
INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51318>

Consistencia interna de la batería de evaluación propioceptiva en personas con amputación transtibial (BEPAT) en el Hospital Militar Central

Internal consistency of a proprioceptive assessment battery for patients with below-knee amputation (BEPAT, by its acronym in Spanish) in Hospital Militar Central

Recibido: 16/06/2015. Aceptado: 03/05/2016.

Nancy Stella Landínez-Parra¹ • Lady Marcela Núñez¹ • Ana Cecilia Sierra¹ • Laura Catalina Quiroga¹ • Gladys Eugenia Villamizar²¹ Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento de Movimiento Corporal Humano - Bogotá, D.C. - Colombia.² Hospital Militar Central - Servicio Prótesis y Amputados - Bogotá, D.C. - Colombia.Correspondencia: Nancy Stella Landínez. Departamento de Movimiento Corporal Humano, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03, edificio 471, oficina 519. Teléfono: +57 1 3165000, ext.: 15089. Bogotá, D.C. Colombia. Correo electrónico: nslandezp@unal.edu.co.**| Resumen |**

Introducción. Varias pruebas clínicas han sido diseñadas para evaluar la propiocepción, sin embargo ninguna cuenta con la suficiente validez para ser empleada en población amputada. Por esta razón, el Grupo de Investigación de Profundización en Kinesioterapia de la Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado una batería de evaluación propioceptiva para personas con amputación transtibial ya protetizadas (BEPAT). La presente investigación evalúa la consistencia interna de la batería.

Objetivo. Establecer la consistencia interna de la batería de evaluación propioceptiva (BEPAT) en un grupo de amputados del Hospital Militar Central.

Materiales y métodos. Estudio de tipo transversal en el que participaron 12 sujetos (25.4 ± 4.23 años) con amputación transtibial por mina, de género masculino (100%), y con tipo de prótesis de bloqueo-pin (75%). Los participantes asistieron al servicio de prótesis y amputados del Hospital Militar Central entre junio y julio de 2014, cumpliendo con los criterios de inclusión en el estudio. La consistencia interna se evaluó con el coeficiente alfa de Cronbach (α).

Resultados. La BEPAT cuenta con una alta confiabilidad de tipo consistencia interna, con un valor global de coeficiente alfa $\alpha=0.758$, mientras que este valor para los dominios de actividades efectoras, cinestesia y estatesesia fue de ($\alpha=0.264$), ($\alpha=0.829$) y ($\alpha=0.763$), respectivamente.

Conclusiones. Se determinó que la BEPAT puede ser aplicable en el ámbito clínico, obteniendo en las primeras pruebas de confiabilidad un alto valor alfa de Cronbach $\alpha=0.758$. Las variables que componen los dominios tienen una influencia positiva en la consistencia interna de toda la batería y las calificaciones para la

pierna amputada se reducen, reportando valores inferiores a 26, lo que indica una regular respuesta propioceptiva.

Palabras clave: Propiocepción; Amputación; Evaluación (DeCS).

.....
Landínez NS, Núñez LM, Sierra AC, Quiroga LC. Consistencia interna de la batería de evaluación propioceptiva en personas con amputación transtibial, (BEPAT) en el Hospital Militar Central. Rev. Fac. Med. 2016;64:S9-16. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51318>.

| Abstract |

Introduction: Several clinical trials are designed to assess proprioception, however, none of them has sufficient validity to be used in amputee population. For this reason, the Kinesiotherapy Research Group from Universidad Nacional de Colombia has developed a proprioceptive test battery for below-knee amputation (BEPAT) with prosthetics. This research evaluates the internal consistency of the battery.

Objective: To establish the internal consistency of a proprioceptive test battery (BEPAT) in a group of amputees treated at Hospital Militar Central.

Materials and methods: Cross-sectional study which involved 12 male subjects (100%) (aged 25.4 ± 4.23) with transtibial amputation caused by landmine, and pin locking prosthesis (75%). Participants attended the prosthesis and amputees service at Hospital Militar Central between June and July 2014, meeting the criteria for inclusion in the study. Internal consistency was assessed with Cronbach's alpha (α).

Results: BEPAT has a high internal consistency reliability, with a total alpha coefficient value of $\alpha=0.758$. This value, for the domains

of effector activities, kinesthesia and stathesia, was ($\alpha=-0.264$), ($\alpha=0.829$) and ($\alpha=0.763$), respectively.

Conclusions: It was determined that BEPAT may be applicable in a clinical setting, obtaining in a high Cronbach's of $\alpha=0.758$ during the first tests of reliability. The variables that comprise the domains have a positive influence on the internal consistency of the entire battery, and qualifications for the amputated leg are reduced, reporting values below 26, which indicates a regular proprioceptive response.

Keywords: Proprioception; Amputation; Evaluation (MeSH).

Landínez NS, Núñez LM, Sierra AC, Quiroga LC. [Internal consistency of a proprioceptive assessment battery for patients with below-knee amputation (BEPAT, by its acronym in Spanish) in Hospital Militar Central]. Rev. Fac. Med. 2016;64:S9-16. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51318>.

