



Original

## Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación



R. Cabeza-Ruiz<sup>a,\*</sup>, N. Castro-Lemus<sup>a</sup>, R.A. Centeno-Prada<sup>b</sup> y J.D. Beas-Jiménez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>b</sup> Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Sevilla, Sevilla, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 5 de mayo de 2015

Aceptado el 9 de febrero de 2016

#### Palabras clave:

Equilibrio

Síndrome de Down

Propiocepción

### R E S U M E N

**Objetivo:** Valorar el equilibrio de adultos con síndrome de Down a través del estudio del desplazamiento del centro de presiones.

**Método:** Estudio transversal de casos y controles. Doce sujetos con síndrome de Down y 12 sin síndrome de Down formaron parte del estudio. Todos los participantes realizaron 2 pruebas sobre plataforma dinamométrica: i) estática con ojos abiertos y ii) estática con ojos cerrados. Las señales del centro de presiones fueron analizadas en el dominio temporal. Se utilizaron contrastes no paramétricos para el análisis estadístico de los datos.

**Resultados:** Los resultados mostraron diferencias significativas entre-grupos en las variables rango anteroposterior, fuerza anteroposterior y fuerza medio-lateral ( $p < 0.05$ ). Las comparaciones intragrupos mostraron peores resultados en las pruebas con ojos cerrados en ambos grupos.

**Conclusión:** En el presente trabajo las personas con síndrome de Down presentaron un control del equilibrio mermado al compararlo con sujetos sin síndrome de Down. Los datos obtenidos no son concluyentes para determinar cuál de los sistemas involucrados en el control del equilibrio es el responsable de estos resultados.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Center of pressure displacements in individuals with Down syndrome during a bipedal position

#### A B S T R A C T

**Objective:** To evaluate body balance of adults with Down syndrome based on the analysis of their centre of pressure behaviour.

**Method:** Cross-sectional case control-study. Twelve individuals with Down syndrome and twelve without Down syndrome took part in the study. All the participants were tested under two conditions on a force plate: i) static with eyes open and ii) static with eyes closed. Centre of pressure signals were analyzed in time domain. Non-parametric contrasts were used for statistical analysis.

**Results:** Statistical differences between groups were found in anteroposterior range, anterior-posterior force and medio-lateral force ( $p < 0.05$ ). Within-groups comparisons showed poorer results in eyes closed conditions for both groups.

**Conclusion:** Individuals with Down syndrome involved in the present study showed deficits in balance control when compared with people without Down syndrome. The obtained data are not conclusive. The participation of the different systems which control balance in people with Down syndrome remains unknown.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

#### Keywords:

Body Balance

Down Syndrome

Proprioception

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ruthcr@us.es](mailto:ruthcr@us.es) (R. Cabeza-Ruiz).

## Desprendimiento do centro de pressão em pessoas com síndrome de Down em posição bípede

### R E S U M O

**Palavras-chave:**  
Equilíbrio  
Síndrome de Down  
Proprioceção

**Objetivo:** Avaliar o equilíbrio de adultos com síndrome de Down através do estudo do desprendimento do centro de pressão.

**Método:** Estudo transversal de caso e controlos. Doze sujeitos com SD e 12 sem Síndrome de Down fizeram parte do estudo. Todos os participantes realizaram 2 provas sobre plataforma dinamométrica: i) estática com olhos abertos e ii) estática com olhos fechados. Os sinais dos centros de pressões foram analisados em domínio temporal. Foram utilizados testes não paramétricos para a análise estatística dos dados.

**Resultados:** Os resultados mostraram diferenças significativas entre grupos nas variáveis de intervalo ântero-posterior, força ântero-posterior e força médio-lateral ( $p < 0.05$ ). As comparações intragrupos mostram piores resultados nas provas de equilíbrio com olhos fechados para ambos os grupos.

