REVISTA CHILENA DE PEDIATRÍA
www.revistachilenadepediatria.cl
www.scielo.cl

Rev Chil Pediatr. 2018;89(6):747-752
DOI: 10.4067/S0370-41062018005001202

ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto de una intervención basada en realidad virtual sobre las habilidades motrices básicas y control postural de niños con Síndrome de Down

Effect of an intervention based on virtual reality on motor development and postural control in children with Down Syndrome

Nicolás Gómez Álvarez[a], Alexandra Venegas Mortecinos[b], Valentina Zapata Rodríguez[b], Miguel López Fontanilla[b], Matías Maudier Vásquez[b], Gustavo Pavez-Adasme[a], Claudio Hernández-Mosqueira[a,c,d]

[a]Grupo de Investigación AFSYE, Pedagogía en Educación Física, Universidad Adventista de Chile
[b]Pedagogía en Educación Física, Universidad Adventista de Chile
[c]Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile
[d]Laboratorio de Biociencias del Movimiento Humano (LABIMH), Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil

Recibido el 10 de mayo de 2018; aceptado el 20 de agosto de 2018

Resumen

Los estudios sobre intervenciones basadas en realidad virtual y su efecto en el desarrollo motor y control postural en niños con Síndrome de Down (SD) son escasos. **Objetivo:** Determinar el efecto de una intervención basada en realidad virtual, sobre el desarrollo motor y el control postural en niños con SD. **Pacientes y Método:** Estudio con un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi experimental, que incluyó a 16 niños con SD asignados aleatoriamente a un grupo experimental (Grupo Wii Balance Board, GWBB, n = 9) y grupo control (GC, n = 7). Se evaluó control postural mediante el desplazamiento del centro de presión y desarrollo motor con TGMD-2. El programa de intervención se llevó a cabo durante 2 veces por semana por 5 semanas. Los datos fueron sometidos a análisis estadísticos, el test de Shapiro Wilk para la distribución de la muestra, y T de Student para la comparación de medias de los grupos. **Resultados:** Se observaron cambios significativos en el Test TGMD-2 y en su subtest de manipulación ($p < 0,01$) respectivamente. En el resto de las pruebas hubo una mejora, pero no se observan diferencias significativas. **Conclusión:** Una intervención basada en realidad virtual fue efectiva solo en el GWBB, proporcionando ejercicios de bajo impacto para mejorar el control postural y provocando con ello una mejora de las habilidades motoras en niños con SD.

Palabras clave:
Síndrome de Down;
desarrollo motor;
Balance;
control postural

Correspondencia:
Nicolás Gómez Álvarez
nicolasgomez@unach.cl

Abstract

There are few studies on the effect of a virtual reality-based intervention on motor development and postural control in children with Down Syndrome (DS). **Objective**: To determine the effect of a virtual reality-based intervention on motor development and postural control in children with DS. **Patients and Method:** Study with a quantitative approach, with a quasi-experimental design, which included 16 children with DS randomly assigned to an experimental group (Wii Balance Bord Group, WBBG, n = 9) and control group (CG, n = 7). Postural control was evaluated by the center of pressure displacement and motor development with TGMD-2. The intervention program was carried out for five weeks, two times per week. The data were subjected to statistical analysis, the Shapiro Wilk test for the sample distribution, and the Student's T-test for the comparison of group means. **Results**: Significant changes were observed in the TGMD-2 Test and its manipulation subtest ($p < 0.01$) respectively. In the rest of the tests, there was an improvement, but no significant differences were observed. **Conclusion**: A virtual reality-based intervention was effective in GWBB, providing low-impact exercises to improve postural control and thus leading to improved motor skills in children with DS.

