



ORIGINAL

Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación del tiempo de propiocepción inconciente en adultos sanos



Nicolás Hernández^a, Guillermo Álvarez^a, Franklyn Bravo^a, José Carlo Vieira^a, Eduardo Antonio Reina^b y Juan Manuel Herrera^{c,*}

^a Posgrado de Ortopedia y Traumatología Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia

^b Medicina Física y Rehabilitación Fundación CIMB, Bogotá, Colombia

^c Cirugía de Pie y Tobillo Clínica Universitaria El Bosque / Fundación CIMB, Bogotá, Colombia

Recibido el 1 de septiembre de 2017; aceptado el 22 de noviembre de 2017

Disponible en Internet el 10 de febrero de 2018

PALABRAS CLAVE

Propiocepción;
Semiología;
Prueba de Romberg;
Miembros inferiores

Resumen

Introducción: La propiocepción es la capacidad que tiene el cuerpo para detectar el movimiento y la posición articular, lo cual tiene grandes implicaciones en el control neuromuscular. Actualmente no hay una prueba clínica estandarizada que permita determinar objetivamente la normalidad en su evaluación en la población sana con un patrón de marcha maduro. En el año 2012 se diseñó un signo clínico denominado prueba de Romberg modificada, que permite caracterizar los valores propioceptivos de la población normal en los miembros inferiores.

Materiales y métodos: Estudio de cohorte transversal ciego de 163 pacientes. Se excluyeron pacientes con algún tipo de lesión osteoarticular o neuropatía periférica en los miembros inferiores. Estos individuos se sometieron a la prueba de Romberg modificada, registrando su valor en segundos en el miembro inferior derecho e izquierdo, y comparándolas con la edad, lateralidad y el sexo.

Resultados: Al estratificar los sujetos evaluados por grupos etarios, se observó una relación inversamente proporcional entre la prueba de Romberg modificada y la edad. La lateralidad y el sexo no presentaron una diferencia significativa ($p=0,53$).

Discusión: La prueba de Romberg modificada, es una prueba útil para la determinación de la propiocepción normal en los adultos, la cual disminuye con la edad sin presentar diferencias con respecto a la lateralidad o el sexo del individuo.

Nivel de evidencia: IV

© 2018 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: herrerajuanm@unbosque.edu.co (J. Manuel Herrera).

KEYWORDS

Proprioception;
Semiology;
Romberg's Test;
Lower limbs

Validation of a Modified Romberg's Test to determine normal adult lower limb unconscious proprioception times

Abstract

Background: Proprioception is considered the ability of the body to detect movement and joint position, and has great implications in neuromuscular control. There are currently no standardised clinical tests to objectively determine how much should be considered normal in its evaluation in the healthy population with a mature gait pattern. In 2012, a clinical sign called the modified Romberg test was designed to determine the proprioceptive values in the lower limbs of the normal population.

Materials and methods: A cross-sectional blind study was conducted on a cohort of patients with no history of osteoarticular injury in the lower limbs and no peripheral neuropathy. The subjects underwent the modified Romberg test, with a record made of its value in seconds in the lower right and left limbs, and comparing them with age, laterality, and gender.

Results: The study included 163 patients. On stratifying the subjects evaluated according to age groups, a tendency to decrease the modified Romberg test result with increased age was observed. According to the analysis, it can be observed that the proprioception of a limb does not have a significant difference ($P=.53$) with respect to the contralateral limb (laterality) or gender, but there is with respect to age.

Discussion: The modified Romberg test result of 20 seconds is a useful tool for the determination of normal proprioception in adults. This value decreases with age, without showing differences as regards the laterality or gender of the subject.

Evidence Level: IV.

© 2018 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La propiocepción se considera la capacidad que tiene el cuerpo para detectar el movimiento y la posición articular, lo cual tiene grandes implicaciones en el control neuromuscular al mejorar la eficiencia al realizar movimientos o gestos deportivos, así como en la protección articular al activar componentes dinámicos protectores frente a un traumatismo¹.

La propiocepción depende de estímulos sensoriales procedentes de los sistemas visual, auditivo y vestibular, de los receptores cutáneos, articulares y musculares, que son responsables de traducir actos mecánicos ocurridos en los tejidos en señales neurológicas².

La propiocepción se caracteriza como una variación especializada del tacto, la cual incluye la habilidad para detectar tanto la posición como el movimiento articular. La propiocepción ocurre por una compleja integración de impulsos somatosensoriales (conscientes e inconscientes), los cuales se transmiten por medio de mecanorreceptores y permiten el control neuromuscular de parte del atleta³.

