

ORIGINAL ARTICLE

A correlation study: ankle dorsiflexion assessment in older adults

Estudio de correlatos: valoración de la flexión dorsal de tobillo en población anciana

Carlos Romero Morales¹; César Calvo Lobo¹; David Rodríguez Sanz¹; Carlos Sosa Marín¹; Mónica de la Cueva Reguera¹; Silvia Fernández Martínez¹

1. Profesor del Departamento de Fisioterapia, Facultad de ciencias de la salud y ciencias de la actividad física y deporte, Universidad Europea de Madrid, Madrid, España.

*Correspondencia: Carlos Romero Morales (carlos.romero@uem.es) C/ Tajo s/n, 28670, Villaviciosa de Odón, Madrid, Spain; Ph: 0034-912-115-268

Abstract

Objective: New reliable devices about ankle dorsiflexion range of motion measures have been studied in healthy subjects. The aim our study was to correlate the different measuring devices in older adults.

Material and Method: 33 healthy elderly patients older than 65 years. (age 71 ± 3.6 years height 167.0 ± 10 cm, weight 68.24 ± 13.47 kg, and body mass index 24.31 ± 3.50 kg/m²) participated in the study. It has been valued dorsiflexion ankle with different devices: tape measure, goniometer and inclinometer app for smartphone. The subjects were evaluated in two different sessions at the same time of day, and there was a break of two weeks between sessions.

Results: Mean values and standard deviations were as follows: Tape measure (right 5.12 ± 3.08 ; left 5.12 ± 2.80), goniometer (right $45.87^\circ \pm 4.98$; left $44.50^\circ \pm 5.54$) and inclinometer app (right $46.53^\circ \pm 4.79$; left $45.27^\circ \pm 5.19$). Intraclass correlation coefficients values shows a good correlation in right lower limb between tape measure and goniometer (0,753).

Conclusions: The results of the present study indicated a good correlation in right lower limb between tape measure and goniometer in older adults. Other measures do not achieve this correlations shows moderate and poor values.

Key Words: aged, ankle joint, range of motion.

Resumen

Objetivo: existen varios métodos de medición del rango de movilidad de flexoextensión de tobillo que han sido estudiados y validados en sujetos sanos. El propósito de nuestro estudio es correlacionar los distintos instrumentos de medición en el adulto mayor.

Material y Método: 33 sujetos sanos ancianos (edad 71 ± 3.6 años, altura 167.0 ± 10 cm, peso 68.24 ± 13.47 kg, e índice de masa corporal 24.31 ± 3.50 kg/m²) han participado en el estudio. Se ha valorado el rango de flexoextensión de tobillo con los siguientes instrumentos: medida de tape, goniómetro y una aplicación de inclinómetro para smartphone. Los sujetos se evaluaron en una posición de carga, en dos sesiones diferentes en el mismo día y tras un descanso de dos semanas tras la sesión inicial.

Resultados: los resultados de media y desviación típica (DT) fueron los siguientes: medida de tape 5.12 ± 3.08 cm en la derecha y 5.12 ± 2.80 cm en la izquierda, para el goniómetro fue $45.87^\circ \pm 4.98$ en la derecha y $44.50^\circ \pm 5.54$ en la izquierda y para la aplicación de inclinómetro fue de $46.53^\circ \pm 4.79$ en la derecha y $45.27^\circ \pm 5.19$ en la izquierda. Los resultados obtenidos con el coeficiente de correlación Pearson mostraron una buena correlación en el miembro inferior derecho con los instrumentos tape y goniómetro (0,753).

Conclusión: Los resultados del presente estudio muestran únicamente una buena correlación para la medida de tape y goniómetro en miembro inferior derecho en pacientes ancianos. El resto de mediciones no alcanzan esta correlación siendo moderada o pobre.

Palabras Clave: anciano, articulación de tobillo, rango de movimiento.

Recibido: 18 Noviembre 2015; Aceptado: 23 Noviembre 2015.