**Conclusão:** No presente estudo, as pessoas com Síndrome de Down apresentaram um controlo de equilíbrio diminuído em comparação a sujeitos sem Síndrome de Down. Os dados obtidos não são conclusivos para determinar qual dos sistemas envolvidos no controlo do equilíbrio é responsável por estes resultados.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El mantenimiento del equilibrio en el ser humano viene determinado por la capacidad que tiene el sujeto para mantener su centro de gravedad dentro de los límites de su base de sustentación<sup>1</sup>. Para ello, el individuo debe realizar una serie de correcciones musculares que contrarresten la fuerza de la gravedad. La resultante de estas fuerzas es lo que se conoce como centro de presiones (CDP), cuyo desplazamiento es consecuencia de la interacción de mecanismos sensoriales (visual, vestibular y propioceptivo), de la acción muscular y del control nervioso<sup>2</sup>. Un control postural deteriorado aumenta el riesgo de caídas y limita la autonomía y el tipo de actividades susceptibles de llevarse a cabo por parte del sujeto<sup>3,4</sup>.

Las personas con síndrome de Down (SD) presentan características fisiológicas, anatómicas y conductuales particulares, debido a su carga genética extra<sup>5-7</sup> y, por ello, los sistemas que intervienen en el control del equilibrio podrían verse afectados debido a menores valores de fuerza<sup>8-10</sup>, descoordinación<sup>11</sup>, sinapsis neuromusculares precarias<sup>12,13</sup>, hipotonía, laxitud articular<sup>14,15</sup>, déficits sensoriales, tanto visuales y vestibulares<sup>16</sup> como propioceptivos<sup>17</sup>, y un estilo de vida sedentario<sup>3</sup>.

En los últimos años la posturografía estática se muestra como una forma de medir empíricamente el control del equilibrio<sup>4</sup>. A través del estudio de las fuerzas que realiza un individuo sobre una plataforma dinamométrica es posible conocer la capacidad que tiene para mantener la proyección de su centro de gravedad sobre la base de sustentación. Por ello el objetivo del presente trabajo es valorar el equilibrio estático de adultos con SD a través de la evaluación del desplazamiento de su CDP y conocer la influencia de la visión en los resultados obtenidos.

## Método

### Sujetos

La muestra estuvo constituida por adultos de ambos sexos de entre 18-30 años. El grupo con síndrome de Down (GSD) estuvo formado por 12 jóvenes (6 hombres y 6 mujeres) con trisomía libre asistentes a diversos centros ocupacionales de la ciudad. El grupo control (GC) lo constituyó una muestra de 12 jóvenes sin SD que fue utilizado como grupo de referencia (6 hombres y 6 mujeres). Las características descriptivas de los participantes se exponen en la [tabla 1](#). Antes de la participación en el estudio, todos los

**Tabla 1**

Características descriptivas de la muestra

	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
GC	22.21 ± 2.15	65.84 ± 10.06	167.02 ± 8.48	23.46 ± 1.55
GSD	22.65 ± 2.88	61.49 ± 6.98	153.93 ± 7.43	26.03 ± 3.46

GC: grupo control; GSD: grupo síndrome de Down; IMC: índice masa corporal. Los resultados se muestran como media ± desviación estándar

voluntarios fueron valorados mediante exámenes médicos exploratorios constituidos por anamnesis, exploración física por sistemas y aparatos, espirometría y electrocardiografía. Como criterios de exclusión para ambos grupos se consideraron haber padecido cuadros de epilepsia, sufrir luxación o subluxación atloaxoidea, tener desórdenes neurológicos, padecer alteraciones sensoriales graves, presentar lesiones músculo-esqueléticas que impidieran la realización del test de equilibrio, intervenciones quirúrgicas del aparato locomotor o encontrarse en tratamiento farmacológico con medicamentos que pudieran interferir en el control motor del equilibrio. Una persona del GSD tuvo que ser descartada del estudio por no ser capaz de realizar la prueba siguiendo los procedimientos correctamente.

Todos los participantes en el estudio, o sus tutores, firmaron un consentimiento informado de participación. El proyecto sigue las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki, actualizada en Asamblea General en octubre de 2008<sup>18</sup> y fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Sevilla.

