

## COMUNICACIÓN BREVE

## Diseño de un prototipo de bipedestador para pacientes pediátricos con espina bífida

*Design of a standing device for children with spinal dysraphism*

Katherine Quiñones-Argote<sup>1</sup> • Aydee Robayo-Torres PhD<sup>2</sup> • Andrés García-Torres<sup>1</sup>

Recibido: 25/05/2013 / Aceptado: 21/11/2013

<sup>1</sup> Fisioterapia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

<sup>2</sup> Departamento del Movimiento Corporal Humano, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: Aydeé Luisa Robayo Torres. Universidad Nacional de Colombia (Ciudad Universitaria), Facultad de Medicina, Oficina 515-D. Bogotá, Colombia. Teléfono: 3165000; extensión: 15201. Celular: 3124921650. Correo electrónico: alrobayot@unal.edu.co

### | Resumen |

**Antecedentes.** La postura bipodal del ser humano resulta de la maduración del sistema neuromotriz y es una necesidad evolutiva que filogenéticamente hace posible la diferenciación de funciones entre miembros superiores e inferiores, condicionando un mayor desarrollo de estas últimas. La posibilidad de bipedestación asistida por dispositivos ergonómicos, que a la vez sean económicos y funcionales, es planteada como un derecho para la población pediátrica con discapacidad motriz que no puede adoptar o mantener esa posición.

**Objetivos.** Proponer un prototipo de bipedestador para pacientes pediátricos con espina bífida.

**Materiales y métodos.** Se propone el diseño de un dispositivo para bipedestación basado en características individuales de los usuarios, el cual se evaluó por parte de expertos, para posteriormente realizar un estudio de caso sobre un programa de bipedestación con este dispositivo en un niño con espina bífida.

**Resultados.** El prototipo diseñado parece ofrecer adecuadas condiciones para el mantenimiento de la bipedestación y sobre algunas condiciones musculoesqueléticas del paciente estudiado.

**Conclusión.** La bipedestación asistida tendría que ser promovida a través de dispositivos económicos, funcionales y continuamente monitoreados. Se propone un diseño aplicado al usuario y no un modelo genérico de dispositivo.

**Palabras clave:** Aparatos Ortopédicos, Niño, Disrafia Espinal (DeCS).

Quiñones-Argote K, Robayo-Torres A, García-Torres A. Diseño de un prototipo de bipedestador para pacientes pediátricos con espina bífida. Rev. Fac. Med. 2013;61:423-429.

### Summary

**Background.** The standing posture is one of the most important factor in the neuromotor system maturations, and is an evolutionary need that phylogenetically makes it possible the differentiation of functions between upper and lower limbs, affecting a further development of these. The possibility of assisted standing posture by ergonomic devices, inexpensive and functionals, must be a right for the pediatric population with motor disabilities that cannot to adopt or to maintain this position.

**Objective.** To propose an orthotic device for maintain standing position in pediatric patients with spinal dysraphism.

**Materials and methods.** The design of a standing position device is proposed, based in the individual characteristics of the users. This process was evaluated by experts and then was applied in a study case with a child diagnosed with spinal dysraphism.

**Results.** The prototype designed seems to offer adequate conditions to maintain the standing position and acts over some musculoskeletal conditions of the patient.

**Conclusion.** The assisted standing position has to be promoted trough inexpensive, functional and constantly monitored devices. In this study is proposed a device applied to the user and not a generic device.

**Key words:** Orthotic Devices, Child, Spinal Dysraphism (MeSH).

Quiñones-Argote K, Robayo-Torres A, García-Torres A. Design of a standing device for children with spinal dysraphism. Rev. Fac. Med. 2013;61:423-429.

