

GONIOMETRÍA DEL MOVIMIENTO DE FLEXO-EXTENSIÓN DE TOBILLO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MÉTODO DE REFERENCIAS ÓSEAS Y MÉTODO 0 NEUTRAL

Goniometry of flexion-extension ankle movement: comparative analysis between bone reference method and neutral 0 method

Goniometria do movimento de flexão-extensão do tornozelo: análise comparativa entre o método de referência óssea e o método neutro 0

Franco Catelotti¹, Silvina Trossero², Roxana Alicia Marcos¹, Daniel Romero³, María Silvina Lo Presti⁴, Gladys Barboza⁵

Para la evaluación de la movilidad articular del tobillo existen diversas técnicas, que nos brindan un valor (en grados) de dicha movilidad. Las repercusiones que pueden tener estas diferencias en la técnica sobre cuán confiable es la medición no se han estudiado en detalle. En este estudio nos centramos en el análisis de la influencia de las diferentes técnicas en los valores de la medición. Esto ayudará a que los resultados de la medición del tobillo se realicen con el menor margen de error y sirvan de fundamento para la toma de decisiones sobre el paciente en cuestión.

Conceptos claves:

¿Qué se sabe sobre el tema?

El término goniometría se refiere a la medición de ángulos, particularmente de los ángulos formados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones. La medición goniométrica de la movilidad articular es una técnica directa y objetiva. Representa una parte fundamental de la exploración física detallada, y facilita la identificación de la incapacidad y la valoración de las fases de la rehabilitación. Sin embargo, no existen estudios previos que comparen el método de referencias óseas y el método 0 neutral, los cuales son utilizados para evaluar la amplitud de flexo-extensión de la articulación de tobillo.

¿Qué aporta este trabajo?

Los resultados de este trabajo proporcionan los promedios precisos encontrados en cada método de evaluación y posición que se utilizan en la goniometría de tobillo. Además, proporciona un análisis de estos promedios, detallando qué posiciones y métodos poseen diferencias significativas y los compara en ambos géneros. Estos datos se deben tener en cuenta para que la goniometría de tobillo sea fiable.

1- Lic. Kinesiología y Fisioterapia. Cátedra de Kinesioterapia. Escuela de Kinesiología y Fisioterapia. FCM-UNC. Córdoba, Argentina.

2-Lic. Kinesiología y Fisioterapia. Profesora Adjunta de la Cátedra de Kinesioterapia. Escuela de Kinesiología y Fisioterapia. FCM-UNC. Córdoba, Argentina. <https://orcid.org/0000-0002-6151-5230>

3- Magister en Salud Pública. Profesor de la Cátedra de Bioestadística. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Villa María. Córdoba, Argentina.

4-Dra. en Ciencias Biológicas. Profesora Titular de la Cátedra Metodología de la Investigación y Bioestadística. Escuela de Kinesiología y Fisioterapia. FCM. UNC. Córdoba, Argentina.

5-Lic. en Kinesiología y Fisioterapia. Profesora Titular de la Cátedra de Kinesioterapia. Escuela de Kinesiología y Fisioterapia. FCM. UNC. Córdoba, Argentina. Email de contacto: barboza.gladys@gmail.com

Recibido: 2020-02-11 Aceptado: 2020-09-14

DOI: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v77.n4.27655>



©Universidad Nacional de Córdoba

Resumen

Introducción: En la goniometría de tobillo se utilizan dos métodos diferentes, el método cero neutral (M0N) y el método de referencias óseas (MRO). Además, el M0N tiene un subtipo (M0I), con una técnica diferente. **Objetivo:** Determinar el promedio de la amplitud de flexo-extensión de tobillo, medida en diferentes posiciones corporales, utilizando M0N, M0I y MRO, en adultos jóvenes de ambos sexos, con el objetivo de aportar evidencia para que la goniometría de tobillo sea más fiable. **Material y métodos:** Se estudiaron 190 alumnos de la Escuela de Kinesiología y Fisioterapia, utilizando los tres métodos de medición articular en 4 posiciones corporales diferentes; se evaluó la amplitud de flexo-extensión en un tobillo por alumno. **Resultados:** En la mayoría de las posiciones, las mediciones fueron diferentes en los tres métodos comparados ($P<0,05$). Los métodos M0 y M0I arrojaron resultados similares en algunas comparaciones puntuales. La posición del paciente también influye significativamente en el resultado obtenido. La flexión dorsal de tobillo fue similar entre hombres y mujeres en la mayoría de los métodos y posiciones del paciente, no así la flexión plantar que fue mayor en las mujeres en todos los casos ($P<0,0001$). El valor completo de flexo-extensión, en la mayoría de los casos fue mayor en las mujeres que en los varones ($P<0,001$). **Conclusiones:** Tanto el método como la posición del paciente influyen significativamente en los resultados de la medición goniométrica. El género influye en la amplitud articular de la flexión plantar de tobillo, independientemente del método de medición utilizado.