La estabilidad dinámica articular es el resultado de un preciso control neuromotor de los músculos esqueléticos que atraviesan las articulaciones. La activación muscular puede ser iniciada consciente (orden voluntaria directa) o inconscientemente, y automáticamente (como parte de un programa motor o en respuesta a un estímulo sensorial). El término control neuromuscular se refiere específicamente a la activación inconsciente de los limitantes dinámicos que rodean a una articulación^{4,5}.

Existen tres clases de mecanorreceptores periféricos, los cuales incluyen receptores musculares, articulares y cutáneos que responden a la deformación mecánica producida en los tejidos, la cual se envía al sistema nervioso central a partir de tres sensaciones básicas que son la presión, la posición y la vibración. Las vías aferentes propioceptivas incluidas en los fascículos de Goll y Burdach del cordón posterior de la médula espinal crean sinapsis en el asta dorsal de la médula espinal y de allí pasan directamente o por medio de las interneuronas a las neuronas alfa y gamma en el asta anterior de la médula espinal para generar el reflejo propioceptivo protector primordialmente mono-sináptico ipsilateral. La información aferente también es procesada y modulada en otros centros de control en el sistema nervioso central, como son el cerebelo y la corteza. Trabajando en forma completamente inconsciente, el cerebelo tiene un rol esencial en la planificación y modificación de las actividades motoras. El cerebelo está dividido en tres áreas funcionales. La primera es el vestíbulo-cerebelo, responsable de controlar los músculos axiales primarios que tienen que ver con el equilibrio postural mientras que la segunda división, el cerebro-cerebelo, está involucrada en la planificación e iniciación de movimientos que requieren precisión, rapidez y destreza. La tercera división, el espino-cerebelo, recibe información aferente somatosensorial, visual y vestibular, y sirve para ajustar movimientos a través de conexiones con el bulbo raquídeo y la corteza motora. Adicionalmente, esta división regula el tono muscular por medio de motoneuronas gamma. A partir de lo anterior, los tres tipos de mecanorreceptores tienen un rol

interactivo en el mantenimiento de la estabilidad articular.

Comprender mejor el funcionamiento de la propiocepción, sobre todo en los miembros inferiores, permite crear esquemas terapéuticos que nos permitan mejorarla o restaurarla con aplicabilidad en el entrenamiento de deportistas de alto rendimiento y la rehabilitación de lesiones del sistema musculoesquelético. Sin embargo, aún no se conocen parámetros claros de normalidad en la población general o si variables como la edad, el sexo y la lateralidad influyen en ella⁶.

La prueba de Romberg fue descrita por Marshal Hall, Bernardus Brach y Mortiz Romberg a comienzos del siglo XIX. Fue descrita como la pérdida del control postural en pacientes con *tabes dorsalis* después de cerrar los ojos o en la oscuridad. A medida que su uso se popularizó, su base anatomopatológica y su importancia clínica se fue aclarando hacia un déficit sensorial propioceptivo⁷. La prueba de Romberg, diseñada para el diagnóstico de la ataxia de origen central, se ha utilizado como una aproximación con mediciones de carácter subjetivo para establecer la existencia de alteraciones a nivel propioceptivo o no, mas no permite establecer grados intermedios de normalidad, disminución o aumento protectorio de la propiocepción. Por tanto, no existe ninguna prueba estandarizada que permita medir la propiocepción, sino únicamente establecer su presencia o ausencia.

El objetivo de este estudio es definir los valores propioceptivos de la población normal mediante la prueba de Romberg modificada por los autores (Herrera y Reina), teniendo en cuenta su edad, sexo y lateralidad.

Materiales y métodos

En el año 2012 se realizó una cohorte prospectiva ciega, en la cual se evaluó a 2.500 individuos de la ciudad de Bogotá (Colombia). De los 2.500 individuos, 163 cumplieron los criterios de inclusión para participar en el estudio: adulto sano mayor de 16 años, patrón de marcha maduro e individuos que accedieran a participar en el estudio.

Fueron excluidos aquellos pacientes con antecedente de lesión traumática osteoarticular de los miembros inferiores, antecedente de neuropatías periféricas, antecedente de diabetes mellitus, hipotiroidismo, lupus eritematoso sistémico, estado de embarazo y lesiones del sistema nervioso central o periférico.