## Introducción

Los niños y adultos que por su situación de discapacidad motora no pueden adoptar la posición bípeda, tienen una mayor propensión a sufrir complicaciones relacionadas con la disminución de la densidad mineral ósea, al desarrollo de contracturas mio-tendinosas, a mayor riesgo de problemas gastrointestinales, menor soporte del diafragma por el efecto de la gravedad, etc., lo que aumenta el riesgo de úlceras por presión. Esto ocurre porque, al no darse la adecuada redistribución de la presión en las tuberosidades isquiáticas, sacro, apófisis espinosas, escápulas y demás prominencias óseas, no se da la perfusión sanguínea que necesitan los tejidos, con lo que se aumenta el riesgo de ruptura de la piel en un individuo sentado. Además, existe la posibilidad de presentar problemas en el funcionamiento de la vejiga y mayor predisposición a infecciones del tracto urinario (1). Este es un síntoma esperado en niños y niñas con secuelas de espina bífida (2).

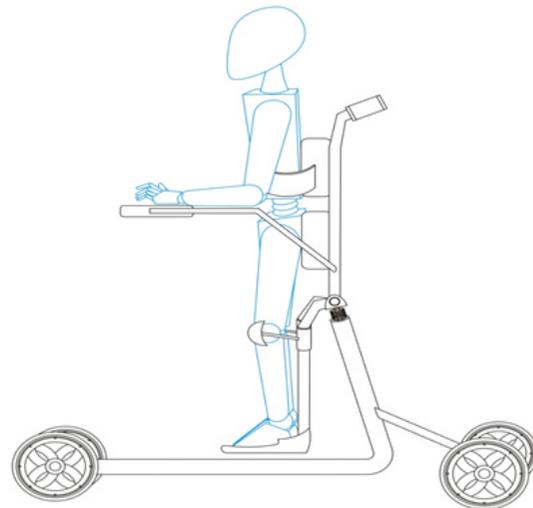
Al no poder adoptar la posición bípeda, se da una limitación de la motricidad voluntaria como la locomoción, traslados y autocuidado, afectación esfinteriana, restringiendo la participación social y escolar. Esta la razón ha hecho que se propongan aditamentos ortésicos o dispositivos para lograr el mantenimiento de la posición bípeda desde tiempos inmemoriales (3). Para estas personas existe, además, el estigma social de ser dependientes de otros para la movilidad funcional, por lo cual es necesario proponer un dispositivo de ayuda que facilite la posición bípeda, la deambulacion en el entorno y el desarrollo de actividades propias de la edad, sin la asistencia de otra persona, que contribuyan positivamente a la sociedad en su conjunto (4).

Uno de los campos propios del profesional del movimiento corporal humano es justamente el diseño, la prescripción y la evaluación del uso de este tipo de aparatos ortopédicos o dispositivos para la bipedestación, conocidos como bipedestadores. Sin embargo, sorprende la escasa y limitada investigación que en este campo han encontrado los investigadores (5).

## Materiales y métodos

El abordaje del diseño del dispositivo que se planteó en este proyecto, tuvo en cuenta para su realización, los pasos del flujo de diseño en ingeniería (6), los cuales son:

- 1) Reconocimiento de una necesidad.
- 2) Especificaciones y requisitos que debe cumplir la máquina para solucionar la necesidad.
- 3) Estudio de las posibilidades: para verificar el posible éxito o falla de una propuesta, tanto desde el punto de vista técnico-funcional como económico.
- 4) Síntesis de diseño creativo: en esta fase del diseño, los investigadores deben actuar como fisioterapeutas, inventores y artistas, con el fin de crear la máquina.
- 5) Diseño preliminar y desarrollo: dibujos de la máquina como un todo y de las partes específicas de la misma, de las dimensiones y notaciones importantes, así como también vistas seccionales auxiliares, que expliquen completamente el diseño propuesto. Además se hacen estudios cinemáticos, que incluyen el diseño de la máquina y los posibles movimientos que debería realizar.
- 6) Diseño detallado: se refiere al aparejo actual y dimensionamiento de todos los componentes individuales, tanto de los comprados como los fabricados, que constituyen el producto total, dispositivo o sistema.
- 7) Construcción de prototipo y pruebas: en esta etapa, se fabricaron las partes y se adquirieron los componentes comerciales. La máquina o sistema, después del ensamblaje, quedó lista para su evaluación y prueba en el laboratorio de materiales. Después de haber efectuado los cambios y/o modificaciones necesarias, se incorporaron los nuevos componentes en el ensamble del prototipo para continuar con las pruebas y evaluaciones. Este proceso se realizó hasta que los investigadores quedaron satisfechos con las especificaciones estipuladas.
- 8) Diseño de la producción: esta etapa no forma parte del presente estudio, en tanto se trata de un pilotaje.