Conflictos de interés

Ninguno declarado.

Fuentes de Financiación

Ninguno declarado.

Introducción

La medición de la movilidad articular es un factor de elevada importancia en los análisis biomecánicos podológicos que nos ayudan a conformar un desarrollo objetivable, tanto en población general como en grupos de características especiales como son las poblaciones deportistas (1) o los ancianos (2). Conocemos que las modificaciones en la movilidad en flexión dorsal del tobillo se encuentran estrechamente asociadas con dolor de pie, lesiones en tobillo (3), afectaciones neurológicas y otros desordenes biomecánicos de miembro inferior (4).

España encabeza la lista de los países europeos que presentan una mayor tasa de cuidados geriátricos (5). Es conocido que el proceso de envejecimiento reduce la calidad de vida y provoca modificaciones en el aparato locomotor (6) reduciendo el rango de movilidad articular y limitando el movimiento. Una restricción de la movilidad puede predisponer a los ancianos a una pérdida de coordinación (7), puede incrementar el riesgo de caídas (8), y además se presenta como un excelente predictor de la pérdida de deambulación en población geriátrica (9).

Profundizando en la fiabilidad que presentan los rangos de medición de movilidad, las medidas asociadas a carga son más fiables presentando un mayor coeficiente de correlación intraclase (ICC=0.93-0.96) que las medidas en descarga (ICC=0.32-0.72) asociadas a actividades de la vida diaria como deambulación o subida de escaleras (10). Existen numerosos dispositivos como el inclinómetro, el goniómetro y las mediciones de tape para la valoración de la movilidad articular (11).

La medición de tape es una manera sencilla para cuantificar la movilidad de la flexión dorsal de tobillo en carga (10). Propuesto por Bennel y cols.,(12) el test comienza en posición de bipedestación, con el pie del sujeto en la línea de tape, de manera perpendicular a la pared. El sujeto mueve el pie alejándose de la pared sin permitir que la rodilla se despege la pared. La distancia entre el dedo gordo y la pared se mide en ese momento. La principal ventaja es que es una herramienta eficiente coste-beneficio pueden ser transportado y es muy segura para realizar varias mediciones.

Konor y cols.(11) refieren que la medición de tape es un método más susceptible a cambios que la medición de movilidad en grados como son el inclinómetro y el goniómetro.

El goniómetro es usado frecuentemente para evaluar la dorsiflexión del tobillo (13). Es un método barato y una herramienta portable pero necesita de un adiestramiento previo del examinador. Venturini y cols. (14) refieren resultados fiables cuando se desarrollan las mediciones con un goniómetro (ICC= 0.65- 0.89) comparado con otros métodos de evaluación (ICC= 0.84- 0.95).

Otra aproximación a la cuantificación de la movilidad de la dorsiflexión de tobillo es el inclinómetro, una de sus limitaciones es su elevado coste. Es cierto que actualmente los *Smartphones* son accesibles y fáciles de manejar incluyendo aplicaciones de inclinómetros en estos dispositivos (15). Wellmon y cols. (16) han desarrollado un modelo de examen válido y fiable en tres diferentes modelos de *Smartphone* (iPhone 5®, Samsung SII and LG). La fiabilidad interobservador (ICC=0.995-1.000) y validez (ICC=0.998-0.999) fueron excelentes. Para la implantación de estas medidas es suficiente con encontrar la tuberosidad tibial para estabilizar el *Smartphone* en posición de carga. El inclinómetro es un dispositivo digital para marcar el ángulo de declinación (17).

Además de la alta correlación intraclase no existe ningún otro método universal para primar la elección de un método sobre otro (11).

Material y Métodos

Diseño del estudio

Un estudio descriptivo de medidas repetidas fue desarrollado entre abril y junio de 2015.

