Resumen

**Objetivos:** Proponer un protocolo clínico de exploración válido y fiable para el estudio de las diferencias de longitud de miembro inferior (en adelante DLMI). **Material y método:** Revisión bibliográfica en bases de datos científicas, y estudio descriptivo sobre con una muestra total de 115 participantes: estudio de los diferentes métodos de determinación y medición de las DLMI. **Resultados:** No existe consenso en cuanto a la fiabilidad y validez de los métodos e instrumentos de medida existentes en la bibliografía consultada. Se ha comprobado la fiabilidad del protocolo propuesto, según los resultados de otros autores y por los datos obtenidos en nuestro estudio. **Conclusiones:** Se propone la maniobra Weber-Barstow, estudio con cinta métrica, PALM® y compensación con tablillas y nivel pélvico para la determinación clínica de las DLMI. La telemetría anteroposterior de miembros inferiores en carga como prueba complementaria, y el Foot Posture Index (en adelante, FPI) y Navicular Drop Test (en adelante, NDT) para el análisis de la posición del pie.

**Palabras Clave:** Diferencia de longitud del miembro inferior; protocolo clínico; diagnóstico.

Recibido: 30 Mayo 2016; Acept: 02 Octubre 2016.

**Conflictos de Interés**  
Ninguno Declarado.

**Fuentes de Financiación**  
Ninguno Declarado.

## Introducción

La utilidad y fiabilidad de los métodos clínicos de valoración y cuantificación de las DLMI es un tema controvertido patente en la bibliografía de referencia (1–6). Así como las acomodaciones y repercusiones que éstas tienen en el pie, extremidad y columna (7).

Los métodos clínicos para la valoración de la DLMI se pueden dividir entre métodos directo e indirecto. El método directo se refiere a la medición con cinta métrica, una vez realizada la maniobra de Weber-Barstow, y el indirecto incluye el Palpatión Meter (en adelante, PALM®) y la medición con tablillas en bipedestación asociado a un nivel pélvico.

El método directo (8,9) se realiza con el sujeto en decúbito supino, midiendo la distancia entre dos referencias óseas con una cinta métrica. Existen dos variables, una que mide la distancia entre la espina ilíaca anterosuperior (en adelante, EIAS) y el maléolo peroneal (10,11), y otra que la mide desde la EIAS al maléolo tibial (12). Previamente se realiza la maniobra de Weber-Barstow, que consiste en: colocado el sujeto en decúbito supino en la camilla con las piernas en paralelo, se compara visualmente los maléolos tibiales, se realiza una maniobra de descontractura de la musculatura pélvica; con los pies juntos apoyados en la camilla y las rodillas a 20°, se pide al paciente que a la vez que inspire por la nariz realice una elevación de la pelvis mantenida unos diez segundos, y que baje lentamente. Una vez realizada esta maniobra, se comparan de nuevo ambos maléolos tibiales (13,14).

El método indirecto con tablillas utiliza bloques o tablillas de grosores conocidos colocadas bajo el miembro corto, y como referencia un nivel pélvico o de caderas de burbuja de aire (8,10,11). El sujeto se posiciona en bipedestación con su ángulo y base de marcha. Se van añadiendo tablillas hasta que la burbuja queda en el punto cero, lo que indica una posición paralela de ambas crestas ilíacas. (Figura 1).



Figura 1. Valoración de la DLMI con el PALM®.

El PALM® es un dispositivo de nivelación pélvica con un calibre milimétrico, que indica los grados de inclinación sobre la horizontal entre dos referencias a través de dos brazos articulados, que en este caso, se colocan sobre las crestas ilíacas (15,16). (Figura 2). Conociendo la distancia entre las crestas ilíacas (en línea recta) y dicho ángulo de inclinación entre ambas, se cuantifica la DLMI al multiplicar el seno del ángulo por la distancia registrada.



Figura 2. Valoración de la DLMI con tablillas.