**Figura 1.** Diseño gráfico del prototipo.

Fuente: autores.

El prototipo de bipedestador utilizado en el caso fue sometido a evaluación en el taller de prototipos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, y a un juicio de expertos (Figura 1). A partir del prototipo, se diseñó un estudio de caso, con una paciente de 10 años de edad, con espina bífida tipo mielomeningocele nivel T12-L4, cuyas secuelas más relevantes fueron: reflujo vesicouretral bilateral grado IV/V, vejiga neurogénica flácida en cateterismo intermitente desde los 4 años, hidronefrosis bilateral, displasia bilateral de caderas y coxa vara, paraplejia flácida, entre otras. La paciente refiere que estar en bípedo es un sueño para ella, porque nunca ha adoptado esa posición y es muy importante, ya que así podría jugar y hacer otras cosas más funcionales teniendo en cuenta su edad.

Los investigadores entendieron, asumieron y clasificaron este proyecto investigativo como de riesgo mínimo, dado que los eventuales riesgos, su manejo y control son conocidos y previstos por los investigadores, así como dados a conocer a los padres de la niña del caso clínico. Estos riesgos comprenden: signos de ortostatismo, diaforesis, émesis, zonas de presión, alergia a los materiales, tinitus, parestesias, caídas, taquicardia, bradipnea o polipnea (7).

El beneficio que deriva del uso del bipedestador radicó en la atención de las condiciones que generalmente afectan a las personas con imposibilidad de adoptar la posición bípeda (1). Por tanto, en la relación costo-beneficio, los riesgos inherentes a la investigación, fueron superados ampliamente por los beneficios proporcionados por la bipedestación asistida en este tipo de población, siendo una órtesis novedosa, razonable y pretendió atender una secuela y una necesidad que no ha sido respondida en el sujeto de estudio de la investigación. La confidencialidad fue garantizada por los investigadores tanto para el sujeto de estudio como para su familia y se obtuvo un consentimiento informado para la paciente como para los dos padres.

## Resultados

### Desde el juicio de expertos

Se realizó una búsqueda de las personas expertas en diversas áreas como neurología pediátrica, ingeniería biomédica, biomecánica y tecnología médica; quienes pudieran evaluar las diferentes características del bipedestador. Para esto se contactaron cinco profesionales expertos, de los cuales el 80% fueron fisioterapeutas y el 20% pertenecía a la ingeniería mecánica.

### Criterios de evaluación del bipedestador

Se evaluaron las características tanto de forma (diseño, seguridad, resistencia, peso, movilidad, estética, entre otras) como de fondo del bipedestador con miras a incorporar en el prototipo final los cambios, modificaciones y sugerencias recibidas por los jueces. Por requerimiento de uno de los evaluadores, los investigadores realizaron una ficha de especificaciones técnicas, que pudiera unificar un lenguaje técnico y entendible para el lector. La evaluación se realizó mediante los siguientes criterios de calificación: 5. Excelente; 4. Muy bueno; 3. Bueno; 4. Regular; 5. Malo; 6. Muy malo.

### Creatividad del diseño

El promedio de calificación de este criterio fue excelente. Un aspecto resaltado por uno de los expertos fue el hecho de considerar medidas estándares de la arquitectura colombiana, como el ancho de las puertas y las medidas estandarizadas de las sillas de ruedas, para así brindar una mejor accesibilidad a diversos espacios.