Keywords:
Down Syndrome;
Motor Development;
Balance;
Postural control

Introducción

El Síndrome de Down (SD) es un trastorno cromosómico causado por la presencia de una copia adicional del cromosoma 21, presentando características fisiológicas-anatómicas particulares como la hipotonía, hiperlaxitud articular y déficit sensoriales que influyen en un retraso del desarrollo motor[1]. Estas alteraciones han sido explicadas fundamentalmente por cambios en la forma y cantidad neuronas, cambios en el tamaños del cerebro; trastorno de la maduración del sistema nervioso central y por procesos fisiopatológicos del sistema nervioso como trastornos en la regulación de la apoptosis neural, sobreexpresión de genes que codifican la proteína precursora beta amiloide y procesos que conducen a la disminución de la liberación de neurotransmisores[2]. En consecuencia los niños con SD, se deben someter a un proceso adaptado a sus particularidades de tal manera que su inserción en las actividades sociales conlleve a un mejoramiento en su calidad de vida[3].

Según Barr & Shields[3], la población con SD presenta ciertas barreras que limitan la práctica de actividad física y favorecen el sedentarismo, caracterizada por características propias asociadas al SD, responsabilidades familiares, habilidades físicas o conductuales reducidas y a la falta de programas accesibles. Estas barreras suponen un gran riesgo en población a la cual se ha asociado alta prevalencia de obesidad y sobrepeso, riesgo de enfermedades cardiovasculares, osteoporosis, entro otras[4,5]. Además la sola condición de SD, trae consigo un mayor riesgo de dislipidemias, independiente de la presencia de comorbilidades clásicamente relacionadas con PL anormal, tales como sobrepeso, obesidad e hipotiroidismo[6].

Estas características junto con otras presentes en niños con SD influirían en el retraso en la adquisición de habilidades motrices y del control postural, lo que trae consigo problemas en su vida cotidiana, afectando su inclusión y calidad de vida. La hiperlaxitud presente en las personas con SD afecta en la estabilidad y en la capacidad de controlar eficazmente la postura, alterando considerablemente su buen desarrollo en la vida cotidiana sobre todo en acciones como mantenerse de pie, caminar, o para el apoyo durante movimientos voluntarios de las extremidades, tronco y la cabeza[7,8]. De la misma manera las habilidades motrices son un componente muy importante dentro de la mayoría de las actividades físicas, en el caso de los niños con SD muestran los mismos patrones de desarrollo motor que los niños con desarrollo normal, pero les toma más tiempo adquirirlas, y da paso al mejoramiento con la práctica [2,9]. Distintas investigaciones han encontrado que las diferencias en el control postural se acentúan en la medida que aumenta la edad de las personas con SD[7,10], además en los niños cuando se evalúa el control postural orientado a una tarea motriz, también se han encontrado diferencias significativas en comparación a niños con desarrollo típico[8], esto refleja una limitación en cuanto a actividades comunes a los niños, como son los juegos y actividades recreativas, por lo que realizar intervenciones en la infancia podría tener un impacto importante para su desarrollo global[11,12]. Distintas estrategias se han utilizado para mejorar las habilidades motrices y control postural en niños con SD que van desde estrategias específicas para el desarrollo de habilidades fundamentales, entrenamientos neuromusculares, o incluso entrenamientos vibratorios de cuerpo completo[13-15], sin embargo, uno de los problemas que se observan en la práctica, es la baja motivación y compromiso hacia las intervenciones que se desean aplicar, ante esta problemática en los últimos años se ha propuesto la utilización de tecnología y videos juegos para volver más atractivo para los niños. Una revisión

sistemática realizada por Page, Barrington, Edwards y Barnett[16], determinó la efectividad de los video juegos activos (AVG) o también llamados "exergame" en el desarrollo de habilidades motoras en niños y adolescentes de desarrollo atípico, encontrando que las intervenciones que utilizaban la consola Wii, podrían otorgar beneficios al desarrollo motor, siendo más prometedor los efectos sobre el equilibrio, sin embargo es necesario realizar más investigación debido a los distintos sesgos que presentan las intervenciones analizadas. En la actualidad son escasos los estudios que han utilizado la consola Nintendo Wii en personas con SD, solo podemos mencionar el estudio de Silva[17], realizado con población adulta y que sus resultados demostraron que puede ser una herramienta afectiva para mejorar la condición física, movilidad funcional y competencia motriz, pero no hemos encontrado aún, investigaciones en población infantil con SD utilizando la consola Wii. El objetivo de esta investigación es valorar los efectos de una intervención basada en realidad virtual, sobre el desarrollo motor y el control postural en niños de 6 a 12 años con Síndrome de Down.