La posición del pie puede estar condicionada por la presencia de una DLMI, en sentido compensatorio o bien aumentando esta asimetría entre ambos miembros inferiores. Aunque sobre estas acomodaciones tampoco hay consenso en la literatura científica (7). El FPI es un método validado (17), que toma diferentes puntos de referencia y establece una escala del 12 al +12, con la siguiente interpretación: del -12 al -5 como pies altamente supinados, del -4 al -1 supinados, del 0 al +5 pies fisiológicos, del +6 al +9 como pies pronados, y del +10 en adelante como pies altamente pronados (17). La prueba NDT fue descrita por primera vez por Brody (1982) (18) que lo utilizó para la evaluación de la pronación del pie en un atleta, en estática. Los valores medios entre los adultos sanos oscilan desde 3,6 hasta 8,1 mm en la versión original de la prueba (18).

Aunque otros autores como Mueller MJ y Menz consideran valores de normalidad por debajo de 10 mm, por la influencia de algunas variables como la influencia de la longitud del pie sobre esta medida (19–21). Para su medición, se localiza el navicular, marcándolo con un lápiz demográfico, después palparíamos astrágalo para colocar la articulación subastragalina en posición neutra. Con la tarjeta perpendicular a la zona interna del pie, señalamos en la tarjeta el primer punto (navicular), luego, dejamos el pie en su posición relajada, y transferimos a la tarjeta la altura en la que queda ahora la marca del navicular. La distancia en milímetros entre las dos marcas es el resultado de esta medida (18,20,21). (Figura 3).



Figura 3. Realización del Navicular Drop Test.

En el estudio de las DLMI, se incluye un nuevo método ya descrito por los autores: Distancia de los maléolos al suelo (en adelante, DMS). Medida que se diseñó como procedimiento de valoración de la posición del pie en su clasificación de varo o valgo y su relación con las DLMI. Consiste en: una vez situado el paciente en bipedestación sobre el podoscopio- y con el marcado previo del punto más bajo del maléolo tibial y peroneal-, con la regla de Perthes se mide la distancia entre el suelo y el maléolo peroneal, y entre el suelo y el maléolo tibial. Posteriormente se compara con los valores del miembro contralateral (22). (Figura 4).



Figura 4. Técnica empleada para la valoración de la distancia desde el maléolo peroneal al suelo.

El objetivo de este trabajo fue proponer un protocolo clínico de exploración válido y fiable para el estudio de las DLMI.

## Resultados

La muestra final analizada fue de 115 sujetos. Compuesta del 52.2% de hombres y un 47.8% de mujeres, con una edad media de  $29,58 \pm 10,62$  años. Peso medio de  $69,13 \pm 12,18$  kg.,  $1,69 \pm 0,09$  m. de talla y un índice de masa corporal de  $24,09 \pm 3,13$  kg/m. El 95.5% de la muestra son diestros y el 4.5% zurdos. Según la telemetría la DLMI media es de 5.2 mm.

La siguiente tabla describe los resultados sobre la fiabilidad obtenida en los diferentes métodos usados en este estudio y según las referencias bibliográficas. (Tabla 1).

**Tabla 1. Fiabilidad de los métodos de medida de las DLMI.**  
Abreviaturas: DLMI Diferencia de Longitud de los Miembros Inferiores, FPI Foot Posture Index, NDT Navicular Drop Test. ICC Coeficiente de Correlación Intraclase. \* ICC no especificado por el autor.

	Referencias bibliográficas	Resultados de nuestro estudio
	Fiable	Fiable
Weber-Barstow	Wiangkham (14) (ICC= 0.92)	(0.52Kappa)
Cinta Métrica	Beattie (12) (ICC= 0.924)	( $\alpha$ de Cronbach >0.77)
Maléolo Tibial	Gogia (26) (ICC= 0.793) Hoyle (27) (ICC=0.98) Wiangkham (14) (ICC= 1.00)	
Cinta Métrica	Jamaluddin (9)*	X( $\alpha$ de Cronbach >0.77)
Maléolo Peroneal		
PALM*	Harris (15) (ICC= 0.84) Petrona (16) (ICC= 0.98)	
Tabilllas	Wootman (11)* Gross (28) (ICC=0.84)	( $\alpha$ de Cronbach >0.77)
FPI	Redmond (17)*	(P>0.05)
NDT	Mueller (21)* Allen (20)*	
DMS	Gómez (22)*	

## Discusión

El análisis de los datos realizado con los primeros 20 sujetos reflejó buena fiabilidad intra e interobservador, con un ICC > 0.7 para la cinta métrica y el método con tabilllas y nivel pélvico, respecto a la telemetría. Para comprobar la fiabilidad de la maniobra Weber-Barstow se tomó como referencia la telemetría, validada anteriormente(13). Wiangkham y colaboradores en su trabajo con 30 hombres, obtuvieron una fiabilidad intraobservador muy alta (ICC= 0.92) (14).