Introducción

La amputación de miembros inferiores es una de las consecuencias del conflicto armado colombiano en los últimos tiempos. Por lo general, las minas antipersonales son la principal causa de amputación y, según estadísticas del Hospital Militar Central (HOMIC), gran parte de las amputaciones se dan a nivel transtibial, con una frecuencia del 64.4% en 2012 (1).

En cuanto a las alteraciones estructurales y funcionales tras una amputación, se sabe que estas implican una serie de cambios en el movimiento corporal de las personas afectadas, por lo que resulta vital para el fisioterapeuta realizar una adecuada valoración del paciente. Además, el dolor, la inflamación, la respuesta vascular, la movilidad articular, la sensibilidad del muñón y de la cicatriz, la fuerza y el trofismo muscular, la percepción del miembro fantasma y la propiocepción deben contar con un espacio fundamental dentro del proceso evaluativo (2).

La propiocepción implica el transporte de información al sistema nervioso central para determinar el sentido de posición articular en el espacio (estatesesia), el sentido o conciencia de movimiento y aceleración de la articulación (cinestesia) y la respuesta reflejo en la regulación del tono muscular (actividades ectoras) (3,4). Una amputación implica la pérdida significativa de los receptores musculares y articulares, lo que conduce a déficits propioceptivos tanto del muñón como de la extremidad contralateral (3). Asimismo, se observan déficits en el equilibrio y la marcha asociados a un mayor riesgo de caída por distribución desigual de peso, lo cual está relacionado directamente con el déficit propioceptivo (3).

Ahora bien, varias pruebas clínicas (3-9) han sido diseñadas para evaluar la propiocepción, pero ninguna cuenta con la suficiente validez para ser utilizada en la población amputada.

El Grupo de Investigación de Profundización en Kinesioterapia de la Universidad Nacional de Colombia ha desarrollado una batería de evaluación propioceptiva para personas con amputación transtibial ya protetizadas (BEPAT). La batería está compuesta por 14 ítems, distribuidos en siete diferentes pruebas de valoración de: el reflejo osteotendinoso de Golgi, la posición articular, la reproducción angular, la posición unipodal, el huso neuromuscular, la posición de paso sobre superficies de diferente tensión y la posición de paso sobre superficies de diferente altura (10).

La BEPAT posibilita la valoración del estado propioceptivo de la persona amputada transtibial en sus componentes estático y

dinámico, lo que permite dirigir las intervenciones clínicas de los profesionales. Hasta el momento, la batería ha demostrado tener validez de contenido y de constructo, —acuerdo de juicio de expertos superior a 0.83—, siendo sometida a una prueba piloto con 10 voluntarios no amputados, lo que facilitó la estandarización de valores de registros electromiográficos, la modificación de posturas para evaluar algunos de los ítems, la calibración del electromiografo y la colocación de electrodos en la población a evaluar, entre otros.

El objetivo de este estudio es establecer la consistencia interna de la BEPAT en usuarios que acuden al servicio de prótesis y amputados en el HOMIC.

Materiales y métodos

Metodología

Estudio de tipo trasversal en el que tres estudiantes de último semestre de fisioterapia con entrenamiento en la aplicación de la prueba aplicaron la batería BEPAT a una población de amputados transtibiales. Los participantes del estudio cumplieron tanto con los criterios de inclusión como con los de exclusión y el proceso se realizó en el HOMIC. La investigación contó con el aval del comité de ética del hospital, otorgado mediante el acta 9 para aprobación del protocolo 2013-023 del hospital.

Se evaluaron los pacientes que acudieron al servicio de prótesis y amputados del HOMIC entre el 3 junio y el 18 de julio de 2014. Durante este periodo se reclutaron los participantes acorde al flujo de pacientes del servicio y a su interés de participar o no en el estudio, realizando la invitación en compañía de los fisioterapeutas de la institución. Luego de que la persona aceptara participar, se realizó una reunión explicativa previa a la evaluación en la que se expresó el objetivo, se permitió hacer preguntas correspondientes a dudas e inquietudes, se facilitó el consentimiento informado y se dio la opción de aceptar o rechazar la participación. A cada investigador se le asignó al azar una de las siguientes funciones: diligenciamiento de información complementaria, aplicación de la prueba y diligenciamiento del formato de evaluación.

Participantes

Los participantes elegidos ($n=12$), de género masculino (100%) y con edades entre 19 y 34 años, cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: amputación transtibial unilateral de etiología traumática, entrenamiento en el uso de la prótesis y capacidad de adoptar la posición bípeda unipodal y realización de marcha con o sin ayudas externas. Por su parte, los criterios de exclusión establecidos fueron: poseer algún proceso infeccioso del muñón, amputación bilateral y problemas de visión tipo ceguera o problemas de tipo neurológico y vestibular. Todos los individuos dieron su consentimiento informado por escrito aceptando participar en el estudio.