La prueba de Romberg modificado fue diseñada para evaluar la propiocepción en pacientes sanos y hacerla medible en tiempo, permitiendo evaluar objetivamente la propiocepción de un paciente. La prueba se realiza con el paciente en posición bípeda, brazos estirados al frente con el hombro en un ángulo de 90° y las palmas de las manos hacia arriba; se le indica al individuo cerrar los ojos y realizar apoyo monopodal, verificando que el individuo no realice contacto entre los dos miembros inferiores. En este punto se mide el tiempo en segundos la duración del monopodal hasta que el individuo haga contacto con la extremidad contralateral del suelo. La prueba se repite con el miembro inferior contralateral y se registran los resultados del apoyo monopodal sin retroalimentación visual en segundos para cada una de las extremidades. Los dos autores sénior (Herrera



Figura 1 Prueba de Romberg modificada.

y Reina) diseñaron la prueba y el ensayo clínico de esta (fig. 1).

Se midieron las variables edad, sexo, valor de Romberg modificado en segundos para el lado derecho y para el izquierdo, y dominancia manual.

Se realizó estratificación por edades buscando importancia estadística y se encontró que, al estratificar la muestra en cinco grupos, existía una diferencia estadísticamente significativa entre cada uno de ellos.

Se comparó el valor del Romberg modificado derecho e izquierdo, la correlación del Romberg modificado con el sexo y con la lateralidad manual y de miembros inferiores.

El estudio fue considerado de bajo riesgo para los pacientes y aprobado por el Comité de Ética de la Fundación CIMB para cumplir con las normas técnicas y administrativas para la investigación en salud incluidas en la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia (art. 17).

Tabla 1 Distribución por sexo

Sexo					
Etiqueta de valor	Valor	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Femenino	1	95	58,28	58,28	58,28
Masculino	2	68	41,72	41,72	100,00
Total		163	100,0	100,0	
Sexo					
N			Válido		163
			Perdidos		0
Media					1,42
DE					0,49
Mínimo					1,00
Máximo					2,00

DE: desviación estándar.

Tabla 2 Correlación según mano dominante

Mano dominante					
Etiqueta de valor	Valor	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Derecha	1	146	89,57	89,57	89,57
Izquierda	2	17	10,43	10,43	100,00
Total		163	100,0	100,0	
Mano dominante					
N			Válido		163
			Perdidos		0
Media					1,10
DE					0,31
Mínimo					1,00
Máximo					2,00

DE: desviación estándar.

Se creó un plan estadístico que describía los ítems y las pruebas requeridas para realizar el análisis, se utilizaron los programas SPSS (versión 1.0.1) para la creación de la base de datos y el análisis estadístico.

Resultados

Se evaluó a 163 individuos, de los cuales 95 (58%) eran mujeres y 68 (42%) hombres (tabla 1), con una media de edad de 27,97 años (DE: 10,21; rango: 16-73), 146 (89,57%) tenían dominancia diestra y 17 (10,43%), izquierda (tabla 2).

Los valores registrados para la prueba de Romberg modificada, en el lado derecho e izquierdo, se encuentran en la tabla 3.

Se observó que la diferencia entre los dos miembros inferiores de la prueba de Romberg modificada no es estadísticamente significativa ($p = 0,406$), como se observa en la tabla 4.

Se realizó estratificación en cinco grupos etarios de la siguiente manera (tabla 5).

Tabla 3 Resultados de la prueba de Romberg modificada, derecha e izquierda

Variable	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
Romberg D	163	31,90	24,98	1,00	97,00
Romberg I	163	32,76	25,03	1,00	96,00

DE: desviación estándar.

La media del grupo 1 de la prueba de Romberg modificada fue 41,78 segundos (DE = 21,563; rango: 1-91 segundos). La media del grupo 2 de la prueba de Romberg modificada fue 18,25 segundos (DE = 21,132; rango: 2-72 segundos). La media del grupo 3 de la prueba de Romberg modificada fue 9,98 segundos (DE = 8,402; rango: 2-27 segundos). La media del grupo 4 de la prueba de Romberg modificada fue 7,39 segundos (DE = 7,509; rango: 2-23 segundos). La media del grupo 5 de la prueba de Romberg modificada fue 1,50 segundos.

Tabla 4 Correlación entre Romberg modificada derecha y Romberg modificada izquierda

Correlación entre Romberg modificada derecha y Romberg modificada izquierda									
		Media	N	DE	Error estadístico media				
Pareja 1	Romberg D	31,90	163	24,98	1,96				
	Romberg I	32,76	163	25,03	1,96				
Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	DE	Error estadístico media	Intervalo de confianza al 95% de la diferencia	t	df	Sign. (2-colas)	
					Inferior Superior				
Pareja 1	Romberg D – Romberg I	-0,86	13,21	1,03	-2,91	1,18	-0,83	162	0,406

DE: desviación estándar.