En nuestro trabajo se comprobó mediante el índice de Kappa, que únicamente coincide con los datos de la telemetría en el 52% de los casos. La fiabilidad del Weber-Barstow en nuestro estudio fue aceptable en relación a la presencia o no de DLMI como primera maniobra a realizar, teniendo en cuenta las características de la muestra, con DLMI a partir de 3 mm y una media de 5.2 mm. Wiangkham y colaboradores consideraron que puede ser una maniobra útil en el protocolo.

Se obtuvo buen resultado de fiabilidad intraobservador con la cinta métrica desde EIAS a maléolo medial (ICC= 1.00). Jamaluddin determinó una excelente concordancia en las medidas de DLMI tomadas por los dos examinadores que utilizaron la cinta métrica (ICC= 0.924), entre los dos radiólogos que utilizaron la Tomografía computarizada (en adelante TC) (ICC= 0.971), y entre las mediciones con cinta métrica y TC (ICC= 0.847) (1). Con lo cual, este estudio mostró que el método con cinta métrica era fiable y preciso para la medición de DLMI a partir de 5 mm. Friberg y colaboradores publicaron que el método que toma la medida desde la EIAS al maléolo medial es inexacto e impreciso, comparándolo también con las radiografías, dando una diferencia de 8.6 milímetros, y un error medio intraexaminador de 1.1 milímetros (25). Los autores de este estudio utilizaron una sola medida desde la EIAS al maléolo tibial. De acuerdo con este hallazgo, Beattie y sus colaboradores encontraron una moderada validez, al medir también una sola vez desde el EIAS al maléolo tibial (ICC= 0.683) (12). Sin embargo, cuando se realiza un promedio de dos medidas tomadas desde la EIAS al maléolo tibial, la validez de la medida de la cinta métrica era buena (ICC= 0.793) comparado con medidas radiográficas. Además, Gogia y Braatz publicaron un trabajo en relación con las radiografías (ICC= 0.98) y una fiabilidad inter e intraexaminador de (ICC=0.98) (26). Hoyle y sus colaboradores, observaron una fiabilidad interexaminador de r=0.98 y una fiabilidad intraexaminador que iba desde r=0.89 a r=0.95 para la medición desde la EIAS al maléolo tibial (27).

Woerman y Binder-MacLeod compararon el método indirecto y ambas variantes del método directo con las radiografías, y concluyeron que el método indirecto era más exacto y preciso que cualquiera de los métodos directos (11). Los autores abogaron por el uso del método indirecto, especialmente en caso de que pudiera tratarse de una disimetría funcional de la longitud de las piernas. En nuestro trabajo de investigación los resultados mostraron una relación directa entre el método que utiliza las tablillas y la telemetría, con  $p > 0.05$  (0.487 cm y 0.519 cm respectivamente).

Gross y su equipo utilizaron el método indirecto con un dispositivo de nivelación pélvico, obteniendo una buena fiabilidad intraexaminador (ICC=0.84), una aceptable fiabilidad interexaminador (ICC=0.77), y una validez en relación a las medidas radiográficas que iba desde 0.55 a 0.76 (28). En nuestro estudio, las medidas de DLMI obtenidas con el nivel pélvico graduado (nivelómetro), dispositivo similar al que usó Gross, no se han utilizado. Únicamente se usó como nivel pélvico para la medición conjunta con las tablillas.

El PALM® es el único dispositivo de nivelación pélvica de fiabilidad conocida actualmente, por ello se consideró una prueba imprescindible en el diseño de este nuevo protocolo. Hagins determinó la fiabilidad intra e interexaminador del Palpation Meter (PALM)® para medir posiciones pélvicas del plano frontal y sagital entre adultos asintomáticos en posición estática (15). La medida del plano sagital fue tomada como el ángulo (EIAS)-(EIPS) formado por una línea que conectaba la espina ilíaca antero-superior y la espina ilíaca posterosuperior en relación a la horizontal. La medida en el plano frontal fue tomada por el ángulo formado por la línea que conectaba el punto más alto, a nivel lateral), de las crestas ilíacas en relación a la horizontal.