Aplicación de la prueba

La valoración del reflejo osteotendinoso de Golgi se realizó percutiendo sobre el tendón rotuliano con el fin de evidenciar la respuesta normal de hipo o hiperreflexia y clonus.

Para la prueba de posición articular pasiva, activa y de reproducción angular se empleó un identificador angular y se fijaron cinco posiciones acorde a los grados de movilidad de la rodilla ($P1=0-30$; $P2=30-60$; $P3=60-90$; $P4=90-120$, y $P5=120-135$). En la primera prueba, el paciente debía reconocer la posición en la que se encontraba su pierna, en la segunda, llevar la pierna a la posición

que el terapeuta indicaba, y en la tercera, reproducir el movimiento de la pierna contralateral (Figura 1 y 2).

Tabla 1. Población del estudio.

Grupo	Población piloto n=12
Sexo (%)	
Femenino	0
Masculino	12 (100)
Edad	
Mediana	25.5
Rango	19-34
Lateralidad (%)	
Derecha	10 (83.3)
Izquierda	2 (16.3)
Extremidad amputada (%)	
Derecha	5 (41.6)
Izquierda	7 (58.3)
Longitud del muñón	
Largo	7 (58.3)
Medio	5 (41.6)
Tipo de prótesis (%)	
Unidad de bloqueo-pin	9 (75)
Unidireccional con válvula	3 (25)
Tiempo de prototización en meses	
Mediana	6.5
Rango	0.03-39

Fuente: Elaboración propia.

En las pruebas de posición unipodal se empleó un cronómetro para contabilizar el tiempo que la persona mantenía la posición: 1 minuto para la pierna sana y 30 segundos para la pierna prototizada. En la prueba unipodal inestable, adicionalmente se usó un entrenador de estabilidad gris y se contabilizó el tiempo. Simultáneamente, se conectó al paciente a un electromiógrafo, los electrodos de superficie se ubicaron en el vasto medial oblicuo (VMO), mientras que el semitendinoso (ST) y las referencias, en el trocánter mayor y en el polo superior de la rótula para la pierna amputada. Para la pierna sana el VMO, el ST y las referencias se pusieron en el polo inferior de la rótula y en la tuberosidad tibial, esto con el fin de registrar la actividad muscular en el periodo de tiempo de la evaluación (Figura 3 y 4).

En las pruebas de posición de paso se utilizaron superficies de diferente tensión (plataforma verde, azul y gris), mientras que en la prueba de diferente altura se hizo uso de superficies de diferente calibre: 3cm, 6cm y 9cm de 30x30cm. Lo anterior con el fin de que el paciente identificara las diferentes resistencias ofrecidas (Figura 5 y 6).

Las pruebas de la BEPAT se calificaron en una escala ordinal de tres niveles con un intervalo entre 0 a 2; el proceso de evaluación se realizó de acuerdo al número de intentos acertados por el paciente bajo el siguiente criterio: 0 si el paciente acertó 0 o 1 intento; 1 en caso de acertar 2 o 3 intentos, y 2 si acertó 4 o 5 intentos. Las pruebas para el huso neuromuscular se calificaron según los promedios de actividad muscular que se obtuvieron a partir del análisis de las gráficas de electromiografía (Tabla 2). La puntuación final se logró a partir de

la sumatoria total: entre 0 a 8, presenta una deficiente respuesta propioceptiva; entre 9 a 17, una mala respuesta propioceptiva; entre 18 a 26, una regular respuesta propioceptiva; entre 27 a 35, una buena respuesta propioceptiva, y 36, una excelente respuesta propioceptiva.



Figura 1. Prueba de identificación angular pierna sana. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.

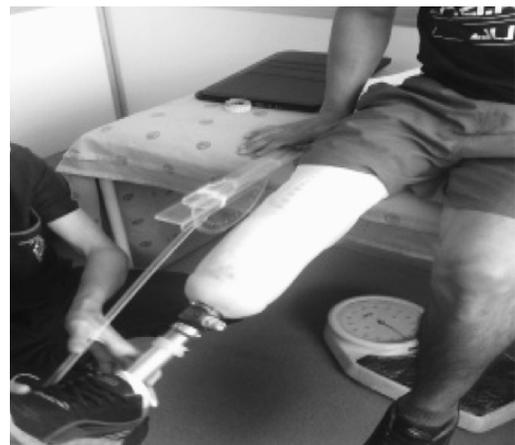


Figura 2. Prueba de identificación angular pierna amputada con prótesis. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.



Figura 3. Prueba de posición unipodal superficie estable y EMG simultánea. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.



Figura 4. Prueba de posición unipodal superficie inestable y EMG simultánea. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.