Tabla 5 Estratificación en grupos etarios

G1: de 16 a 26 años	41,78 (110)				
G2: de 27 a 37 años	18,25 (24)				
G3: de 38 a 48 años	8,98 (18)				
G4: de 49 a 59 años	7,39 (10)				
G5: de 60 a 73 años	2 (1)				
Resumen del modelo (Romberg D)					
R	R cuadrada				
0,11	0,01				
	R cuadrada ajustada				
	0,01				
	Error estándar del estimador				
	24,91				
ANOVA (Romberg D)					
	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sign.
Regresión	1163,10	1	1163,10	1,87	,173
Residual	99898,69	161	620,49		
Total	101061,80	162			
Resumen del modelo (Romberg I)					
R	R cuadrada				
0,11	0,01				
	R cuadrada ajustada				
	0,01				
	Error estándar del estimador				
	24,97				
ANOVA (Romberg I)					
	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sign.
Regresión	1182,30	1	1182,30	1,90	,170
Residual	100347,17	161	623,27		
Total	101529,48	162			

Tabla 5 Correlacion Romberg modificado y sexo.

Tabla 6 Análisis de la prueba de Romberg modificada respecto al sexo

Resumen del modelo (Romberg D)					
R cuadrada	R cuadrada ajustada			Error estándar del estimador	
0,02	0,02			24,78	
Anova (Romberg D)					
	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sign.
Regresión	2166,69	1	2166,69	3,53	,062
Residual	98895,11	161	614,26		
Total	101061,80	162			

Tabla 7 Análisis de regresión lineal entre la lateralidad manual y el resultado de la prueba de Romberg modificada

Resumen del modelo (Romberg I)					
R	R cuadrada	R cuadrada ajustada		Error estándar del estimador	
0,15	0,02	0,02		24,82	
ANOVA (RombergI)					
	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sign.
Regresión	2346,49	1	2346,49	3,81	,053
Residual	99182,99	161	616,04		
Total	101529,48	162			

Al analizar la prueba de Romberg modificada respecto al sexo, se encuentra que no existe correlación estadística entre la prueba de Romberg modificada derecha ($p = 0,173$) y la prueba de Romberg modificada izquierda ($p = 0,170$) como se observa en la [tabla 6](#).

Se realizó el análisis de regresión lineal entre la lateralidad manual y el resultado de la prueba de Romberg modificada y no se encontró diferencia significativa entre la prueba de Romberg modificada derecha ($p = 0,62$) y la prueba de Romberg modificada izquierda ($p = 0,53$), como se observa en la [tabla 7](#).

Discusión

En 1830, Charles Bell describió el sexto sentido (*sixth sense*), es decir, el sentido de acción y posición de las extremidades. Desde entonces, este concepto ha evolucionado y se ha convertido en una de las preocupaciones más importantes de los grupos de investigación en la actualidad. A este efecto se han generado múltiples protocolos de medición, los cuales no presentan uniformidad en las medidas, las articulaciones y que requieren de una infraestructura con costos muy altos, lo que impide que estos elementos puedan ser utilizados en el consultorio médico. La creación de una prueba fiable, rápida, reproducible y económica, tanto para el paciente como para el médico, es de vital importancia. Estos criterios se cumplen a cabalidad por la prueba de Romberg modificada.

El estudio de envejecimiento de Baltimore⁸ reporta que hay una disminución importante de los procesos sensoriales, entre los cuales se encuentra la propiocepción, lo cual

es concordante con nuestros resultados, aunque en nuestro estudio está claro que este deterioro progresivo de la función propioceptiva se inicia a edades tan tempranas como los 27 años y es independiente de la existencia de otras situaciones concomitantes, como diabetes mellitus o el antecedente de traumatismos osteoarticulares de las extremidades inferiores.

Schmidt⁹ realizó un estudio en adultos sanos, en miembros superiores, y no demostró diferencias entre la propiocepción de los miembros superiores entre hombres y mujeres, lo cual es congruente en este estudio. No conocemos estudios en la bibliografía, en los cuales exista correlación entre propiocepción del miembro inferior y el sexo.