Pacientes y Método

Diseño del estudio

Estudio cuasiexperimetal con preprueba-postprueba y grupo control[18], que incluye estudiantes con SD, con edades comprendidas entre los seis a los doce años, pertenecientes a 3 escuelas especiales de la ciudad de Chillán, Chile durante el año lectivo 2017.

Sujetos del estudio

Diecinueve niños pertenecientes a tres escuelas especiales de la ciudad de Chillán fueron invitados para participar de este estudio. Los siguientes criterios de inclusión fueron definidos: SD diagnosticado, autorización firmada por su tutor y poder cumplir con órdenes asignadas por los investigadores. Se excluyeron del estudio los niños con SD que poseían un diagnóstico de cardiopatías, otra discapacidad diagnosticada, o no cumplir con el 85% de las sesiones planificadas. Finalmente, 16 niños con SD fueron los que cumplieron con estos criterios. De estos, 9 fueron asignados de forma aleatoria a un grupo experimental que recibió un programa de ejercicio basado en el uso de la Nintendo Wii, Grupo Wii Balance Board (CWBB) y 7 fueron asignados al grupo control (GC).

Aspectos éticos

Una vez solicitados los permisos a las tres escuelas especiales, se procedió a informar a los apoderados sobre la investigación. La participación era voluntaria, todos los participantes fueron orientados en cuanto a los procedimientos a ser realizados para la aplicación de los test y recibieron información acerca de los fines, objetivos y métodos del estudio antes del inicio de las evaluaciones. Cada apoderado o tutor debió firmar un consentimiento informado para que su hijo participara en el estudio, y el proyecto de investigación fue aprobado por el comité de bioética de la Universidad Adventista de Chile con el N° 2018-1, de esta forma se respetaron las normas de Helsinki que se refieren a la investigación con seres humanos.

Procedimientos. Antes de comenzar con la intervención, un grupo de investigadores, 4 profesores de Educación Física, con especialidad en educación física especial fueron capacitados y se familiarizaron por dos semanas con el trabajo con niños con SD, donde pudieron realizar las evaluaciones prácticas a un grupo piloto, que luego se realizarían antes y después de la intervención. La capacitación y supervisión de la intervención fue realizada por un especialista en medicina y ciencias del deporte. La duración de la intervención fue de cinco semanas con dos sesiones semanales y una duración de 20 min cada una, utilizando la versión del software Wi Fit junto con la Wii Balance Board, seleccionando aquellos juegos relacionados con el objetivo de la investigación (Snowboard, Penguin slide, Super Hula Hoop, Heading Soccer y Ski Jumping). El GC no realizó la intervención y al igual que GWBB completó sus actividades diarias normales, incluyendo sus terapias psico-educativas incluidas en el centro educacional.

Instrumentos

El desarrollo motor grueso fue evaluado por medio del Test of Gross Development (TGMD-2) validado anteriormente en población chilena por Cano-Cappellacci, Leyton, & Carreño(2015)[19] y utilizado en población con SD[11-13]. El TGMD-2 es utilizado para identificar déficit en el desarrollo motor grueso en niños entre 3 y 10 años, evaluando 12 habilidades agrupadas en 2 áreas: Habilidades de locomoción y habilidades de control de objeto[20]. Los niños con SD han mostrado un retraso motor de hasta dos años en comparación con niños con desarrollo típico por lo que se justifica su aplicación en el rango de edad de esta muestra[9].

El control postural fue evaluado en bipedestación sobre una plataforma Wii Balance Board, utilizando el software ROMBERGLAB previamente validado por Rey-Martinez y Pérez-Fernández[21], el cual registra el desplazamiento del Centro de Presión (COP) y calcula el área del COP. Durante la evaluación, se solicitó al niño mantenerse de pie, formando aproximadamente un ángulo de 45º con los pies, manteniéndose así por 30 segundos evitando moverse durante ese período. El registro del COP se realizó con ojos abiertos (COP OA) y ojos cerrados (COP OC) repitiendo un total de tres

intentos por cada una prueba registrando el mejor de ellos[7].