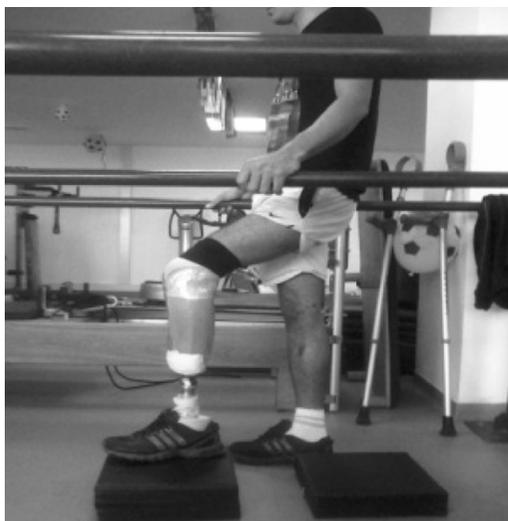


Figura 5. Prueba de posición de paso con diferente altura. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.



Figura 6. Prueba de posición de paso con diferente tensión. Fuente: Imagen obtenida durante el estudio.

Tabla 2. Análisis de las gráficas de electromiografía.

	Prueba	Superficie estable		Superficie inestable	
		Amputado	No amputado	Amputado	No amputado
0	Tiempo (s *)	1.5-10	1.5-20	1.5-10	1.5-20
	Flexores	0.12-3.5	0.10-3.5	0.32-4	0.26-4
	Extensores	0.08-3.7	0.08-3.5	0.10-3.9	0.10-3.9
1	Tiempo (s *)	11-20	21-40	11-20	2-40
	Flexores	0.09-3.5	0.08-2.6	0.23-4	0.19-3.2
	Extensores	0.08-3.2	0.07-2.8	0.09-3.9	0.08-3.7
2	Tiempo (s *)	21-30	41-60	21-30	41-60
	Flexores	0.08-2.6	0.08-3.7	0.21-3.2	0.15-2.8
	Extensores	0.08-2.9	0.07-2.5	0.08-3.4	0.08-3.9

* Segundos. Fuente: Elaboración propia.

Recopilación y análisis de datos

La BEPAT se aplicó a todos los participantes de la investigación. Posterior a la prueba se hallaron los datos de electromiografía y se completaron las puntuaciones totales. Se transcribieron los datos a una matriz de Excel y se analizaron con el programa SPSS para determinar la consistencia interna total y por dominios, con el coeficiente alfa de Cronbach (α).

Resultados

La consistencia interna y correlaciones ítem-total

La consistencia interna se fijó acorde a la escala de Ruiz, citado por Moreno (11). Los valores de alfa por encima de 0.8 indican una consistencia muy alta; entre 0.61 y 0.8, una alta consistencia interna; entre 0.41 y 0.60, moderada; entre 0.21 y 0.40; baja, y entre 0.001 y 0.20, muy baja. El valor del coeficiente alfa de Cronbach para el total de la batería fue de 0.735 y para los dominios de actividades efectoras, estatesesia y cinestecia de -0.264, 0.763 y 0.829, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Alfa de Cronbach.

	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basado en la estandarización de los ítems	No. de ítems
Total	0.735	0.758	31
Actividades efectoras	-0.264	-0.264	2
Estatesesia	0.763	0.718	17
Cinestecia	0.829	0.848	12

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, se estableció el valor de alfa para cada uno de los ítems de la batería para considerar su aporte al instrumento (Tabla 4). Entre estos resultados, los más relevantes corresponden a la prueba de reproducción angular con prótesis derecha ($\alpha=-0.544$) e izquierda ($\alpha=-0.469$), donde se observaron los valores de alfa más bajos, por lo que si estas fuesen eliminadas de la batería, el alfa general de la BEPAT mejoraría entre $\alpha=0.774$ y $\alpha=0.775$.

Por su parte, las pruebas de electromiografía aportan de forma significativa al valor global alfa de la BEPAT con valores de correlación ítem-total corregida que oscilan entre $\alpha=0.131$, para la prueba EMG de posición estable con ojos cerrados, y hasta $\alpha=0.619$,

para la prueba EMG de posición inestable con ojos abiertos. Valores que en caso de ser eliminados reducirían el valor alfa total en la BEPAT entre 0.7 hasta 0.737, valor por debajo del estimado total de $\alpha=0,758$. Lo anterior demuestra que estas pruebas son necesarias dentro del instrumento, ya que son consistentes con el constructo que se está midiendo.

En el caso de eliminar las pruebas de posición unipodal, diferente tensión y altura, el valor total de la batería decrece a valores inferiores a $\alpha=0.735$ como alfa total de la BEPAT, razón por la que estos ítems deben permanecer en el instrumento para aportar consistencia al mismo.

Tabla 4. Consistencia interna por ítems que conforman la prueba.