Palabras clave: artrometría articular; rango del movimiento articular; tobillo; quinesiología aplicada.

Abstract

Introduction: Two different methods are used in goniometry of the ankle: the neutral zero method (N0M) and the bone reference method (BRM). In addition, the N0M has a subtype (N0I), with a different technique. **Purpose:** To determine the average of the amplitude of flexion-extension of the ankle, measured in different body positions, using N0M, N0I and BRM, in young adults of both sexes, with the objective of providing evidence so that the ankle goniometry is more reliable. **Material and methods:** 190 students from the School of Kinesiology and Physiotherapy were studied, using the three methods of joint measurement in 4 different body positions; the amplitude of flex-extension in an ankle per student was evaluated. **Results:** In most positions, the measurements were different in the three methods compared ($P<0.05$). The M0 and M0I methods yielded similar results in some comparisons. The patient's position also significantly influences the result obtained. Dorsal ankle flexion was similar between men and women in most of the methods and positions; the plantar flexion that was greater in women in all cases ($P<0.0001$). The full flex-extension value, in most cases, was higher in women than in men ($P<0.001$). **Conclusions:** Both the method and the patient's position significantly influence the results of the goniometric measurement. Gender influences the joint width of the plantar ankle flexion, regardless of the measurement method used.

Keywords: arthrometry, articular; range of motion, articular; ankle; kinesiology, applied.

Resumo:

Introdução: Dois métodos diferentes são usados na goniometria do tornozelo: o método zero neutro (M0N) e o método de referência óssea (MRO). Além disso, o M0N possui um subtipo (M0I), com uma técnica diferente. **Objetivo:** Determinar a média da amplitude de extensão-flexão do tornozelo, medida em diferentes posições corporais, utilizando M0N, M0I e MRO, em adultos jovens de ambos os sexos, com o objetivo de fornecer evidências para que a goniometria do tornozelo seja mais confiável. **Material e métodos:** foram estudados 190 alunos da Escola de Kinesiologia e Fisioterapia, utilizando os três métodos de medida articular em 4 posições corporais diferentes; foi avaliada a amplitude da flexo-extensão no tornozelo por aluno. **Resultados:** Na maioria das posições, as medidas foram diferentes nos três métodos comparados ($P<0,05$). Os métodos M0 e M0I produziram resultados semelhantes em algumas comparações. A posição do paciente também influencia significativamente o resultado obtido. A flexão do tornozelo dorsal foi semelhante entre homens e mulheres na maioria dos métodos e posições do paciente, mas não a flexão plantar que foi maior nas mulheres em todos os casos ($P<0,0001$). O valor total da flexo-extensão, na maioria dos casos, foi maior em mulheres do que em homens ($P<0,001$). **Conclusões:** O método e a posição do paciente influenciam significativamente os resultados da medida goniométrica. O gênero influencia a largura articular da flexão plantar do tornozelo, independentemente do método de medição utilizado.

Palavras-chave: artrometria articular; amplitude de movimento articular; tornozelo; cinesiologia aplicada.

INTRODUCCIÓN

El término goniometría deriva de dos palabras griegas: *gonia*, que significa ángulo y *metron*, que significa medir. Por lo tanto, goniometría se refiere a la medición de ángulos y particularmente a los ángulos formados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones ⁽¹⁾. Es una técnica de análisis que permite cualificar y cuantificar el movimiento del eje articular y las deformaciones ortopédicas, así como detectar los episodios de dolor y las sensaciones al final de un movimiento. Representa una parte de la exploración física detallada y facilita la identificación de la incapacidad y la valoración de las fases de la rehabilitación ⁽²⁾.

Los diferentes métodos individuales de medición y registro de la función articular varían considerablemente y, cuando se agrupan, pueden ser confusos. Por lo tanto, para ser de valor, los registros deben ser uniformes y todos los miembros del equipo de salud deben usar la misma nomenclatura al registrar sus recomendaciones. La goniometría se ha hecho lo más simple y objetiva posible, para cubrir los detalles más finos de la medición conjunta ⁽³⁾. Es fácil determinar el déficit funcional de la movilidad articular de las extremidades y columna, mediante un goniómetro universal, comparando los resultados con tablas de valores normales con valores de amplitud de individuos de la misma edad y sexo ⁽⁴⁻⁶⁾. Pero a veces no es posible realizar estas comparaciones, ya que no han sido establecidos los valores para todos los grupos de edad y sexo, tampoco estos valores estandarizados aclaran la posición del sujeto durante la prueba, el método de medición o el tipo de instrumento que utilizaron. Aunque en estos casos la amplitud obtenida de la articulación contralateral del mismo individuo siempre será la considerada como normal, si es que la misma está sana ⁽¹⁾, se deberían estudiar estas relaciones con mayor profundidad, y obtener las medias para las distintas poblaciones. Si bien, la fiabilidad y la validez de las medidas goniométricas para evaluar la amplitud de movimiento han sido ampliamente investigadas y sus resultados son diversos, todos ellos coinciden en cuanto a la fiabilidad en la medición de las articulaciones de los miembros superiores e inferiores, la que es considerada de buena a excelente ⁽¹⁾.