Encontraron que la fiabilidad intraexaminador era alta para el plano frontal (0.84) y el plano sagital (0.98), y que la fiabilidad interexaminador era alta para las medidas del plano sagital (0.89) y aceptable para las medidas en el plano frontal (0.65). Petrone y colaboradores (16) obtuvieron mejores resultados que Hagins en el plano frontal, concretamente una fiabilidad intraexaminador de 0.98 y una fiabilidad interexaminador de 0.88. Justificaban esta mejoría por el hecho de que Hagins midió 2 veces a cada sujeto y ellos lo hicieron 3 veces. Además, Petrone comparó estas medidas de individuos sanos con referencias radiológicas tanto en las crestas como en las cabezas femorales, y encontró una correlación de 0.94 con las medidas de las crestas y de 0.90 con las medidas radiológicas en las cabezas femorales; lo que nos permite reconocer que el Palpation Meter (PALM)® es un instrumento válido para detectar la DLMI en individuos asintomáticos, tomando como referencia las crestas ilíacas.

Se eligieron las pruebas FPI y NDT, para determinar la posición del pie en las DLMI, validadas en estudios anteriores (17,20,21).

Respecto al DMS, aunque en una publicación anterior de los autores (22) se comprobó la relación con el FPI y el NDT, las características de la muestra no nos permite en el presente estudio extrapolar los datos a la población general.

En la primera parte de nuestro trabajo se obtuvo un mayor grado de FPI en el miembro inferior más largo en la mayor parte de la muestra (en el 70.1%). Ocurrió lo mismo en otro estudio más reciente con una muestra 43 sujetos mayores de edad con DLMI de más de 3 mm. Los datos obtenidos mostraron que la variación del FPI en función de la lateralidad sólo resulta significativa cuando el miembro inferior corto es el derecho ( $p=0.006$ ), en otras palabras, si hay predominio de miembros izquierdos largos y hay mayor valgo en pies izquierdos, en el miembro largo el pie estará más pronado que en el corto.

Estos datos coinciden con los obtenidos por Blake y Ferguson en el que, en el miembro más largo, el pie se encontraba 3 grados o más, más valgo que el pie del miembro corto en la mayoría de los casos (29). Y con el estudio de Blustein y D'Amico en el que, en el miembro inferior más corto, el pie aparece con menor grado de valgo (30). Sin embargo, hemos encontrado en otro estudio de Rothbart que es la pierna corta la que coincide con su pie con un mayor grado de valgo, aunque es posible que esa pronación sea la que acorte la pierna (31).

### Conclusiones

Se propone la maniobra Weber-Barstow, estudio con cinta métrica, PALM® y compensación con tablillas y nivel pélvico para la determinación clínica de las DLMI. La telemetría anteroposterior de miembros inferiores en carga como prueba complementaria, y el FPI y NDT, para el análisis de la posición del pie.

### Agradecimientos

A todos los participantes en el estudio, tanto de la muestra como a nuestros compañeros y al personal del Área Clínica de Podología de la Universidad de Sevilla.