Prueba	Correlación ítem-total corregida	Alfa de Cronbach si el ítem es borrado
Otg der	0.405	0.718
Otg izq	0.496	0.711
Pa pasiva der	0.491	0.719
Pa pasiva izq	0.139	0.734
Pa activa der	0.402	0.721
Pa activa izq	0.640	0.709
Rep ang der	0.215	0.730
Rep ang izq	0.362	0.723
Pa prótesis pasiva der	0.508	0.717
Pa prótesis pasiva izq	0.131	0.735
Pa prótesis activa der	0.379	0.722
Pa prótesis activa izq	0.553	0.711
Rep angu prótesis der	-0.544	0.774
Rep angu prótesis izq	-0.469	0.775
Unipodal der estable abiertos	0.176	0.733
Unipodal der estable cerrados	0.111	0.738
Unipodal der inestable abiertos	0.245	0.729
Unipodal izq estable abiertos	0.259	0.728
Unipodal izq estable cerrados	0.370	0.720
Unipodal izq inestable abiertos	0.457	0.713
Unipodal izq inestable cerrados	-0.505	0.753
Emg der estable abiertos	0.176	0.733
Emg der estable cerrados	0.131	0.737
Emg der inestable abiertos	0.245	0.729
Emg izq estable abiertos	0.245	0.729
Emg izq estable cerrados	0.339	0.722
Emg izq inestable abiertos	0.619	0.700
Tensión der	0.162	0.733
Tensión izq	0.494	0.718
Altura der	0.491	0.719
Altura izq	0.425	0.722

Fuente: Elaboración propia.

Cinestesia

Los elementos con los más altos coeficientes de correlación ítem-total para el dominio de cinestesia fueron las pruebas de posición articular activa sin prótesis, la prueba de reproducción angular sin prótesis y las pruebas de diferente altura (Tabla 5).

Estatística

En el dominio de estadística, los promedios de las correlaciones ítem-total se mantuvieron estables. Sin embargo, para las pruebas de posición articular pasiva con y sin prótesis, las correlaciones fueron negativas, por lo que es posible asumir que de eliminarse estos ítems, el alfa general del dominio mejoraría (Tabla 6).

Actividades efectoras

El dominio de actividades efectoras no satisface los requerimientos para conferir un buen grado de consistencia interna en la prueba, su resultado negativo ($\alpha=-0.264$) es un indicador de eliminación. Sin embargo, cuando es analizado sobre el total de ítems de la batería, se encuentra que su calificación aporta al test considerablemente, pues su exclusión pone en riesgo la BEPAT, reduciendo su valor a cerca de $\alpha=0.711$ y $\alpha=0.718$ (Tabla 6). Teniendo en cuenta lo anterior, se consideró finalmente que este dominio no debe ser excluido de la batería, entendiendo que la prueba, reflejo del OTG, es necesaria para determinar las respuestas efectoras de la musculatura implicada.

Tabla 5. Alfa de Cronbach dominio cinestesia.

Prueba	Correlación ítem-total corregida	Alfa de Cronbach si el ítem es borrado
Pa activa der	0.637	0.804
Pa activa izq	0.691	0.800
Rep ang der	0.670	0.804
Rep ang izq	0.612	0.806
Altura der	0.646	0.807
Altura izq	0.519	0.815

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Alfa de Cronbach para el dominio estadística y el dominio actividades efectoras.

Prueba	Correlación ítem-total corregida	Alfa de Cronbach si el ítem es borrado
Dominio estadística		
Pa prótesis pasiva der	0.213	0.761
Pa prótesis pasiva izq	-0.259	0.795
Pa pasiva der	-0.013	0.771
Pa pasiva izq	-0.248	0.788
Dominio actividades efectoras		
Otg der	-0.117	. ^a
Otg izq	-0.117	. ^a

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El presente estudio siguió todo el rigor metodológico para hallar la consistencia interna de la BEPAT, alcanzando valores superiores a $\alpha=0.7$. Se encontró una correlación alta en la prueba, sin embargo el número poblacional ($n=12$) no es estadísticamente significativo para plantear conclusiones que permitan generalizar y extrapolar estos resultados a toda la población amputada transtibial.

El valor de la consistencia interna obtenida en este estudio se corresponde con las investigaciones que han reportado la

confiabilidad de diferentes instrumentos de evaluación para personas con amputación utilizando el estadístico alfa de Cronbach, incluyendo el *Dizziness Handicap Inventory* (DHI), el Autoconcepto forma A (AFA), el Inventario de depresión estado/rasgo (IDER) y la Evaluación de Quebec de usuarios con tecnología de asistencia (12-14). Cada uno de estos instrumentos arrojando puntajes $\alpha=0.7$ y $\alpha=0.9$, considerados como aceptables y que dan respaldo a los resultados de la presente investigación, determinando así que la BEPAT es un instrumento confiable.

En la presente investigación no fueron descartados los ítems que redujeron el valor total de alfa de Cronbach para la BEPAT, ya que el coeficiente no tiene mayor variación tras su eliminación (15), algo que concuerda con el estudio de Benavent-Cervera (15), en el cual se validó el cuestionario PEQ (*Prosthesis Evaluation Questionnaire*) como un instrumento auto-administrable para pacientes amputados vasculares protetizados. En este caso, el coeficiente alfa de Cronbach obtuvo una calificación aceptable (>0.70) para cuatro de las escalas y pobre (<0.50) para las escalas de apariencia y salud del muñón.