En el presente trabajo nos centramos en la articulación del tobillo, que es una estructura fundamental del sistema musculoesquelético, necesaria para la marcha y la carrera ⁽⁷⁾. Su movilidad ha sido motivo de estudio, especialmente el rango de movimiento de la flexión dorsal de tobillo, la cual se identifica como un parámetro importante en la evaluación del deportista ^(8,9). La articulación del tobillo o tibiotarsiana es una tróclea, lo que significa que prácticamente posee un único grado de movimiento, la flexo-extensión, el cual tiene lugar alrededor del eje transversal conocido como eje bimalleolar.

El valor del rango de movimiento articular depende de la bibliografía consultada: La flexión dorsal del tobillo se define como el movimiento que aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna. La flexión dorsal es de entre 20/30° con una amplitud mínima necesaria para la marcha de 10° ⁽¹⁰⁾, 20/30° ^(6,7), 20° ⁽¹⁾ y 25° ⁽⁵⁾, dependiendo del autor consultado (**tabla 1**). A la inversa, la flexión plantar del tobillo se define como el movimiento que aleja el dorso del pie de la cara anterior o ventral de la pierna. El rango de movimiento articular de flexión plantar es de entre 40 y 50° con una amplitud mínima necesaria para realizar una marcha fisiológica de 20° ⁽¹⁰⁾, 40/50° ⁽⁷⁾, 40-50-56,1° ⁽¹⁾, 50° ⁽⁶⁾, y 45° ⁽⁵⁾, según la bibliografía consultada.

Tabla 1: Promedio de los valores teóricos, según la bibliografía de referencia.

Movimientos del tobillo	Autores	
	Kapandji ⁽⁷⁾	Norkin ⁽¹⁾
Flexión	20-30°	20°
Extensión	40-50°	40-50-56°
Amplitud total	60/80°	60/76,1°

Existen en la actualidad diferentes métodos, y posiciones que adopta el examinado ^(11,12), para realizar la medición goniométrica articular, dos de los cuales hacen referencia al uso del goniómetro universal: 1) Método del cero neutral (M0N), y 2) Método de referencias óseas sin tener en cuenta el cero (MRO) ⁽¹³⁾ (**figura 1**). En el método cero neutral, descrito por primera vez en 1923, por Silver ⁽¹⁾. La posición de referencia para la medición comienza a partir de la posición 0, también conocida como posición neutra. Se lo considera el método de elección en la actualidad ⁽⁶⁾. Este se basa en la medición de los movimientos que

ocurren en cada uno de los tres ejes que cortan perpendicularmente los tres planos del espacio a partir de la posición neutra o posición 0, en la cual todas las articulaciones se encuentran en extensión, salvo el tobillo, donde la posición 0 se verifica en 90° de flexión. El M0N es el que ha adoptado la Asociación Médica Americana para la redacción de las Guías para la Evaluación de Incapacidades Permanentes en los EE.UU. y está basado en los estudios realizados por la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos. En Europa, el Método del Cero Neutro ha sido promovido por la prestigiosa Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis de Suiza ^(1,6). En el MRO, sin relación con el cero, los ángulos se definen a partir de referencias óseas, como el peroné, el maléolo lateral y apófisis estiloides del quinto metatarsiano ⁽¹⁴⁾. No se hallaron estudios que comparen el MRO y el M0N, utilizados para la medición de la articulación de tobillo. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el rango de movilidad articular en el complejo articular de tobillo con los métodos M0N, y su subtipo método 0 en la intersección (M0I), y el MRO, y analizar las diferencias de los valores obtenidos en la medición del rango articular utilizando los tres métodos. Nuestra hipótesis fue que la amplitud articular de la flexo-extensión de tobillo se encuentra influenciada significativamente tanto por la posición del paciente como por el método utilizado en la goniometría, cuyos valores medios son más fiables cuando se reproducen las mediciones con un mismo método y posición adoptada por el paciente previamente. Mediante los aportes de este trabajo, esperamos que la goniometría sea más objetiva, fiable y reproducible, contribuyendo además en la obtención de valores de referencia para adultos jóvenes de ambos sexos para cada uno de los métodos de medición utilizados.