Participantes

33 sujetos sanos ancianos (edad 71 ± 3.6 años, altura 167.0 ± 10 cm, peso 68.24 ± 13.47 kg, e índice de masa corporal 24.31 ± 3.50 kg/m²) fueron incluidos en el estudio. Previo al estudio, todos los participantes recibieron y aceptaron un consentimiento informado, el protocolo se realizó acorde a la declaración de Helsinki. Los participantes fueron reclutados a través del responsable clínico del centro.

Los sujetos de estudio debían presentar los siguientes criterios de inclusión y exclusión: Más de 65 años de edad, no presentar dolor en la extremidad inferior en el año previo, no presentar cirugía previa en cadera, rodilla y tobillo. No presencia de alteraciones neuropáticas y sin alteraciones cognitivas.

La Comisión de Investigación de la Universidad Europea aprobó este estudio (CIPI/048/15).

Procedimiento

En concordancia con el método mostrado por Calatayud y cols (18) los sujetos se evaluaron en dos sesiones diferentes en el mismo día y tras un descanso de dos semanas tras la sesión inicial.

Los participantes fueron medidos en una posición de carga con un goniómetro clásico, con un inclinómetro *standar* y una medición a través de tape. Los test fueron desarrollados con los pacientes descalzos. Los investigadores presentaron más de diez años de experiencia clínica.

El protocolo de medida de tape fue desarrollado con los participantes en posición de bipedestación, con los talones en el suelo, las rodillas alineadas con el eje medio del pie y el dedo gordo a 10 cm de distancia desde la pared (Figura 1). Se permite a los sujetos un discreto apoyo con los dedos índice y medio de cada mano para mejorar su equilibrio.



Figura 1. Posición para medida de tape

Como propuso Konor y cols. (11) se solicitó a los sujetos mover las rodillas hacia la pared (manteniendo la alineación con el eje medio del pie) hasta que la rodilla tocara el muro. El pie se alejaba de la pared 1 centímetro cada vez. Todos los participantes continuaban con este proceso hasta que se alejaban lo suficiente como para no ser capaces de contactar con la pared (19).

Una vez que los pacientes alcanzaban la posición final en flexión dorsal de tobillo, mediante el uso de un goniómetro clásico se realizó una medición (Figura 2) (11).



Figura 2. Posición para medida de goniometría

Tras la aplicación del goniómetro en esa misma postura, se usó el Iphone 5S® con una aplicación del inclinómetro, posicionada en la tuberosidad para evaluar el ángulo entre tibia y suelo (Figura 3) (11).



Figura 3. Posición para medida con inclinómetro.

La prueba se repite tres veces para cada pierna de manera secuencial. El valor medio de los tres procesos se usó para el análisis de datos.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la versión 18.0 del programa SPSS. Se realizó un análisis descriptivo para cada medida: media y desviación típica (DT) fue calculada para ambos miembros inferiores. Se utilizó el análisis t- test para evitar diferencias significativas en los resultados obtenidos en las mediciones previas e inmediatamente posteriores.

La fiabilidad intraexaminador fue determinada utilizando el ICC. El error estándar de la media (EEM) y el 95% de intervalo de confianza (IC) fue calculado para estimar el error asociado con cada medida.²⁰ Se define como fiabilidad pobre (ICC < 0.50), moderada (ICC 0.50 to 0.75), y buena (ICC > 0.75).²¹ Para conocer la relación de las medidas de goniometría, medida de tape e inclinómetro se realizó un coeficiente de Pearson.

Resultados

Los resultados de media y DT fueron los siguientes: medida de tape 5.12 ± 3.08 cm en la derecha y 5.12 ± 2.80 cm en la izquierda, para el goniómetro fue $45.87^\circ \pm 4.98$ en la derecha y $44.50^\circ \pm 5.54$ en la izquierda y para la aplicación de inclinómetro fue de $46.53^\circ \pm 4.79$ en la derecha y $45.27^\circ \pm 5.19$ en la izquierda (Tabla 1).

Tabla 1. Rangos de Movilidad obtenidos con los test.