También se evaluaron los dominios correspondientes a la cinestesia, la estatesesia y las actividades efectoras. Kawashima *et al.* (16), en 2013, evaluaron la cinestesia del miembro fantasma de personas amputadas a través de electromiografía de superficie sobre los músculos del muñón, bajo la premisa de que el miembro amputado presentaba actividad de tipo eléctrica cuando la persona pensaba o evocaba un movimiento. En este estudio no se tomó como referencia la evaluación de la musculatura residual del muñón, sino que solo se consideraron los músculos sanos: cuádriceps e isquiotibiales, que confieren estabilidad activa a la articulación de la rodilla en la posición unipodal, motivo por el que se determinó que la prueba se ubica en el dominio de la estatesesia.

Ahora bien, tras perder la primera entrada de información propioceptiva del pie y tobillo, la rodilla debe actuar como mecanismo que informa al cuerpo de las compensaciones que se deben realizar para asegurar la estabilidad postural, por ello la BEPAT es un instrumento esencial que permite el acercamiento a la actividad EMG de estos músculos, manteniendo así el equilibrio en las personas con amputación. Además, se encontró que la pierna amputada pierde cerca del 50% de propiocepción, similar a lo reportado por Arifin *et al.* en 2014 (17), quienes afirman que la pérdida de la articulación biológica del tobillo y la cantidad considerable de los músculos en el extremo distal de la pierna se asocia con la reducción de la propiocepción y esta, a su vez, con la asimetría en la carga de peso, la movilidad, el equilibrio y la confianza de los amputados.

En el desarrollo de la BEPAT se consideró el uso de superficies de diferentes tensiones con el propósito de evaluar la sensación de presión, similar a lo realizado por Arifin *et al.* (17). Estos investigadores emplearon distintas superficies de apoyo, tanto firmes e inestables, como de espuma, para evaluar la estabilidad postural de los amputados transtibiales. En consecuencia, encontraron que la diferencia es significativa únicamente en condiciones de presión con la espuma y que solo se presentó una disminución en la estabilidad postural cuando los evaluados estaban de pie sobre superficies inestables o firmes en comparación con los participantes sanos. En la presente investigación, las personas amputadas no presentaron mayor diferencia en los puntajes de la prueba para superficies de diferente tensión con respecto a la población sana, pero sí en el mantenimiento de la posición unipodal sobre la superficie estable e inestable en la pierna amputada, lo que impidió alcanzar valores cercanos al 10% del total de tiempo solicitado en la prueba. Por lo tanto, al igual que Arifin *et al.* (17), los autores de este escrito

reconocen en la propiocepción una cualidad importante para mantener la estabilidad y la estrategia postural dependiendo de las diferentes superficies de apoyo.

Arifin *et al.* (17) también señalan que entre los problemas creadores de deficiencia en el control del equilibrio de los amputados se encuentran las entradas somatosensoriales distorsionadas. Mencionan, además, que la reducción de la propiocepción se asocia con la asimetría en la carga de peso y la disminución de la confianza de los amputados. En el presente estudio esto se refleja en la necesidad de abrir los ojos en la prueba de posición unipodal sobre el miembro amputado con los ojos cerrados. Ahora bien, Arifin *et al.* (17) exponen que las superficies flexibles o inestables reducen la capacidad de detectar la orientación del cuerpo con precisión, lo que concuerda totalmente con los hallazgos presentados aquí.

Igualmente, Arifin *et al.* (17) reportan que la piel de la extremidad residual en la interfaz con el socket se vuelve más sensible con la presión ejercida, lo que posiblemente facilita el movimiento de la extremidad protésica. En este sentido, la presente investigación midió la sensibilidad táctil y nociceptiva, pero no la tolerancia a la presión comparativamente, aspecto que se podría tener en cuenta para futuros estudios.

Respecto a la evaluación de la posición articular, este estudio empleó un identificador angular, lo que permitió la medición de la posición articular por cuadrantes; además, se realizó la identificación de la posición de forma activa y pasiva. La identificación articular ya ha sido mencionada en otros estudios, tales como el de Latanioti *et al.* (18), quienes emplearon un goniómetro convencional para evaluar la sensibilidad propioceptiva en un ángulo de 15° en un grupo de amputados transfemorales, encontrando que no hubo diferencia significativa entre los grupos, en particular para la articulación de la rodilla entre quienes recién tienen una amputación por encima de la misma y los que han utilizado una prótesis durante al menos un año.

Con relación a la edad de los participantes, el estudio se realizó en una población con rangos de edad entre los 19 y 34 años, pertenecientes a la población activa del servicio militar y víctimas del conflicto armado que sufre Colombia. Sin embargo, es necesario realizar estudios que involucren personas civiles con edades más avanzadas con el fin de determinar el comportamiento de la batería en este tipo de población, pues tal como lo reportan Vickers *et al.* en 2007 (19), para la población de ancianos con amputación transtibial, la propiocepción y la fuerza en el muñón se va limitando. Por otra parte, Larsson *et al.* (20), en la validación de la versión sueca del índice de capacidades locomotoras para los miembros inferiores en amputados para llevar a cabo actividades con prótesis, encontraron que el grado de independencia se discrimina considerablemente entre amputados unilaterales y bilaterales, así como entre amputados jóvenes y mayores para su actividad locomotora. Con base en lo anterior, para encontrar las diferencias en cuanto a propiocepción, se sugiere que en futuros estudios se aplique la BEPAT en poblaciones de diferentes rangos de edad.