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se utilizó el software SPSS 20.0 (SPSS Inc., IL, EE.UU.). La distribución de normalidad fue comprobada con el test de Shapiro Wilk. Se calculó la media y desviación estándar y porcentajes (p value) para describir las variables de habilidades motoras y de control postural de la muestra. Para la comparación de medias de los grupos se utilizó la prueba t de Student. Todos los valores $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos.

Resultados

Las características descriptivas de los niños con síndrome de Down que participaron del estudio se presentan en la tabla 1. El grupo está conformado por 3 niñas y 13 niños que tienen una edad que va desde los 6 a los 12 años.

En la tabla 2, se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis intragrupo pre y post-test. Se observa un aumento significativo solo en el GWBB, en las variables de COP OC ($p < 0,039$), TGMD 2 ($p < 0,002$), y de Manipulación ($p < 0,010$). En el GC y en el resto de las variables no se observan cambios significativos.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra

Muestra total	GC (n = 7) $\bar{x} \pm DE$	GWBB (n = 9) $\bar{x} \pm DE$
Edad (años)	8,43 ± 1,62	8,30 ± 2,06
IMC (kg/m²)	20,56 ± 3,74	17,54 ± 3,12
Talla (cm)	127,57 ± 16,16	125,30 ± 11,45
Peso (kg)	34,29 ± 11,27	28,25 ± 9,48

GC = Grupo control; GWBB = Grupo Wii Balance Board. DE = Desviación estándar.

Los resultados obtenidos al realizar el análisis intergrupo pre y post-test aparecen en la tabla 3. Se observa un aumento significativo solo en el post test en la variable de TGMD 2 ($p < 0,04$). En el resto de las variables no se observan cambios significativos.

Discusión

Este estudio tuvo por objetivo valorar los efectos de una intervención basada en realidad virtual sobre el desarrollo motor y el control postural en niños con SD. Los resultados muestran que los niños que participaron de una intervención con realidad virtual de 5 semanas utilizando la Nintendo Wii junto a la Wii Balance Board, mejoraron significativamente el control postural con ojos cerrados ($p < 0,039$), el puntaje global de TGMD-2 desarrollo motor ($p < 0,04$), y en las subpruebas de habilidades de manipulación ($p < 0,010$).

Sin embargo los resultados encontrados durante el pretest (tabla 2), muestra que tanto el GC como el GWBB posee un control postural y desarrollo motor más bajo del esperado para la edad[7,11]. De acuerdo a Deprá, Bisconsini & Vieira[22], el desarrollo motor tardío en los niños con SD puede estar condicionado por la fuerza y equilibrio que se desarrollan tardíamente en esta población. Otros estudios, como el de Capio et al.[13] han analizado la influencia del equilibrio sobre las habilidades motrices básicas, encontrando que aquellos sujetos que poseen mejor equilibrio tienden a tener mejor desarrollo motor. Nuestra intervención se basó en ejercicios utilizando una Nintendo Wii junto con la Wii balance board sobre un grupo experimental mientras que el grupo control continuaba con sus actividades diarias normales. Los juego aplicados sobre la Wii balance board desafían la estabilidad del niño mediante el balance del peso corporal, según lo solicita el juego, provocando un estímulo sensorial y motriz que llevó a que el grupo experimental luego de la intervención mejorara tanto su control postural como el