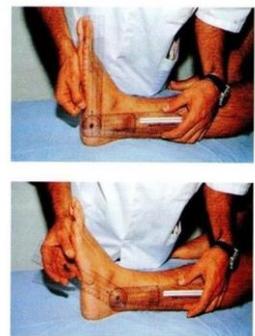


Figura 1: Métodos de medición goniométrica de la articulación de tobillo: A) Método del cero neutral (M0N), B) Método de referencias óseas sin tener en cuenta el cero (MRO) ⁽¹⁴⁾.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional descriptivo, de corte transversal. Participaron en este trabajo, estudiantes universitarios entre 18 y 30 años de edad, de la Escuela de Kinesiología y Fisioterapia. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

- **Criterios de inclusión:** Estudiantes con capacidad de consentir en la participación del estudio.
- **Criterios de exclusión:**

- 1) Presencia de enfermedad sistémica aguda.
- 2) Dolor crónico en tobillo.
- 3) Lesión traumática en los últimos doce meses o intervención quirúrgica previa en la región.
- 4) Individuo bajo tratamiento farmacológico con corticoides, AINEs y/o anticoagulantes.

Procedimiento

Para la medición de los ángulos de flexión y extensión de tobillo, se utilizó goniómetro universal mediano. Las mediciones se realizaron en diferentes posturas: sedestación y decúbito en camilla. La medición goniométrica en cada sujeto fue realizada por dos instructores de la asignatura de Kinesioterapia, Escuela de Kinesiología y Fisioterapia, Universidad Nacional de Córdoba. Uno de ellos realizó la medición y otro el registro de los datos en la planilla, quedando un tercero como observador. Se informó a cada sujeto en qué consistió el estudio, y éste consintió en ser evaluado.

GONIOMETRÍA DE TOBILLO

Técnica de goniometría de tobillo

Se realizó la goniometría de la movilidad pasiva de uno de los tobillos de cada alumno. Se consideraron cuatro posiciones del paciente para medir flexión dorsal y plantar:

1. Decúbito supino, con rodilla extendida (DS RE) y el pie situado fuera del plano de examen.
2. Decúbito supino con rodilla flexionada (DS RF) con una cuña por debajo de la misma con el objetivo de relajar el tríceps sural.
3. Sedestación (SED) con las piernas fuera de la camilla, rodilla flexionada a 90°; el pie a 90° con respecto de la pierna.
4. Decúbito prono (PRON) con rodilla flexionada a 90° y el pie situado a 90° con respecto a la pierna.

Como puede observarse en la figura 1, la alineación del goniómetro depende del método y la técnica.

Método 0 neutral (MON):

1- Método 0, propiamente dicho (M0)

- Eje: colocado sobre el vértice del maléolo externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo la cabeza del peroné.
- Brazo móvil: se alinea paralelamente con la línea media longitudinal del quinto metatarsiano.

2- Método 0, con intersección (M0I). En este trabajo se analizaron los datos de este subtipo, como si fuera un método diferente, ya que su técnica es distinta, aunque es parte del mismo método.

- Eje: colocado en la intersección de la línea plantar y la línea longitudinal de la pierna que pasa por el maléolo externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo la cabeza del peroné.
- Brazo móvil: se alinea paralelamente a la línea plantar.

Método de Referencias óseas sin tener en cuenta el 0° (MRO):

- Eje: colocado sobre el vértice del maléolo externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo la cabeza del peroné.
- Brazo móvil: se alinea paralelamente con la línea media longitudinal del quinto metatarsiano.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó la Prueba Kruskal Wallis; utilizando como variable cuantitativa los grados de movimiento de flexo-extensión de tobillo (flexión dorsal, flexión plantar y flexo-extensión total), se compararon los promedios de cada método y cada posición del paciente. Se utilizó la Prueba de Wilcoxon para muestras independientes para la comparación de los rangos de movimiento según el género de los estudiantes. Los datos fueron procesados mediante el software InfoStat⁽¹⁵⁾. Se consideraron diferencias significativas cuando $P < 0,05$.

Aspectos éticos

Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

Participaron 190 alumnos, de los cuales 126 fueron mujeres y 64 fueron hombres. La edad promedio, según el género fue de $21,02 \pm 2,42$ años en mujeres y $21,36 \pm 2,19$ años en hombres.

En relación con la medición del rango de movimiento articular, se encontró que el mismo varía al comparar los diferentes métodos (tabla 2). En la mayoría de las posiciones, la flexión dorsal, la flexión plantar y la flexo-extensión total fueron diferentes en los tres métodos de medición ($P < 0,05$). Los métodos M0 y M0I arrojaron resultados similares solo al medir la flexión dorsal en sedestación y en decúbito supino con la rodilla flexionada y al medir la amplitud de flexo-extensión total en las posiciones de sedestación y decúbito prono.

En cuanto a las diferentes posiciones del paciente, como puede observarse en la tabla 3, este es un parámetro para tener en cuenta a la hora de informar el resultado, ya que algunas posiciones influyen significativamente en la medición. Particularmente, en el MRO, la flexión dorsal y, por lo tanto, la flexo-extensión total de la articulación es mayor en posición decúbito supino con la rodilla extendida que en el resto de las posiciones ($P < 0,05$). En M0 y M0I, por otro lado, la flexión

dorsal es mayor en sedestación y en posición decúbito prono que en decúbito supino ($P < 0,05$).