### Diseño experimental

Se aplicaron 2 test de 60 s en bipedestación bajo 2 condiciones: estática con ojos abiertos (OA) y estática con ojos cerrados (OC). Durante OA se solicitó al sujeto que mirara una señal visual que se encontraba frente a él a una distancia de 1.5 m. En OC se solicitó a los participantes que cerraran los ojos. Se usaron máscaras en caso de imposibilidad por parte del sujeto de permanecer con los OC durante toda la prueba. Si durante el test el participante se movía, se consideraba la prueba no válida y se repetía de nuevo. Sólo se permitieron 2 intentos por participante.

Para la valoración del desplazamiento del CDP se utilizó una plataforma dinamométrica Dinascan/IBV 1P800, del Instituto Biomecánico de Valencia (Valencia, España) de 800 x 800 mm<sup>2</sup> de área activa y 100 mm de altura. Para la evaluación se utilizó el test de Romberg con modificaciones: durante la prueba los sujetos se

colocaban descalzos y de pie con los brazos relajados sobre las huellas plantares marcadas en la plataforma. Los pies se situaban a la anchura de las caderas con un ángulo de 20° respecto al eje longitudinal de los dedos primeros, siguiendo las especificaciones del fabricante.

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Andaluz de Medicina del Deporte (CAMD) de Sevilla en la misma franja horaria y por los mismos evaluadores.

### Análisis de datos

De cada una de las pruebas se obtuvieron 3600 datos (frecuencia de registro de 60 Hz). Los primeros y últimos 10 s fueron descartados del análisis para evitar periodos de estabilización al principio de la prueba y al final de la misma<sup>19</sup>. Los datos registrados por la plataforma fueron almacenados para su posterior análisis. El desplazamiento del CDP, tanto en la dirección anteroposterior (AP) como mediolateral (ML) se obtuvo gracias al software NedSVE/IBV asociado a la plataforma. Cinco parámetros del dominio temporal fueron calculados en ambas condiciones (OA/OC): Desplazamiento total (DT): longitud en mm del recorrido total del CDP, Área (A): superficie total en mm<sup>2</sup> descrita por el movimiento del CDP sobre la plataforma, Velocidad (V): velocidad del desplazamiento del CDP en mm/s, Rango del CDP en ambos sentidos (RAP/RML): longitud máxima en mm del recorrido del CDP en dirección AP y lateral y Fuerza antero-posterior (FAP) y lateral (FML): fuerza máxima aplicada sobre la plataforma tanto en sentido AP como ML, medida en N respectivamente.

### Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.) para Windows. Para la comparación de los grupos y las condiciones de experimentación, se utilizaron contrastes no paramétricos puesto que los datos no cumplían los requisitos de normalidad (test Kolmogorov-Smirnov). Se realizó la prueba W de Wilcoxon para la comparación de los resultados de las variables dependientes del CDP en ambas condiciones (OA/OC) y para ambos grupos. Para la comparación entre grupos se realizó el test U de Mann-Whitney. Se estableció un valor de  $p < 0.05$  como nivel de significación.

### Resultados

En la **tabla 2** se muestran los resultados (mediana, rango intercuartílico) para ambos grupos en ambas condiciones experimentales (OA y OC). Los contrastes estadísticos mostraron diferencias significativas entre el GC y el GSD en las variables RAP-OA ( $p=0.017$ ), FAP-OA ( $p=0.007$ ), FAP-OC ( $p=0.017$ ) y FML-OC ( $p=0.024$ ), siendo los resultados mayores en el GSD en todos los casos.

En las comparaciones intragrupos (entre condiciones) se obtuvieron diferencias significativas en el GC en las variables A ( $p=0.041$ ), RAP ( $p=0.01$ ) y FAP ( $p=0.003$ ). El GSD, por su parte, mostró diferencias estadísticas en A ( $p=0.006$ ) y RAP ( $p=0.003$ ), al comparar las condiciones experimentales, siendo los resultados mayores en ambos grupos cuando los sujetos no disponían de información visual.

### Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar el desplazamiento del CDP en personas con SD, tomando como referencia un GC sin discapacidad, y conocer la influencia de la disponibilidad de referencias visuales, en la ejecución. Tras el análisis de los datos se

**Tabla 2**  
Resultados para las comparaciones entre grupos y entre condiciones de las variables del centro de presiones

	DT (mm)		A (mm <sup>2</sup> )		V (mm/s)		RAP (mm)		RML(mm)		FAP (n)		FML (N)	
	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
GC	22.12 (15.62)	23.46 (19.25)	13.02 (20.98)	24.56 (20.51)	0.035 (0.01)	0.036 (0.01)	17.05 (4.65)	22.60 (7.90)	8.25 (6.00)	10.35 (2.85)	2.75 (0.80)	3.87 (1.97)	2.67 (1.01)	2.93 (1.69)
GSD	21.22 (14.95)	19.73 (15.47)	24.55 (58.35)	32.42 (75.49)	0.039 (0.01)	0.040 (0.01)	20.85 (14.90)	25.55 (19.50)	11.25 (7.93)	14.90 (12.65)	4.37 (3.10)	5.98 (3.22)	4.01 (3.34)	4.58 (3.58)

Resultados obtenidos por el grupo control (GC) y el grupo síndrome de Down (GSD) en ambas condiciones (OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados). Los datos se expresan como mediana y rango intercuartílico M (R).

A: área; DT: desplazamiento total; FAP: fuerza máxima anteroposterior; FML: fuerza máxima medial-lateral; RAP: rango anteroposterior; RML: rango lateral; V: velocidad.

\*  $p < 0.05$ , al comparar con el GC.

†  $p < 0.05$  al comparar con OA.

observó que los sujetos del GSD presentaron valores mayores en todas las variables respecto al GC, esto es, peores resultados que sus compañeros sin SD, excepto en DT. Los resultados obtenidos en esta variable pueden ser debidos al tamaño de la muestra, pues las diferencias entre grupos son menores a 1 mm. Quizás aumentando el número de participantes se obtendrían resultados similares al del resto de variables. Sin embargo, las diferencias halladas entre grupos solo fueron significativas en las variables rango AP en OA (RAP) y fuerza máxima (FAP-OA y FAP-OC y FML-OC), respectivamente.

Los hallazgos encontrados en RAP-OA son similares a los de Cimolin et al.<sup>4,20</sup>. Un rango mayor de oscilación del CDP evidencia un peor control del equilibrio, ya que la excursión del CDP es más amplia, lo que es contrario al principio biomecánico de mantenerlo lo más centrado posible dentro de la base de sustentación<sup>21</sup>. Es sabido que la información visual influye positivamente en los resultados de las pruebas de equilibrio en bipedestación tanto en personas con discapacidad como en grupos sin discapacidad<sup>22-24</sup>, por lo que cabría esperar que los resultados en esta variable fueran peores a los del GC en la condición OC, hipótesis que no se cumple en el presente estudio. A pesar de la incidencia de alteraciones visuales en las personas con SD, los sujetos de este estudio fueron evaluados con un optotipo y ninguno de ellos presentó una agudeza visual que les imposibilitara ver la señal que servía de referencia en las pruebas de equilibrio con OA. Es por ello que, debido a que las diferencias estadísticas en el rango de oscilación AP se producen con los ojos abiertos, es oportuno pensar que son los sentidos propioceptivos los que podrían estar alterados y que el sistema visual no es capaz de compensar totalmente esas deficiencias. Son varios los autores que defienden que los menores rendimientos de las personas con SD en pruebas de equilibrio se deben a alteraciones en el sistema propioceptivo<sup>3,17</sup>. En este sentido, es sabido que las personas con SD presentan frecuentemente pie plano<sup>25</sup> y obesidad<sup>26</sup>. Ambos aspectos parecen tener repercusiones negativas en la fisiología de los mecanorreceptores de las plantas de los pies. Un estudio de Besmaña et al.<sup>27</sup> mostró que una sobrestimulación de los receptores plantares tenía repercusiones negativas en el control del equilibrio. En el caso de las personas con SD un estímulo constante, como el sobrepeso o la obesidad, podría reducir la sensibilidad de estos receptores sensoriales. Por otro lado, la prevalencia de pie plano en esta población también podría mermar el control del equilibrio, pues provoca sobrestimulación de los mecanorreceptores plantares debido a mayores áreas de contacto con la base de sustentación<sup>28</sup>. Ambos aspectos influirían en que la información propioceptiva llegue distorsionada al sistema nervioso central, lo que repercute en la idoneidad de la respuesta motriz posterior. Estos resultados se relacionan con los obtenidos en FAP y FML. Las respuestas musculares realizadas por los sujetos con SD no se ajustan a las necesidades de la tarea, presentando valores significativamente mayores que los del GC. Estos resultados pueden deberse a respuestas alternativas del sistema nervioso que trata de compensar los déficits de los sistemas propioceptivos con el objetivo de no caer<sup>1</sup>.