Test	Lado	Media \pm DT
Medida de tape	Derecho	$5.12\text{cm} \pm 3.08$
	Izquierdo	$5.12\text{cm} \pm 2.80$
Goniómetro	Derecho	$45.87^\circ \pm 4.98$
	Izquierdo	$44.50^\circ \pm 5.54$
Inclinómetro app	Derecho	$46.53^\circ \pm 4.79$
	Izquierdo	$45.27^\circ \pm 5.19$

T- test no mostró diferencias significativas ni entre miembros inferiores ni entre mediciones.

Los resultados obtenidos con el coeficiente de correlación Pearson se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del coeficiente de correlación Pearsons

	Medida de tape D	Goniómetro D	Inclinómetro D
Medida de tape D		-0,753	-0,049
Goniómetro D	-0,753		0,114
Inclinómetro D	-0,049	0,114	
	Medida de tape I	Goniómetro I	Inclinómetro I
Medida de tape D	0,835	-0,462	-0,443
Goniómetro D	-0,781	0,674	0,575
Inclinómetro D	-0,003	0,228	0,050
	Medida de tape D	Goniómetro D	Inclinómetro D
Medida de tape I	0,835	-0,781	-0,003
Goniómetro I	-0,462	0,674	0,228
Inclinómetro I	-0,443	0,575	0,050
	Medida de tape I	Goniómetro I	Inclinómetro I
Medida de tape I		-0,670	-0,452
Goniómetro I	-0,670		0,447
Inclinómetro I	-0,452	0,447	

Discusión

Los distintos sistemas de medición de dorsiflexión del tobillo muestran una gran variación entre las medidas de correlación. Según Porktney y Watkins (21) los sistemas de medición que muestran una correlación buena son el goniómetro y tape aplicados en miembro inferior derecho (-0,753). El resto de mediciones se sitúan en los rangos pobre y moderado.

En contraste con este estudio, con respecto a las aplicaciones de inclinómetro que se han encontrado, Vohralik y cols. (15) examinaron la aplicación iHandy Level App para medir el rango de movilidad de dorsiflexión de tobillo mostrando buenos resultados respecto a la fiabilidad intraexaminador (0,76 a 0,97), indicando que esta aplicación es fiable y válida para medir el rango de movilidad de dorsiflexión de tobillo.

Wellmont y cols.(16) indican que hay que tener en cuenta la habilidad del examinador a la hora de utilizar las aplicaciones de *Smartphones*. En este estudio, la pérdida de estabilidad unida a una biomecánica alterada debido a la edad pueden ser factores predisponentes que expliquen la ausencia de significancia del coeficiente de correlación de Pearson en el lado derecho con la aplicación de inclinómetro.

La utilización de estos instrumentos de medición se considera de gran importancia debido a la tendencia de monitorizar rangos de movilidad, ya que una disminución del rango de movilidad de flexoextensión de tobillo aumenta la inestabilidad (22), influyendo directamente en la pérdida de estabilidad y siendo ésta directamente proporcional a un aumento del riesgo de caídas en el adulto mayor (23). Se considera necesario ayudar al mantenimiento de las capacidades funcionales como andar, subir escaleras o tener un buen control postural y de la marcha. El número de caídas incrementan día a día en la población mundial, por ello, se considera necesario establecer programas de prevención para reducir este índice utilizando instrumentos y escalas de medición (24).

Una limitación del presente estudio es que fue realizado en sujetos sanos, por tanto, no se puede extrapolar a otro tipo de población. Adicionalmente, una limitación importante es la aparición de fatiga después del estudio, ya que los sujetos permanecieron de pie durante algunos minutos.

Sería interesante realizar futuros estudios sobre estos dispositivos en adultos con patologías específicas y concretas.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio muestran únicamente una buena correlación para la medida de tape y goniómetro en miembro inferior derecho en pacientes ancianos. El resto de mediciones no alcanzan esta correlación siendo moderada o pobre.