La comparación de los diferentes rangos de movimiento según el género (tabla 4), dio como resultado que la flexión dorsal de tobillo fue estadísticamente similar ($P > 0,05$) en hombres y en mujeres en la mayoría de los métodos y posiciones del paciente, no así la flexión plantar que fue mayor en las mujeres en todos los casos ($P < 0,0001$). Cuando se toma el valor completo de flexo-extensión, en todos los casos fue mayor en las mujeres que en los varones ($P < 0,001$), a excepción de la posición decúbito supino, ya sea con la rodilla flexionada o con la rodilla extendida, que con el MRO fue similar en ambos géneros.

Tabla 2: Comparación de los promedios de amplitud de movimiento articular en función del método de medición.

Posición	Método	Flexión dorsal	Flexión plantar	Flexo-extensión total
DS-RE	M0	9,58 ± 6,86 a	58,36 ± 10,83 a	67,95 ± 13,96 a
	M0I	7,36 ± 7,56 b	54,35 ± 10,91 b	61,72 ± 13,30 b
	MRO	107,86 ± 10,36 c	161,48 ± 8,85 c	269,34 ± 15,07 c
DS-RF	M0	10,39 ± 6,22 a	57,30 ± 11,13 a	67,69 ± 11,74 a
	M0I	10,75 ± 6,22 a	53,13 ± 9,61 b	63,88 ± 11,55 b
	MRO	99,18 ± 9,47 b	160,35 ± 9,54 c	259,54 ± 13,79 c
SED	M0	11,86 ± 5,99 a	57,75 ± 12,06 a	69,61 ± 12,67 a
	M0I	12,46 ± 5,21 a	53,77 ± 10,64 b	66,23 ± 12,72 a
	MRO	97,08 ± 10,86 b	160,19 ± 10,09 c	257,27 ± 14,49 b
PRON	M0	13,96 ± 12,60 a	56,57 ± 13,02 a	70,53 ± 15,97 a
	M0I	16,28 ± 8,16 b	52,59 ± 14,23 b	68,88 ± 19,48 a
	MRO	94,01 ± 10,63 c	160,42 ± 10,16 c	254,43 ± 15,11 b
Se muestra media ± desvío estándar de la amplitud de movimiento articular (en grados).				
DS-RE: Decúbito supino, rodilla extendida; DS-RF: Decúbito supino, rodilla flexionada; SED: Sedestación; PRON: Decúbito prono.				
Dentro de cada posición, comparación entre métodos: las medias con letras distintas son significativamente diferentes (Prueba de Kruskal Wallis; $P < 0,05$).				

Tabla 3: Comparación de los promedios de amplitud de movimiento articular en las diferentes posiciones estudiadas.

Posición	Método	Flexión dorsal	Flexión plantar	Flexo-extensión total
M0	DS-RE	9,58 ± 6,86 ^a	58,36 ± 10,83 ^a	67,95 ± 13,96 ^a
	DS-RF	10,39 ± 6,22 ^a	57,30 ± 11,13 ^a	67,69 ± 11,74 ^a
	SED	11,86 ± 5,99 ^b	57,75 ± 12,06 ^a	69,61 ± 12,67 ^a
	PRON	13,96 ± 12,60 ^b	56,57 ± 13,02 ^a	70,53 ± 15,97 ^a
MOI	DS-RE	7,36 ± 7,56 ^a	54,35 ± 10,91 ^a	61,72 ± 13,30 ^a
	DS-RF	10,75 ± 6,22 ^b	53,13 ± 9,61 ^a	63,88 ± 11,55 ^{ab}
	SED	12,46 ± 5,21 ^c	53,77 ± 10,64 ^a	66,23 ± 12,72 ^{bc}
	PRON	16,28 ± 8,16 ^d	52,59 ± 14,23 ^a	68,88 ± 19,48 ^c
MRO	DS-RE	107,86 ± 10,36 ^c	161,48 ± 8,85 ^a	269,34 ± 15,07 ^c
	DS-RF	99,18 ± 9,47 ^b	160,35 ± 9,54 ^a	259,54 ± 13,79 ^b
	SED	97,08 ± 10,86 ^b	160,19 ± 10,09 ^a	257,27 ± 14,49 ^{ab}
	PRON	94,01 ± 10,63 ^a	160,42 ± 10,16 ^a	254,43 ± 15,11 ^a

Se muestra media ± desvío estándar de la amplitud de movimiento articular (en grados).

DS-RE: Decúbito supino, rodilla extendida; DS-RF: Decúbito supino, rodilla flexionada; SED: Sedestación; PRON: Decúbito prono.

Dentro de cada método, comparación entre posiciones: las medias con letras distintas son significativamente diferentes (Prueba de Kruskal Wallis; P<0,05).