### Seguridad que le proporciona el bipedestador al paciente

En este criterio, los expertos argumentaron que se requiere realizar algunas mejoras para incrementar la seguridad, como apoyos laterales en el espaldar y asiento. Otro evaluador manifestó preocuparle qué tan seguro pueda resultar en un paciente obeso. El promedio de calificación de este criterio fue de muy bueno.

### Diseño de los apoyos para evitar zonas de presión en los segmentos corporales

El promedio de calificación de este criterio fue muy bueno, aunque se insiste en la revisión de las eventuales zonas de presión.

### Materiales utilizados para la creación del bipedestador

Los evaluadores expresaron que se ven resistentes y que son adecuados por durabilidad y resistencia. Otro evaluador solicitó una ficha técnica del bipedestador y el valor de la resistencia de los materiales. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno. Uno de los elementos resaltados en la estructura fue la utilización de una soldadura especial, que garantiza seguridad en las diferentes uniones del bipedestador.

### Resistencia estructural del bipedestador

En este ítem, los evaluadores manifestaron que el diseño y fabricación garantiza la resistencia del bipedestador y sugirieron hacer pruebas de soporte de carga para un uso más generalizado. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno. Teniendo en cuenta que la resistencia estructural del prototipo es fundamental, los investigadores se asesoraron con un ingeniero mecánico para hacer un modelado en 3D, en el cual se realizó una simulación para encontrar valores de resistencia y puntos críticos en la estructura. En cuanto a la prueba de soporte de carga, al fabricar el prototipo se realizó una prueba estática con un peso de 100 kilogramos durante 24 horas, encontrándose que las estructuras no sufrieron ningún daño. Sin embargo, para realizar otro tipo de pruebas, se requiere tener otro bipedestador fabricado, que esté disponible solamente para medir con que fuerza aplicada podría sufrir algún daño.

### Peso del bipedestador

Los evaluadores manifestaron que es un poco pesado, sin embargo es mucho más liviano que otro tipo de bipedestadores que no poseen un sistema de motorización eléctrico; además expresaron que otro tipo de material como el aluminio podría disminuir el peso. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno.

### Facilidad para la manipulación

En este criterio de evaluación, los expertos afirmaron que les preocupa los niños con espina bífida que tienen dificultades de atención y coordinación; manifestaron que se podría mejorar el sistema de regulación para que sea más fácil de manipular para la familia, modificándolo a un sistema de pin utilizado comúnmente en muletas y bastones. Además, señalaron que se requiere mejorar la transportabilidad. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno.

### Capacidad de expansión en los diferentes segmentos donde se produce carga

Los expertos expresaron que el bipedestador brinda amplias posibilidades para graduar el tamaño en diferentes partes del mismo, aunque se requiere realizar algunos ajustes para mejorar la capacidad de expansión en el asiento. El promedio de calificación para este criterio fue excelente.

### Dimensiones del bipedestador

Los expertos manifestaron que eran adecuadas para lograr accesos difíciles, aunque, si no arriesga la estabilidad, sería preferible que se acortara un poco; otro experto expresó que le parecía un poco aparatoso para meterlo en un automóvil promedio. La calificación para este criterio fue muy bueno.

### Apariencia estética en cuanto a forma, texturas, accesorios, colores, entre otros

Los evaluadores manifestaron que los colores eran muy llamativos, tenían detalles muy especiales y colores con objetivo específico. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno.

### Facilidad para la limpieza del bipedestador

El bipedestador cumplió con los requerimientos de higiene pretendidos por los investigadores y los evaluadores. El promedio de calificación para este criterio fue muy bueno.

### ¿Qué otro ítem de evaluación de forma formularía usted?

Los expertos plantearon los siguientes criterios de evaluación de forma para el bipedestador: durabilidad de los materiales, indagar acerca de costos y manipulación por parte de la familia.