Finalmente, Seyedal *et al.* (21) encontraron que los músculos flexores de la rodilla del miembro residual presentan una mayor activación del contacto inicial y que, durante el apoyo unipodal, la activación del biceps femoral fue mayor que el miembro de control, lo que concuerda con lo encontrado en el presente estudio, donde se observó que los flexores de rodilla fueron el grupo muscular más activo de los sujetos analizados. Así mismo, en los distintos sujetos se reconocieron variaciones similares a las reportadas en el estudio de Seyedal *et al.* (21), y que coinciden al exponer que la variación puede darse por muchos factores que, a pesar de ser controlados, no recibieron tratamiento estadístico, tales como el

dispositivo protésico utilizado, la longitud del miembro residual, el procedimiento quirúrgico y el tiempo de amputación.

Conclusiones

Se ha demostrado que la BEPAT puede ser aplicada en el ámbito clínico, obteniendo en las primeras pruebas de confiabilidad una consistencia interna mayor a 0.7, lo que se considera como un valor alto. Respecto a los diferentes dominios y los resultados encontrados con el alfa de Cronbach, para el dominio del huso neuromuscular, el estadístico obtenido es de valor negativo, debido a que solo se está dando cuantía de un único reflejo, el cual se compara entre la extremidad amputada y la no amputada. Se considera que no es prudente tomarlo como base para quitar la primera prueba y, por el contrario, se recomienda estudiar la relevancia y pertinencia de incluir el reflejo de los músculos isquiotibiales para diferenciar bien entre los reflejos de cada extremidad y, de esta forma, tener una referencia con otra actividad efectora.

En cuanto a los valores reportados en los dominios de estereoesia y cinestesia, el primero mantiene valores de $\alpha=0.7$ en todos sus ítems, mientras que el de cinestesia aumenta en $\alpha=0.8$. A partir de esta información, es posible concluir que las variables que componen cada dominio cuentan con una consistencia alta y que influyen de manera positiva la consistencia interna de toda la batería.

Durante la ejecución de la investigación fue evidenciable la pérdida de propiocepción en personas con amputación transtibial ya protetizadas, obteniendo calificaciones menores a 26, lo que representa una regular respuesta propioceptiva en comparación con las personas sin amputación, quienes obtuvieron calificaciones por encima de este valor, logrando una buena respuesta propioceptiva.

Por otra parte, en la prueba de electromiografía se evidenció el trabajo sincrónico de flexores extensores durante el mantenimiento de la posición unipodal, el cual tiende a perderse cuando las personas tienen periodos de inestabilidad y su pierna cae al suelo. También se evidenció que la falta de estímulo visual para mantener la posición unipodal aumenta los rangos de actividad muscular y genera mayores desbalances.

Finalmente, para la aplicación de la batería BEPAT se requiere de un proceso de estandarización con el fin de que el profesional genere las destrezas en el área de electromiografía, en cuanto a la calificación e interpretación de los resultados, brindando así seguridad en su implementación.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por las autoras.

Financiación

El estudio contó con el apoyo económico del semillero de investigación de la Universidad Nacional de Colombia para el proyecto "Validación de una batería de evaluación de propiocepción en personas con amputación transtibial ya protetizadas, en el Hospital Militar Central. Estudio piloto", con código Quipú: 202010020249, el cual no influyó en el diseño del estudio, ni en la recolección, análisis o interpretación de los datos.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, a través de la Dirección de Investigación de la sede Bogotá, con su programa de semilleros de investigación y al Grupo de Kinesioterapia del Departamento

de Movimiento Corporal Humano de la Facultad de Medicina, por sus aportes en el desarrollo de la presente investigación. Al servicio de prótesis y amputados del Hospital Militar Central; a las fisioterapeutas que apoyaron el proyecto y a las personas con amputación que generosamente aportaron su tiempo y permitieron la aplicación de la BEPAT, y finalmente a los ingenieros Milton Forero López y Diego Vallecilla por sus aportes en el desarrollo del electromiógrafo portátil empleado para la prueba del huso neuromuscular.