DISCUSIÓN

La medición de la flexo-extensión de la articulación del tobillo se realiza de forma rutinaria como parte de un examen estático de las extremidades inferiores para el diagnóstico del equinismo, la evaluación de los programas de estiramiento de los músculos de la pantorrilla y la evaluación de la disfunción después de un daño traumático en la región articular del tobillo (2,3,5). Para que las técnicas goniométricas sean capaces de proporcionar datos significativos, las mediciones deberán ser válidas y fiables. En una medición goniométrica la validez es aquella que representa realmente el ángulo articular real, o la amplitud total del movimiento (1). La validez relativa puede valorarse de forma objetiva a través de análisis estadísticos, así como a través de imágenes radiográficas (1). Se considera que una medición goniométrica es fiable cuando las sucesivas determinaciones del ángulo articular, en el mismo sujeto y en las mismas condiciones, obtienen los mismos resultados. Los resultados con escasa fiabilidad contienen errores de medición significativos y no sirven de fundamento para la toma de decisiones (1). Algunos estudios de investigación han sugerido que la goniometría es un procedimiento poco fiable (16,17), ya que la alineación incorrecta del goniómetro, las variaciones en la fuerza manual, las ubicaciones anatómicas debajo de la superficie de la piel por palpación, y el marcado de las líneas de referencia, son todas fuentes de variación y contribuyen al error goniométrico (18). Sin embargo, la fiabilidad y la validez de las medidas goniométricas para evaluar la amplitud de movimiento han sido investigadas y, como se mencionó anteriormente, su fiabilidad en la medición de las articulaciones de los miembros superiores e inferiores es considerada de buena a excelente (1).

Hay que recordar que para que los valores de la goniometría sean fiables y válidos, los registros deben ser uniformes y todos los miembros del equipo de salud deben usar la misma nomenclatura al registrar sus recomendaciones (3). La única forma de obtener un alto nivel de precisión es comprender completamente las diferentes fuentes de error y variabilidad y estandarizar tantos elementos como sea posible para reducir el número de variables que influyen en la medición (13,19). Esto significa que la goniometría realizada con una técnica correcta es fiable para la medición de las articulaciones, principalmente de los miembros inferiores y superiores.

Sin embargo, para la medición del tobillo existen diferentes métodos y posiciones de evaluación; la repercusión que pueden tener estas diferencias en la técnica sobre la fiabilidad de la medición, no se ha estudiado en detalle. Por esta razón, en este trabajo nos centramos en el análisis de la influencia de los diferentes métodos y posiciones adoptadas por el examinado, teniendo en cuenta la fiabilidad de los resultados, comparando las medias obtenidas. De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontraron combinaciones de métodos y posiciones en las que los promedios son estadísticamente iguales, pero en la mayoría de los casos el cambio de método o posición altera los resultados obtenidos de manera significativa. Debido a que los valores encontrados en la goniometría están dentro del rango de los valores teóricos que se hallaron en la bibliografía de referencia (1,5,7), no podemos descartar o recomendar la utilización de un método o posición específica, ya que los valores en los diferentes métodos poseen validez (12). Sin embargo, a la hora de tener en cuenta el valor goniométrico de un paciente para tomar decisiones terapéuticas, se debe elegir el mismo método y la misma posición. Esta información debe estar consignada en la historia clínica, ya que la comparación que se realizó en el presente trabajo entre los métodos y las diferentes posiciones adoptadas por el paciente en el momento de la medición, en la mayoría de los casos, demuestra diferencias. Esto quiere decir que no habrá fiabilidad en la medición si un paciente es primero estudiado con un método o posición, y luego con otro. Aunque no existe una posición estandarizada del paciente, se recomienda la posición en prono con rodilla flexionada en 90°, la cual es más adecuada para relajar la musculatura de la pantorrilla, siendo la posición en supino, con la rodilla totalmente extendida, la más utilizada (20). Sin embargo, si se quiere evaluar la flexibilidad del tríceps sural, se recomienda la dorsiflexión de tobillo con rodilla extendida mediante el Test de la zancada modificada para los gemelos, y la dorsiflexión con rodilla flexionada mediante el Test de la zancada para el sóleo (8). Ya que existen diferencias de género y relacionadas con la edad en el rango de movimiento de la articulación del tobillo (21), y que no han sido establecidos los valores para todos los grupos de edad y sexo (1), los datos del presente trabajo podrán considerarse en como valores de referencia para adultos jóvenes entre 18 y 30 años. La influencia del género fue muy marcada en los presentes resultados, ya que, en la

Tabla 4: Comparación de las diferentes mediciones según el género.