Del mismo modo, el grupo de expertos realizó los siguientes aportes desde las preguntas abiertas:

- Revisar la barra de empuje, pues preocupa la seguridad para las personas que acompañan al niño, sus compañeros o cuidadores. Respecto a esta recomendación, los investigadores procedieron a acortar en 30 cm dicha barra, para así evitar accidentes en otras personas.
- Considerar las deformidades de los pies, específicamente la tendencia a pie equinovaro, sumada a la ausencia o poca sensibilidad en relación con los apoyapiés. En este caso, la paciente tiene unas órtesis tipo AFO, que favorecen la estabilización de estos segmentos, más aún al momento de adquirir la posición bípeda. Sin embargo, este aspecto debería ser revisado en el momento de la producción en serie.
- Cinturón pélvico y seguridad de pies a 45°, con velcro: en cuanto a la angulación del cinturón pélvico, sería necesario hacerla en el caso en que el prototipo solo

brindara la posibilidad de mantener la sedestación; al asistir la posición bípeda, se debe encontrar una posición que asegure la estabilidad en ambas posiciones.

- Tope abductor: la población con alteración de tono requiere esta ayuda. Esta modificación se pretende realizar en posteriores prototipos.

- Ruedas más anchas: para las ruedas traseras, es posible realizar esta modificación; sin embargo, para la rueda delantera implicaría un aumento considerable del rozamiento, lo que no permitiría que el usuario direccionara fácilmente el desplazamiento del bipedestador: en consecuencia, se tendría que hacer un cambio completo en el sistema de dirección.

- Modificación del tablero de comandos: uno de los evaluadores considera que es necesario cambiar algunos botones, de modo que sean más fáciles de entender para el usuario. Respecto a esto, los investigadores realizaron una prueba previa, con un niño de la misma edad y escolaridad que el sujeto de estudio, encontrándose que tras una breve instrucción, el niño fue capaz de maniobrar el bipedestador en todas las direcciones, por lo que no se considera necesaria realizar esa modificación.

### Resultados de la implementación de la bipedestación en el sujeto de estudio

Haciendo la comparación entre la evaluación fisioterapéutica antes y después del protocolo de bipedestación en el sujeto de estudio, se encontró la necesidad de generar diferentes cambios. Por ejemplo, en la dimensión cardiovascular:

- En la escala del esfuerzo percibido (Borg modificada), el sujeto inicialmente consideró la actividad de bipedestación con una calificación de duro; luego de finalizar las sesiones, la calificación disminuyó a suave.

- Al realizar la evaluación de la mecánica ventilatoria, se encontró que hubo un aumento de 0,5 cm en la expansión torácica del sujeto de estudio.

Respecto a las características antropométricas: en la evaluación inicial, el IMC se encontraba en el percentil 65 y en la evaluación final se encuentra en el percentil 30. A pesar de esa disminución, el IMC se encuentra en los rangos normales. En cuanto a los perímetros, se encontró: aumento de 1,5 cm en hombros y abdomen; en cadera de 2 cm; en muslo superior de 1,7 cm para el derecho y 2,7 cm para el izquierdo y en pierna de 0,5 cm. Al igual, hubo disminución en algunos perímetros como en muslo medio derecho de 1 cm y en muslo inferior de 0,8 cm.

En los factores contextuales internos positivos y la participación, se encontró que la paciente mejoró su disposición anímica posterior al inicio de la bipedestación y que luego tuvo mayor iniciativa para la realización de diferentes actividades que antes no realizaba, como ayudar a lavar la vajilla después de comer, ayudar a atender en la tienda de sus padres, etc. Con respecto a la integridad integumentaria y vascular se halló: en cuanto a la úlcera por presión que presentaba el sujeto de estudio, se encontró que en la evaluación inicial, esta medía 2.4 cm de ancho x 1.5 cm de alto; en la evaluación final fue de 2.1 cm de ancho x 1 cm de alto.