Tabla 2. Resultados de la Comparación Intragrupos. Pre y Post Test

	GC (n =7)			GWBB (n =9)		
	Pre test $\bar{x} \pm DE$	Post test $\bar{x} \pm DE$	Valor-p	Pre test $\bar{x} \pm DE$	Post test $\bar{x} \pm DE$	Valor-p
COP OA (m²)	0,06 ± 0,05	0,04 ± 0,03	0,36	0,06 ± 0,040	0,07 ± 0,005	0,52
COP OC (m²)	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,31	0,05 ± 0,03	0,02 ± 0,019	0,039*
TGMD 2	63,86 ± 6,34	63,14 ± 7,99	0,60	63,00 ± 5,39	71,67 ± 7,75	0,002*
Locomoción	33,71 ± 3,69	33,71 ± 4,82	1,00	34,56 ± 5,94	36,67 ± 3,39	0,30
Manipulación	30,14 ± 6,67	29,43 ± 5,86	0,09	28,44 ± 5,46	35,00 ± 5,50	0,010*

GC = Grupo control; GWBB = Grupo Wii Balance Board. DE = Desviación estándar; COP OA = Área de desplazamiento del Centro de Presión con Ojos Abiertos; COP OC = Área de desplazamiento del Centro de Presión con Ojos Cerrados.

Tabla 3. Resultados de la Comparación Intergrupos. Pre y Post Test

	Pre Test			Post test		
	GC (n = 7) $\bar{x}$ ± DE	GWBB (n = 9) $\bar{x}$ ± DE	Valor-p	GC (n = 7) $\bar{x}$ ± DE	GWBB (n = 9) $\bar{x}$ ± DE	Valor-p
COP OA (m^2)	0,06 ± 0,05	0,06 ± 0,04	0,83	0,04 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,31
COP OC (m^2)	0,05 ± 0,19	0,05 ± 0,03	0,86	0,04 ± 0,02	0,02 ± 0,19	0,13
TGMD 2	63,86 ± 6,34	63,00 ± 5,39	0,77	63,14 ± 7,99	71,67 ± 7,75	0,04*
Locomoción	33,71 ± 3,69	34,56 ± 5,94	0,75	33,71 ± 4,82	36,67 ± 3,39	0,17
Manipulación	30,14 ± 6,67	28,44 ± 5,46	0,58	29,43 ± 5,86	35,00 ± 5,50	0,07

GC = Grupo control; GWBB = Grupo Wii Balance Board. DE = Desviación estándar.

desempeño motor, mientras que el grupo control no presentó cambios significativos luego de cinco semanas. Estudios anteriores han demostrado que ambientes que ofrecen una variedad de experiencias y práctica motriz es favorable para que los niños con SD logren los principales hitos motores tempranamente[2,23].

La Nintendo Wii se ha utilizado con fines terapéuticos sobre jóvenes con parálisis cerebral, durante el tratamiento de quemaduras, luego de un accidente cerebrovascular, cáncer, personas con limitaciones en extremidades o amputaciones, párkinson o lesiones en la columna vertebral, demostrando su efecto sobre el balance, función motora, eficiencia energética y control postural, disminución del estrés asociado a enfermedades, entre otros[24]. A su vez, Wuang, Chiang, Su & Wang[8], compararon el efecto de terapia ocupacional tradicional con los de un programa de realidad virtual utilizando los juegos de nintendo wii sport realizados durante 24 semanas en niños con SD, los resultados del estudio muestran que el grupo que utilizó la Nintendo Wii mejoró significativamente la función motora gruesa y en mayor magnitud que la alcanzada por la terapia tradicional. Resultados similares son los presentados por Berg, Martian, Primrose & Wingen[25], utilizando la metodología de estudio de caso con un niño de 12 años, el que por ocho semanas recibió un programa de ejercicios basados en juegos de Nintendo Wii, encontrando mejoras en funciones motoras gruesas y control postural, pero además mostró ser una estrategia divertida y social al ser implementada en el hogar junto a su familia. Desde una vista metodológica este tipo de intervenciones podría tomar gran valor, al favorecer la adherencia desde una edad temprana a programas que favorecen el desarrollo motor de los niños con SD, con un trabajo físico acorde a sus características particulares, con la potencialidad de disminuir significativamente problemas asociados a la hipotonía muscular además de la obesidad[26]. En este sentido la implementación de juegos de realidad virtual, tiene un gran potencial, ya que pueden ser efectivos al incorporarlos tanto en el contexto educativo, terapéutico, como al interior del hogar, favoreciendo el desarrollo de las habilidades motrices y el desarrollo de funciones ejecutivas en niños con SD.