Método	Posición	Mujeres	Hombres	P
M0	DS-RF-FD	10,88 ± 6,11	9,44 ± 6,36	0,085
	DS-RF-FP	60,06 ± 10,74	51,88 ± 9,89	<0,0001
	DS-RF-Total	70,94 ± 10,74	61,31 ± 11,07	<0,0001
	DS-RE-FD	10,12 ± 7,02	8,53 ± 6,46	0,1479
	DS-RE-FP	61,51 ± 10,05	52,17 ± 9,64	<0,0001
	DS-RE-Total	71,63 ± 13,44	60,70 ± 12,06	<0,0001
	PRON-FD	13,67 ± 7,34	14,53 ± 19,20	0,3638
	PRON-FP	59,73 ± 13,01	50,34 ± 10,67	<0,0001
	PRON-Total	73,40 ± 11,52	64,88 ± 21,29	<0,0001
	SED-FD	12,06 ± 6,23	11,45 ± 5,52	0,4638
	SED-FP	60,63 ± 11,93	52,06 ± 10,22	<0,0001
	SED-Total	72,70 ± 12,20	63,52 ± 11,38	<0,0001
MOI	DS-RF-FD	11,60 ± 6,02	9,09 ± 6,33	0,0035
	DS-RF-FP	55,49 ± 8,96	48,48 ± 9,22	<0,0001
	DS-RF-Total	67,09 ± 10,56	57,58 ± 10,87	<0,0001
	DS-RE-FD	7,21 ± 4,41	7,67 ± 11,52	0,127
	DS-RE-FP	57,70 ± 9,70	47,77 ± 10,21	<0,0001
	DS-RE-Total	64,90 ± 9,95	55,44 ± 16,54	<0,0001
	PRON-FD	17,31 ± 8,91	14,27 ± 6,02	0,0157
	PRON-FP	56,87 ± 14,52	44,17 ± 8,94	<0,0001
	PRON-Total	74,18 ± 20,84	58,44 ± 10,46	<0,0001
	SED-FD	12,67 ± 5,31	12,05 ± 5,02	0,3668
	SED-FP	56,68 ± 9,94	48,03 ± 9,65	<0,0001
	SED-Total	69,36 ± 12,29	60,08 ± 11,31	<0,0001
MRO	DS-RF-FD	97,94 ± 9,00	101,63 ± 9,96	0,0158
	DS-RF-FP	162,57 ± 9,57	155,98 ± 7,87	<0,0001
	DS-RF-Total	260,52 ± 13,96	257,61 ± 13,36	0,1442
	DS-RE-FD	107,17 ± 10,15	109,23 ± 10,71	0,2423
	DS-RE-FP	163,52 ± 8,68	157,45 ± 7,79	<0,0001
	DS-RE-Total	270,69 ± 14,75	266,69 ± 15,46	0,0852
	PRON-FD	93,63 ± 11,42	94,77 ± 8,89	0,7091
	PRON-FP	163,73 ± 9,13	153,91 ± 8,91	<0,0001
	PRON-Total	257,36 ± 14,83	248,67 ± 14,05	<0,0001
	SED-FD	96,92 ± 11,88	97,39 ± 8,57	0,9621
	SED-FP	162,93 ± 9,51	154,81 ± 9,06	<0,0001
	SED-Total	259,85 ± 15,18	252,20 ± 11,53	0,0002

Se muestra media ± desvío estándar de la amplitud de movimiento articular (en grados).

DS-RE: Decúbito supino, rodilla extendida; DS-RF: Decúbito supino, rodilla flexionada; SED: Sedestación; PRON: Decúbito prono. FD: flexión dorsal; FP: flexión plantar.

Comparación entre géneros: Prueba de Wilcoxon para muestras independientes; se muestran en negrita los valores con diferencias significativas entre hombres y mujeres (P<0,05).

mayoría de los casos, el rango de flexo-extensión total fue mayor en las mujeres que en los hombres.

Futuras investigaciones son necesarias para lograr un mayor análisis enfocado en la posición biomecánica óptima tanto del paciente como del terapeuta, y para el análisis de la necesidad o no de una medición más funcional, por ejemplo, en carga y en forma activa de la articulación del tobillo, como algunos autores lo hicieron en grupos de deportistas^(8,10,22).

CONCLUSIONES

Tanto el método como la posición del paciente influyen significativamente en los resultados de la medición goniométrica. El género influye en la amplitud articular de la flexión plantar de tobillo, independientemente del método de medición utilizado. Para que la medición sea más fiable se recomienda que sea aclarado el método y la posición utilizada en la medición. Si el paciente en cuestión necesita ser evaluado por otro profesional, esto ayudará a que la medición sea con el menor margen de error y más fiable. También se debe tener en cuenta el género del paciente, principalmente para considerar la normalidad en la amplitud de flexión plantar de tobillo, la que es mayor en mujeres. Los valores encontrados en el presente trabajo pueden ser considerados como valores de referencia para cada método/posición en adultos jóvenes de ambos sexos.

Agradecimientos: A los ayudantes alumnos de la cátedra de Kinesioterapia de la Escuela de Kinesiología y Fisioterapia, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Martín Aguado, Leonardo Alfaro, Santiago Jesús Alirobles, José Ignacio Morales Cheein, Virginia María Gachon, María Constanza Gervasoni y Cristian Quinteros, así como también al Lic. Juan Ignacio Cuello. Todos ellos colaboraron en la organización de los estudiantes para la medición, en la recopilación de datos, y ayudaron a los instructores docentes a tomar las mediciones y en el registro de los datos.