Aunque los estudios de Son¹⁰ y Ribeiro¹¹ han demostrado que existe relación en el miembro superior entre la propiocepción y la lateralidad, en individuos con enfermedad de Parkinson y los pacientes con episodios cerebrovasculares, no existe evidencia en la bibliografía de esta correlación en individuos sanos al examinar los miembros inferiores. Los resultados demuestran que en nuestro grupo de estudio no existen diferencias entre la lateralidad manual y la propiocepción.

Herrera¹² teorizó la transferencia de cargas en el tobillo con el principio de la paradoja de Lombard y el concepto de la acción tendinosa de los músculos biarticulares en la génesis de la artrosis del tobillo. El conocimiento de los valores normales de propiocepción y su acoplamiento al sistema de transferencia de cargas tendrá que ser probado dinámicamente con estudios realizados con electromiografía multicanal. Para que la transferencia de cargas en el tobillo y el pie funcione, se requiere no solo la integri-

dad y equilibrio tendinoligamentario, sino también tiempos correctos de activación y contracción dependientes completamente de la integridad propioceptiva o su optimización en el caso de los deportistas.

Peláez et al.¹³ demostraron que con rehabilitación intensiva y precoz es posible reintegrar laboralmente y de manera temprana a pacientes con fracturas de tobillo tratadas quirúrgicamente, basando su protocolo de rehabilitación en el hecho de disminuir el impacto de la pérdida propioceptiva al realizar una activación de movilidad articular precoz. Este tipo de protocolos deberán ser revisados y articulados con mediciones propioceptivas objetivas, como la obtenida con el signo de Romberg modificado.

La prueba de Romberg modificada por los autores demostró ser una prueba útil, reproducible, de bajo costo y de fácil realización en el consultorio. De acuerdo con nuestros resultados, se considera que un valor inferior a los 20 segundos como resultado de esta es equivalente a un déficit propioceptivo. A pesar de que hay una evidente disminución en el tiempo obtenido después de los 27 años, es importante recalcar que a cualquier edad se deberían obtener como resultado de esta un mínimo de 20 segundos para garantizar la protección articular y la integridad física. La prueba de Romberg modificada es una herramienta de gran utilidad clínica y para el proceso de rehabilitación de lesiones osteoarticulares o entrenamiento deportivo.

Se deben realizar estudios posteriores para determinar su sensibilidad y especificidad, y su variación con la rehabilitación, suplencia entre sensaciones propioceptivas y entrenamiento deportivo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med.* 1997;25:130-7.
2. Cullen KE. Physiology of central pathways. *Handb Clin Neurol.* 2016;137:17-40.
3. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med.* 2004;14:88-94.
4. Hillier S, Immink M, Thewlis D. Assessing proprioception: Systematic review of possibilities. *Neurorehabil Neural Repair.* 2015;29:933-49.
5. Wodowski AJ, Swigler CW, Liu H, Nord KM, Toy PC, Mihalko WM. Proprioception and knee arthroplasty: A literature review. *Orthop Clin North Am.* 2016;47:301-9.
6. Williams AM, Weigelt C, Harris M, Scott MA. Age-related differences in vision and proprioception in a lower limb interceptive task: The Effects of skill level and practice. *Res Q Exerc Sport.* 2002;73:386-95.
7. Lanska DJ, Goetz CG. Romberg's sign: development, adoption, and adaptation in the 19th century. *Neurology.* 2000;55:1201-6.
8. Gadkaree SK, Sun DQ, Li C, Lin FR, Ferrucci L, Simonsick EM, Agrawal Y. Does sensory function decline independently or concomitantly with age? Data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Aging Res.* 2016;2016:1-17.
9. Schmidt L, Depper L, Kerkhoff G. Effects of age, sex and arm on the precision of arm position sense-left-arm superiority in healthy right-handers. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:1-11.
10. Son SM, Kwon YH, Lee NK, Nam SH, Kim K. Deficits of movement accuracy and proprioceptive sense in the ipsi-lesional upper limb of patients with hemiparetic stroke. *J Phys Ther Sci.* 2013;25:567-9.
11. Ribeiro Artigas N, Eltz GD, do Pinho AS, Torman VB, Hilbig A, Rieder CR. Evaluation of knee proprioception and factors related to Parkinson's disease. *Neurosci J.* 2016;2016:6746010.
12. Herrera JM. Artroplastia de tobillo estado del arte. Parte I. *Rev Col Or Tra.* 2008;22:247-60.
13. Peláez L, Reina E, Rangel C, Reyes OE, Herrera JM. Impacto de la rehabilitación precoz tras osteosíntesis con placa antideslizante en pacientes con fracturas de tobillo de tipo B de Weber. *Rev Col Or Tra.* 2015;29:123-30.