**Tabla 1.** Comparación de ganancia y disminución de los rangos de movimiento obtenidos en las evaluaciones fisioterapéuticas pre y post.

| Articulación                            | Rango de movimiento |
|---|---------------------|
| <b>Ganancia</b>                         |                     |
| Flexión cadera derecha e izquierda      | 22°                 |
| Rotación interna de cadera derecha      | 26°                 |
| Rotación interna cadera izquierda       | 16°                 |
| Rotación externa cadera izquierda       | 7°                  |
| Flexión de rodilla izquierda            | 6°                  |
| Extensión de rodilla                    | 10°                 |
| Inversión de cuello de pie derecho      | 5°                  |
| Inversión de cuello de pie izquierdo    | 3°                  |
| Eversión de cuello de pie derecho       | 30°                 |
| Eversión de cuello de pie izquierdo     | 25°                 |
| <b>Disminución</b>                      |                     |
| Aducción de cadera                      | 17°                 |
| Dorsiflexión cuello de pie izquierdo    | 15°                 |
| Flexión de metatarsofalángicas derecha  | 18°                 |
| Flexión metatarsofalángicas izquierda   | 30°                 |
| Extensión metatarsofalángicas bilateral | 10°                 |

La integridad articular y movilidad, se presenta en la tabla 1. En la valoración muscular se encontró una contracción leve en los músculos flexores de cadera de ambos lados en la valoración final. En la evaluación de la integridad sensorial y neuromotora se encontró:

- Sensibilidad superficial: al evaluar el tacto y dolor, se obtuvo que el sujeto de estudio inicialmente refería percibir los estímulos hasta el nivel de T12 en el lado izquierdo y T11 en lado derecho. En la evaluación final se obtuvo una percepción de la estimulación en la cara lateral de L2 en el hemicuerpo derecho y hasta L1 en lado izquierdo.

- ASIA: en la evaluación inicial, el nivel sensitivo era T11 y en la evaluación final fue de L1. El nivel motor se mantuvo igual en las dos evaluaciones; sin embargo, en la evaluación final se encontró una leve contracción de los flexores de cadera.

En el análisis postural se encontraron los siguientes resultados:

- Alineamiento postural en sedente: la oblicuidad pélvica cambió la calificación de leve elevación de 10° hacia el lado derecho a normal; el desplazamiento lateral del tronco se mantuvo en una calificación de leve, pasando de un desplazamiento de 5° hacia la izquierda a 5° de desplazamiento hacia la derecha; la inclinación lateral de la cabeza cambió de inclinación de 10° hacia la derecha (leve) a normal; la rotación de la cadera se mantuvo normal en las dos evaluaciones; la inclinación pélvica posterior, la curvatura torácica y lumbar se mantuvieron iguales en las dos evaluaciones; en la inclinación posterior de la cabeza hubo disminución de 13°, pasando de leve a normal; la leve rotación pélvica se mantuvo igual en las dos evaluaciones; en la aducción y abducción de las caderas se mantuvo una calificación de normal.

- Signo de Galeazzi positivo, encontrándose una disminución de la diferencia en 0,9 cm, siendo el miembro inferior derecho el descendido.

- Columna: se evaluó la movilidad con el test de Schober, encontrándose aumento de 1cm en el desplazamiento de las vértebras. También se evaluó la alineación de la columna con el test de Adams, donde se evidencia aumento de curvatura hacia el lado izquierdo en zona dorsal, manteniéndose el mismo resultado en las dos evaluaciones.

Es pertinente mencionar otros cambios ocurridos en el sujeto de estudio durante la bipedestación asistida; esos datos fueron obtenidos de las narraciones de los padres durante el transcurso de la investigación:

- En relación al sistema musculoesquelético, los padres relatan que “al palpar los músculos de los muslos y piernas de la niña, encuentran un aumento considerable de la dureza de estos”.

- La orina respecto a color, aspecto y volumen, refieren los padres que llevó a que se disminuyera el consumo de fármacos frente a este tema, llegando incluso a suspender el uso de este antibiótico durante la bipedestación.

- En el sistema digestivo, los padres narraron que a partir de la segunda semana de bipedestación asistida, el bolo fecal cambió el aspecto, pasando de unas heces de tipo caprinas muy duras, a unas heces de consistencia blanda de aspecto más parecido al normal. Los padres

mencionaron que este evento, nunca se había presentado; además es importante mencionar que se suspendió el uso del laxante medicado, debido al cambio positivo en la consistencia de las heces.