Limitaciones de responsabilidad

La responsabilidad del trabajo es exclusivamente de los autores.

Conflictos de interés

Ninguno.

Fuentes de apoyo

No posee.

Originalidad del trabajo

Este artículo es original y no ha sido enviado para su publicación a otro medio de difusión científica en forma completa ni parcialmente.

Cesión de derechos

Los participantes de este trabajo ceden el derecho de autor a la Universidad Nacional de Córdoba para publicar en la Revista de la Facultad de Ciencias Médicas y realizar las traducciones necesarias al idioma inglés.

Participación de los autores

Todos los autores han participado en la concepción del diseño, recolección de la información y elaboración del manuscrito, haciéndose públicamente responsables de su contenido y aprobando su versión final.

Bibliografía

1. Norkin C, White D. *Goniometría. Evaluación de la movilidad articular*. 1ra. ed. España: Marbán; 2006.
2. Royer A, Cecconello R. *Exploración articular clínica y goniométrica. Generalidades. Enciclopedia Médico-Quirúrgica*. Elsevier, 2004. 26-008-A-10.
3. Cave EF, Roberts SM. *A Method for measuring and recording joint function*. *J Bone Jt Surg*. 1936;18(2):455-65.
4. Hueso Calvo R, Marín Zurdo J. *Valoración de una nueva herramienta, para el estudio del movimiento, en la valoración del daño corporal*. *Trauma Fund MAPFRE*. 2011; 22(4):219-25.

5. Ley 34/2003. *Modificación y adaptación a la normativa comunitaria de la legislación de seguros privados*. BOE, núm. 265, de, páginas 39190 a 39220 (Nov. 4, 2003).
6. Taboadela CH. *Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. 1ra ed. Buenos Aires: Asociart ART, 2007.
7. Kapandji AI. *Fisiología articular, miembro inferior*. Tomo II. 5ta. ed. Madrid: Panamericana; 2010.
8. Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. *Clasificación de los valores de rango de movimiento de la extremidad inferior en jugadores de fútbol de sala*. *Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*. 2016; 6(1):41-50.
9. Rodríguez Fernández AL, Nectalí Torrijos MA, de Cea Arenas R, Martín Abad J, Benito Sánchez AM, Álvarez Martín L. *Datos normativos para la elongación del músculo tríceps sural mediante goniometría*. *Fisioterapia*. 2003;25(1):35-43.
10. Jiménez Leal R, Iglesias Cegrí A. *Revisión de la medición goniométrica del tobillo*. *Rev Esp Podol*. 2012;23(1):30-2.
11. Kim PJ, Peace R, Mieras J, Thoms T, Freeman D, Page J. *Intrater 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.
12. Gómez-Jiménez F, Ayala, Cejudo A, Sainz de Baranda P, Santonja F. *Efecto del nivel de experiencia clínica del examinador sobre la validez de criterio y fiabilidad inter-sesión de cinco medidas del rango de movimiento de la flexión dorsal del tobillo*. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2015;15(3):123-34.
13. Rome K. *Ankle joint dorsiflexion measurement studies. A review of the literature*. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1996;86(5):205-11.
14. Delarque A, Mesure S, Rubino T, Curvale G, Bardot A. *Evaluación articular del tobillo y pie en el adulto*. *Enciclopedia médico quirúrgica*. Elsevier. Francia 2006.
15. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. *InfoStat versión 2018*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
16. Martín RL, McPoil TG. *Reliability of ankle goniometric measurements: a literature review*. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2005; 95(6):564-72.
17. Darrach J, Wiart L, Gorter JW, Law M. *Stability of serial range-of-motion measurements of the lower extremities in children with cerebral palsy: can we do better?*. *Phys Ther*. 2014; 94(7):987-95.
18. Charles J. *The design, development, and reliability testing of a new innovative device to measure ankle joint dorsiflexion*. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016;106(5):338-43.
19. Fraser JJ, Koldenhoven RM, Saliba SA, Hertel J. *Reliability of ankle-foot morphology, mobility, strength, and motor performance measures*. *Int J Sports Phys Ther*. 2017;12(7):1134-49.
20. Calvo Guisado MJ, Díaz Borrego P, González García de Velasco J, Fernández Torrico JM, Conejero Casares JA. *Tres técnicas de medición de la flexión dorsal del tobillo: fiabilidad inter e intraobservador*. *Rehabilitación (Madr)*. 2007;41(5):200-6.
21. Grimston SK, Nigg BM, Hanley DA, Engsborg JR. *Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age*. *Foot Ankle*. 1993;14(4):215-22.
22. San José Barragán I, Pérez de Caballero Valenzuela E. *Método de valoración activo y pasivo de la dorsiflexión de tobillo en futbolistas*. Trabajo final de Grado. Grado de Podología UB. Universidad de Barcelona; 2015.