En relación con las diferencias en la ejecución entre OA y OC, estudios llevados a cabo por Galli et al.<sup>19</sup> y Cimolin et al.<sup>4,20</sup> mostraron que los sujetos del GSD no presentaban diferencias significativas entre condiciones. Los autores coinciden en que esto es debido a que la ausencia de estímulos visuales no tiene repercusión significativa en el desplazamiento del CDP en bipedestación. Sin embargo, en el presente estudio tanto el GC (área, rango AP y fuerza AP), como el GSD (área, rango AP) mostraron diferencias entre condiciones experimentales (OA/OC) lo que indica cierto grado de influencia de la visión en los resultados. Esta situación podría deberse a que en la condición OC, al no haber información visual, los resultados en las pruebas se ven afectados por la incapacidad del sistema propioceptivo para mantener, por sí solo, los mismos niveles de ejecución. Al ser un aspecto que afecta a todos los participantes, las diferencias entre grupos se disipan<sup>21</sup>.

El presente estudio presenta algunas limitaciones. Por un lado el tamaño muestral es pequeño, por lo que es posible que no se hayan encontrado diferencias estadísticas en variables sensibles a las condiciones experimentales, como DT<sup>4</sup> y V<sup>25</sup>. Por otro lado, la prueba seleccionada (estática en bipedestación) es de una exigencia motriz baja, lo cual ocasiona que los sujetos no se vean forzados a realizar grandes requerimientos a su sistema de control del equilibrio y las diferencias estadísticas sean más difíciles de hallar, tanto en los contrastes entre grupos como intragrupos.

La fortaleza de esta investigación radica en las variables seleccionadas para evaluar el desplazamiento del CDP, concretamente el rango y la fuerza, siendo destacable que se encuentren diferencias estadísticas en una muestra pequeña. Los resultados obtenidos en el rango fueron coherentes con los de otros autores<sup>4,20</sup> y el tamaño del efecto es moderado tanto en FAP como FML en la condición OC ( $d=0.65$  y  $d=0.60$ , respectivamente), por lo que ambas variables podrían ser consideradas como buenos descriptores en posturografía estática.