- Respecto a la participación del individuo, se logró un cambio favorable en la parte anímica de la niña, también se generó una mejor disposición a realizar actividades en las cuales comúnmente no participaba, como el aseo del hogar, ayudar a sus padres en labores propias del hogar y del trabajo.

- En cuanto al desplazamiento del sujeto, los padres relatan una mejora de la estabilidad, alineación de tronco y miembros inferiores, y la facilidad con la que realiza el gateo dentro del hogar.

De acuerdo a estos resultados, se observa que es necesario realizar el diseño de estos dispositivos basados en las características individuales de cada paciente/usuario, de modo que se garantice una adecuada correlación hombre-máquina y por ende obtener mejores resultados derivados de la utilización del mismo. Por ello, esta investigación le apuesta al diseño personalizado y no en serie, económico, liviano y estético a diferencia de la mayoría de los bipedestadores.

## Conclusión

La intervención propia del fisioterapeuta, en cuanto a diseño y generación de estructuras y tecnologías que faciliten la habilitación y rehabilitación del paciente, desde el paradigma del diseño aplicado al usuario, son una de las modalidades de intervención más respetuosas de las características individuales y del contexto social en el cual la órtesis va a ser implementada, por lo que en la mediación entre lo humano y lo tecnológico, se hace necesario un seguimiento juicioso del proceso. Las experiencias relatadas por los expertos dan cuenta que el prototipo producido en esta investigación es necesario y útil, sin descuidar la apariencia estética del mismo, buscar siempre una mayor funcionalidad en el paciente.

La bipedestación asistida debería ser un derecho para la población con espina bífida, en tanto que las afecciones renales, gastrointestinales y respiratorias son las grandes razones por las cuales estos pacientes tienen un alto nivel de morbimortalidad. Por lo tanto, dispositivos como el propuesto en este trabajo, hecho con materiales nacionales y con diseño colombiano, diez veces más económico que los del mercado, podrían dar respuesta a estas necesidades.

## Conflicto de Interés

Ninguno declarado por los autores.

## Financiación

Este estudio recibió apoyo de la Dirección de Investigación de la Sede Bogotá (DIB) en la Universidad Nacional de Colombia, en la convocatoria de apoyo a investigaciones de pregrado, 2010.

## Referencias

1. **Meyer A.** Stand for Health: For the benefits offered by standing, there are no alternatives. *Rehab Management*. 2008;(1):16-20.
2. **Ramón-Carvajal, S.** El Niño con Espina Bífida y su Familia: El Reto para el Cuidado de Enfermería. Universidad de Antioquia. Colombia. 2005,(18):8-17.
3. **Serrano MA.** Reacciones primitivas y reacciones neuromotoras: sustrato neurológico del comportamiento motor en el ser humano. *Mov. Cient.* 2008;(2):3-10.
4. **Fenton B.** Standers Can Provide Clients with Both Improved Physical Well-Being and Psychological Benefits. *The Interdisciplinary Journal of Rehabilitation*, [Internet]. 2007 [acceso noviembre 10 de 2009]. Recuperado de: <http://www.easystand.com/Stock/ResearchStudyFiles/StandingTall1.pdf>
5. **Niazi ZB.** Recurrence of initial Pressure Ulcer in Persons with Spinal Cord Injuries. *Adv Wound Care*.1997;10:38-42.
6. **Bongio E.** Principles of Industrial Welding. The James F. Lincoln Arc Welding Foundation; 1978.
7. **Ginny, P.** Synthesized Literature Review, Suported Standing [Internet]. 2008 [acceso octubre 10 de 2012] Recuperado de: <http://www.easystand.com/stock/webinar/standing%20lit%20review.pdf>
8. **Walker, C.** Fisioterapia en Obstetricia y Uroginecología. Barcelona: Masson; 2006:242-47.