Referencias

1. Skarabot J, Beardsley Ch, Hons MA, Stim I. Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(2):203-212.
2. Sacco G, Turpin JM, Marteu A, Sakarovich C, Teboul B, Boscher L, Brocker P, Robert P, Guerin O. Inertial sensors as measurement tools of elbow range of motion in gerontology. *Clin Interv Aging.* 2015;10:491-7.
3. Youdas JW, McLean TJ, Krause DA, et al. Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *J Sport Rehabil.* 2009; 18(3):358-74.
4. Young R, Nix S, Wholohan A, Bradhurt R, Reed L. Interventions for increasing ankle joint dorsiflexion: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2013;6(1):46.
5. Kolb G, Ranberg KA, Jentoft AC, O'Neill D, Topinkova E, Michel JP. Geriatric care in Europe—the EUGMS Survey part I: Belgium, Czech Republic, Denmark, Germany, Ireland, Spain, Switzerland, United Kingdom. *Eur Geriatric Med.* 2011;2(5):290-295.
6. Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Miyakoshi N, Shimada Y, Maekawa S, Okada K, Mizutani Y. Effect of low-intensity back exercise on quality of life and back extensor strength in patients with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int.* 2007; 18(10):1389-95.
7. Yingyongyudha A, Saengsirisuwan V, Panichaporn W, Boonsinsukh R. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) demonstrates higher accuracy in identifying older adult participants with history of falls than do the bestest, Berg Balance Scale, or timed up and go test. *J Geriatr Phys Ther.* 2015 (Epub Ahead of Print).
8. Gajdosik RL, Vander Linden DW, McNair PJ, Williams AK, Riggin TJ. Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(9):973-83.
9. Bakker JP, de Groot IJ, Beleen A, Lankhorst GJ. Predictive factors of cessation of ambulation in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(12):906-12.
10. Venturini C, Ituassú N, Teixeira L, Deus C. Intrarater and interrater reliability of two methods for measuring the active range of motion for ankle dorsiflexion in healthy subjects. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10:407-411.
11. Konor M, Morton S, Eckerson J, Grindstaff T. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(3):279-87.
12. Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly DH, Hall AJ. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):175-180.
13. Kim PJ, Peace R, Mieras J, Thoms T, Freeman D, Page J. Interrater and intrarater reliability in the measurement of ankle joint dorsiflexion is independent of examiner experience and technique used. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011;101(5):407-14.
14. Venturini C, André A, Aguilar BP, Giacomelli B. Reliability of two evaluation methods of active range of motion in the ankle of healthy individuals. *Acta Fisiatr.* 2006;13(1):39-43.
15. Vohralik SL, Bowen AR, Burns J, Hiller CE, Nightingale EJ. Reliability and validity of a Smartphone app to measure joint range. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015;94(4):325-30
16. Wellmon RH, Gulick DT, Paterson ML, Gulick CN. Validity and reliability of two goniometric mobile apps: Device, Application and Examiner Factors. *J Sport Rehabil.* 2015 (Epub ahead of print).
17. Cosby NL, Hertel J. Relationships between measures of posterior talar glide and ankle dorsiflexion range of motion. *Ath Train Sports Health Care.* 2011;3(2):76-85.
18. Calatayud J, Martín F, Gargallo P, García-Redondo J, Colado J, Marín P. The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(2):197-201.
19. Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther.* 2011;16(5):516-519.
20. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):231-240.
21. Portney LG, Watkins MP. Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall; 2009.
22. Cruz-Díaz D, Lomas Vega R, Osuna-Pérez MC, Hita-Contreras F, Martínez Amat A. Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2015;37(7):601-10.
23. Schiller JS, Kramarow EA, Day AN. Fall injury episodes among noninstitutionalized older adults: United States 2001-3. Advance data from vital and health statistics 2007:392.
24. Williams J, Kowal K, Hestekin H, O'Driscoll T, Peltzer K, et al. Prevalence, risk factors and disability associated with fall related injury in older adults in low-and middle-income countries: results from the WHO study on global AGEing and adult health (SAGE). *BMC Med.* 2015;13:147.