## References

1. Jamaluddin S, Sulaiman AR, Imran MK, Juhara H, Ezane MA, Nordin S. Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Med J*. 2011;52(9):681–4.
2. Doyle AJ, Winsor S. Magnetic resonance imaging (MRI) lower limb length measurement. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2011;55(2011):191–4.
3. Gheno R, Nectoux E, Herbaux B, Baldisserotto M, Glock L, Cotten A, et al. Three-dimensional measurements of the lower extremity in children and adolescents using a low-dose biplanar X-ray device. *Eur Radiol*. 2012;22(4):765–71.
4. Guenoun B, Zadegan F, Aim F, Hannouche D, Nizard R. Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(5):506–13.
5. Kim YW, Lee SH, Kim DI, Do YS, Lee BB. Risk factors for leg length discrepancy in patients with congenital vascular malformation. *J Vasc Surg*. 2006;44(3):545–53.
6. Terry MA, Winell JJ, Green DW, Schneider R, Peterson M, Marx RG, et al. Measurement variance in limb length discrepancy: clinical and radiographic assessment of interobserver and intraobserver variability. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(2):197–201.
7. Gibbons P, Dumper C, Gosling C. Inter-examiner and intra-examiner agreement for assessing simulated leg length inequality using palpation and observation during a standing assessment. *J Osteopath Med*. 2002;5(2):53–8.
8. Brady RJ, Dean JB, Skinner TM GM. Limb Length Inequality: Clinical Implications for Assessment and Intervention. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2003;33(5):221–34.
9. Jamaluddin S, Sulaiman AR, Imran MK, Juhara H, Ezane MA, Nordin S. Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Med J*. 2011;52(9):681–4.
10. Lafuente B, Lafuente G, Reina M, Munera PV. Protocolo de exploración de disimetrías. *Podol clínica*. 2009;10(5):140–7.
11. Woerman AL, Binder-Macleod SA. Leg length discrepancy assessment: accuracy and precision in five clinical methods of evaluation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1984;5(5):230–9.
12. Beattie P, Isaacson K, Riddle DL, Rothstein JM. Validity of derived measurements of leg-length differences obtained by use of a tape measure. *Phys Ther*. 1990;70(3):150–7.
13. Sabharwal S, Kumar A. Methods for assessing leg length discrepancy. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(12):2910–22.
14. Wiangkham T, Chidnok W, Janejai P, Choprateep M. Intrarater reliability of leg length measurement , palpation, and special test of sacroiliac joint in normal subjects. *J Med Tech Phy Ther*. 2010;22(2):196–204.
15. Hagins M, Brown M, Cook C, Gstalder K, Kam M, Kominer G et al. Intratester and intertester reliability of the palpation meter (PALM) in measuring pelvic position. *J Man Manip THER*. 1998;9(6 (3)):130–6.
16. Petrone MR, Guinn J, Reddin A, Sutlive TG, Flynn TW, Garber MP. The accuracy of the Palpation Meter (PALM) for measuring pelvic crest height difference and leg length discrepancy. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(6):319–25.
17. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(1):89–98.
18. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*. 1982;13(3):541–58.
19. Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1998;88(3):119–29.
20. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2000;35(4):403–6.
21. Mueller MJ, Host J V, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1993;83(4):198–202.
22. Gómez E, Domínguez A, Peña C, Castillo JM. DMG (maleolli distance-ground): a new clinical method to measure leg length discrepancy. *J Am Pod Med Assoc*. 2016; En prensa.
23. Argimón-Pallás JM, Jiménez-Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Barcelona: Elsevier; 2013.
24. Weber-Barstow manoeuvre test | definition of Weber-Barstow manoeuvre test by Medical dictionary [Internet]. [cited 2016 May 24]. Available from: <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Weber-Barstow+manoeuvre+test>
25. Friberg O, Nurminen M, Korhonen K, Soininen E, Mänttari T. Accuracy and precision of clinical estimation of leg length inequality and lumbar scoliosis: comparison of clinical and radiological measurements. *Int Disabil Stud*. 1988;10(2):49–53.
26. Gogia PP, Braatz JH. Validity and reliability of leg length measurements. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1986 ;8(4):185–8.
27. Hoyle DA, Latour M, Bohannon RW. Intraexaminer, interexaminer, and interdevice comparability of leg length measurements obtained with measuring tape and metrecom. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;14(6):263–8.

28. Gross MT, Burns CB, Chapman SW, Hudson CJ, Curtis HS, Lehmann JR, et al. Reliability and validity of rigid lift and pelvic leveling device method in assessing functional leg length inequality. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):285–94.
29. Blake RL, Ferguson HJ. Correlation between limb length discrepancy and asymmetrical rearfoot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1993;83(11):625–33.
30. Blustein SM, D’Amico JC. Limb length discrepancy. Identification, clinical significance, and management. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1985;75(4):200–6.
31. Rothbart BA. Relationship of functional leg-length discrepancy to abnormal pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006;96(6):499–504; discussion 505–7.