Por los resultados obtenidos, podemos concluir que las personas con SD del presente estudio presentaron un peor control del equilibrio al compararlos con sujetos sin SD. Sin embargo, los resultados no indican con claridad cuál de los sistemas involucrados es el que está mermado. Se hace necesario ampliar el conocimiento de aquellas variables descriptivas del CDP que puedan ser más sensibles a cambios en las condiciones experimentales y complementar los estudios lineales con otros no lineales que faciliten la interpretación de los datos, con el fin de realizar terapias que se orienten a mejorar el sistema o sistemas afectados.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Horak FB. Clinical measurements of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987;67:1881-5.
- Vuillerme N, Marin L, Debù B. Assessment of static postural control in teenagers with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2001;18:417-33.
- Bieć E, Zima J, Wójtowicz D, Wojciechowska-Maszowska B, Kręcisz K, Kuczyński M. Postural stability in young adults with Down syndrome in challenging conditions. *PLoS ONE.* 2014;9:e94247.
- Cimolin V, Galli M, Rigoldi C, Grugni G, Vismara L, Fabris de Souza SA, et al. The fractal dimension approach in posture: A comparison between Down and Prader-Willi syndrome patients. *Comput Method Biomec.* 2014;17:1535-41.
- Barnhart RC, Connolly BH. Aging and Down syndrome: Implications for physical therapy. *Adapt Phys Activ Q.* 2007;87:1399-406.
- Pace B, Lynn C, Glass R. Down syndrome. *JAMA.* 2001;285:1112.
- Rogers PT, Coleman M. Atención médica en el síndrome de Down. Un planteamiento de medicina preventiva. Barcelona: Fundación Catalana de Síndrome de Down; 1994.
- Carmeli E, Kessel S, Coleman R, Ayalon M. Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with Down syndrome. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57A:M106-10.
- Fernhall B, Jae-Sae Y, Heffernan K, Hsu S, Ploutz L, Cowley P, et al. Aerobic capacity is related to muscle strength in individuals with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:245.
- González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Guerra-Balic M, Ara I, Casajús JA. Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:716-24.
- Carvalho RL, Almeida GL. The effect of galvanic vestibular stimulation on postural response of Down syndrome individuals on the seesaw. *Res Dev Disabil.* 2011;32:1542-7.
- Flórez J. Patología cerebral en el síndrome de Down: aprendizaje y conducta. En: Perera J, editor. *Síndrome de Down, aspectos específicos.* Barcelona: Editorial Masson; 1995. p. 27-52.
- Wisniewski KE, Bobinski M. Estructura y función del sistema nervioso en el síndrome de Down. En: Perera J, editor. *Síndrome de Down, aspectos específicos.* Barcelona: Editorial Masson; 1995. p. 11-26.
- Lewis C, Fragala-Pinkham MA. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down syndrome: A Case Study. *Pediatr Phys Ther.* 2005;17:30-6.

15. Li C, Chen S, Meng How Y, Zhang AL. Benefits of physical exercise intervention on fitness of individuals with Down syndrome: A systematic review of randomized-controlled trials. *Int J Rehabil Res.* 2013;36:187-95.
16. Courage ML, Adams RJ, Hall EJ. Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Res.* 1997;37:1545-55.
17. Carvalho RL, Almeida GL. The effect of vibration on postural response of Down syndrome individuals on the seesaw. *Res Dev Disabil.* 2009;30:1124-31.
18. Williams JR. The Declaration of Helsinki and Public Health. *Bull World Health Organ.* 2008;86:650-2.
19. Galli M, Rigoldi C, Mainardi L, Tenore N, Onorati P, Albertini G. Postural control in patients with Down syndrome. *Disabil Rehabil.* 2008;30:1274-8.
20. Cimolin V, Galli M, Grugni G, Vismara L, Precilios H, Albertini G, et al. Postural strategies in Prader-Willi and Down syndrome patients. *Res Dev Disabil.* 2011;32:669-73.
21. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Albertini G. Evaluation of posture signal using entropy analysis and fractal dimension in adults with Down syndrome. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2014;17:474-9.
22. Gallach JE, Querol F, González LM, Pardo A, Aznar JA. Posturographic analysis of balance control in patients with haemophilic arthropaty. *Haemophilia.* 2008;14:329-35.
23. Gomes MM, Barela JA. Postural control in Down syndrome: The use of somatosensory and visual information to attenuate body sway. *Motor Control.* 2007;11:224-34.
24. Prieto TH, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust MB. Measures of postural steadiness: Differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1996;43:956-66.
25. Pau M, Galli M, Crivellini M, Albertini G. Foot-ground interaction during upright standing in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2012;33:1881-7.
26. Usera P, Foley JT, Yun J. Cross-validation of field-based assessments of body composition for individuals with Down syndrome. *Adapt Phys Activ Q.* 2005;22:198-206.
27. Bensmala SJ, Leung YY, Hsiao SS, Johnson KO. Vibratory adaptation of cutaneous mechanoreceptive afferents. *J Neurophysiol.* 2005;94:3023-36.
28. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19:1055-9.