Referencias

1. **Benrey C, Eraso, Porras D.** Propuesta De un Formato de Evaluación de la Propiocepción en Personas con Amputación Transtibial, ya Protetizadas en el Hospital Militar Central. [Tesis]. Bogotá, D.C: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
2. Comité Internacional de la Cruz Roja. Curso de fisioterapia sobre manejo de amputados de miembro inferior. Bogotá, D.C. CICR delegación en Colombia; 2011.
3. **Latanioti EP, Angoules AG, Boutsikari EC.** Proprioception in Above-the-Knee Amputees with Artificial Limbs. *Scientific World Journal.* 2013;1:1-5. <http://doi.org/bnrq>.
4. **Lubiatowski P, Ogrodowicz P, Wojtaszek M, Kaniewski R, Stefaniak J, Dudziński W, et al.** Measurement of active shoulder proprioception: dedicated system and device. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23(2):177-183. <http://doi.org/bnrr>.
5. **Alvis K, Cruz Y, Pacheco C.** Propuesta de un instrumento de evaluación de la propiocepción en adultos. *EF Deportes.* 2002 [cited 2016 Oct 28];8(48). Available: <http://goo.gl/rXE6M>.
6. **Ageberg E, Flenhagen J, Ljung J.** Test-retest reliability of knee kinesiometry in healthy adults. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2007;8(57):1-7. <http://doi.org/fngk7m>.
7. **Gay A, Harbst K, Kaufman KR, Hansen DK, Laskowski ER, Beger RA.** New method of measuring wrist joint position sense avoiding cutaneous and visual inputs. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation.* 2010;7(5):1-7. <http://doi.org/dsspxf>.
8. **Nodehi Moghadam A, Nasrin N, Kharazami A, Eskandari Z.** A Comparative Study on Shoulder Rotational Strength, Range of Motion and Proprioception between the Throwing Athletes and Non-athletic Persons. *Asian J Sports Med.* 2013;4(1):34-40. <http://doi.org/bnfv>.
9. **Riquelme I, Zamorano A, Montoya P.** Reduction of pain sensitivity after somatosensory therapy in adults with cerebral palsy. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:1-7. <http://doi.org/bnvg>.
10. **Benrey C, Eraso R, Porras D, Landínez N.** Propuesta de un formato de evaluación de la propiocepción en personas con amputación transtibial, ya protetizadas en el hospital militar central. [Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
11. **Moreno P.** Metodología de la investigación. In: El profesorado de educación física y las competencias básicas en TIC en el desarrollo de su actividad profesional [Tesis]. 2005 [cited 2014 Aug 12]. Available from: <http://goo.gl/CKXk3s>.
12. **Walteros D, Bernal E, Pineda ÁM, Oliveros JC, Sastoque A.** Validez y confiabilidad del DHI versión colombiana. Sección investigativa Universidad Iberoamericana. [Tesis]. Corporación Universitaria Iberoamericana, 2009. Available from: <http://goo.gl/o94Ajd>.
13. **García Gómez JL.** Evaluación de la calidad de vida en los pacientes con diabetes mellitus tipo 1: el caso del Hospital Universitario Ntra. Sra. de Candelaria de Tenerife. [Tesis doctoral]. Tenerife: Universidad de la Laguna; 2005 [cited 2016 Oct 28]. Available from: <http://goo.gl/LERUhc>.
14. **Mora Barrera CA.** Validación de la versión en español de la Evaluación de Quebec de usuarios con tecnología de asistencia (Quest 2.0). [Tesis].

- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010 [cited 2016 Oct 28]. Available from: <http://goo.gl/QBLG1v>.
15. **Benavent Cervera JV.** Validación transcultural del Cuestionario PEQ (Prosthesis Evaluation Questionnaire) para pacientes amputados vasculares protetizados. [Tesis doctoral]. Valencia: Universitat de Valencia; 2013 [cited 2016 Oct 28]. Available from: <http://goo.gl/ZJWZmo>.
 16. **Kawashima N, Mita T, Yoshikawa M.** Inter-individual difference in the effect of mirror reflection-induced visual feedback on phantom limb awareness in forearm amputees. *PLoS One.* 2013;8(7):1-6. <http://doi.org/bnvh>.
 17. **Arifin N, Abu Osman NA, Ali S, Gholizadeh H, Abas WA.** Postural Stability Characteristics of Transtibial Amputees Wearing Different Prosthetic Foot Types When Standing on Various Support Surfaces. *Scientific World Journal.* 2014;2014:1-7. <http://doi.org/bnvj>.
 18. **Latanioti EP, Angoules AG, Boutsikari EC.** Proprioception in Above-the-Knee Amputees with Artificial Limbs. *Scientific World Journal.* 2013;2013:1-5. <http://doi.org/bnrq>.
 19. **Vickers DR, Palk C, McIntosh AS, Beatty KT.** Elderly unilateral trans-tibial amputee gait on an inclined walkway: A biomechanical analysis. *Gait & Posture.* 2008;27(3):578-529. <http://doi.org/c47nkp>.
 20. **Larsson B, Johannesson A, Anderson IH, Atroshi I.** The Locomotor Capabilities Index; validity and reliability of the Swedish version in adults with lower limb amputation. *Health Qual Life Outcomes.* 2009;7(44):1-9. <http://doi.org/dh6bct>.
 21. **Seyedal M, Czerniecki JM, Morgenroth DC, Hahn ME.** Co-contraction patterns of trans-tibial amputee ankle and knee musculature during gait. *J Neuro Engineer Rehabil.* 2012;9(29):1-9. <http://doi.org/bnvp>.