El presente estudio no estuvo exento de limitaciones, se ha utilizado una muestra reducida y de conveniencia no pudiéndose generalizar los resultados obtenidos a los niños con SD de Chillán. Otro aspecto fue la escasa posibilidad de comparar los datos obtenidos de la muestra con otros estudios, debido a los escasos estudios realizados con niños con SD que utilicen el Wii balance bord. Sin embargo, dentro de las fortalezas de nuestro estudio, y a nuestro conocimiento, podemos mencionar que este sería el primer estudio utilizando la Wii balance board en niños con SD realizado en Chile, que evalúa los efectos de este tipo de intervención. En segundo lugar, aporta datos de una población exclusivamente de niños con SD, mientras que los escasos estudios previos se centran principalmente en adultos y en otras patologías. Finalmente, los datos aportados en este estudio permiten a futuras investigaciones con niños con SD y que utilicen una intervención basada en el Wii balance board poder realizar una comparación adecuada.

Recomendamos que en futuras investigaciones que realicen este tipo de intervención con la Wii balance board, se sugiere utilizar un número mayor de niños con SD que sea representativo de la ciudad o región, presentando los datos separados por sexo, edad y capacidad intelectual. En cuanto a la intervención se debe considerar aumentar las horas y tiempo de trabajo, para poder hacer generalizables estos resultados. Además reconocer los ambientes adecuados para que los centros educacionales especiales lleven a cabo este tipo de intervención.

En conclusión, una intervención basada en realidad virtual fue efectiva para el GWBB, ya que proporciona ejercicios de bajo impacto para mejorar el control postural y provocando con ello un mejor rendimiento en TGMD 2 en niños con SD.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Cabeza-Ruiz R, Castro-Lemus N, Centeno-Prada RA, Beas-Jiménez JD. Desplazamiento del centro de presiones en personas con síndrome de Down en bipedestación. Rev Andal Med Deporte. 2016;9:62-6.
2. Malak R, Kostiukow A, Krawczyk-Wasielewska A, Mojs E, Samborski W. Delays in Motor Development in Children with Down Syndrome. Med Sci Monit. 2015;21:1904-10.
3. Barr M, Shields N. Identifying the barriers and facilitators to participation in physical activity for children with Down syndrome. J Intellect Disabil Res. 2011;55:1020-33.
4. Matute-Llorente Á, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Decreased levels of physical activity in adolescents with down syndrome are related with low bone mineral density: a cross-sectional study. BMC Endocr Disord. 2013;13:22.
5. Alhusaini AA, Ali Al-Walah M, Melam GR, Buragadda S. Pedometer-determined physical activity levels of healthy children and children with Down's syndrome. Somatosens Mot Res. 2017;34:219-25.
6. de la Piedra MJ, Alberti G, Cerda J, Cárdenas A, Paul MA, Lizama M. Alta frecuencia de dislipidemias en niños y adolescentes con Síndrome de Down. Rev Chil Pediatr. 2017;88:595-601.
7. Guzmán-Muñoz EE, Gutiérrez-Navarro LB, Miranda-Díaz SE. Postural control in children, adolescents and adults with Down syndrome. International Medical Review on Down Syndrome. 2017; 21: 12-6.
8. Wang H-Y, Long IM, Liu M-F. Relationships between task-oriented postural control and motor ability in children and adolescents with Down syndrome. Res Dev Disabil. 2012;33:1792-8.
9. Tudella E, Pereira K, Basso RP, Savelsbergh GJP. Description of the motor development of 3-12 month old infants with Down syndrome: The influence of the postural body position. Res Dev Disabil. 2011;32:1514-20.
10. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Crivellini M, Albertini G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. Res Dev Disabil. 2011;32:170-5.
11. Schott N, Holfelder B. Relationship between motor skill competency and executive function in children with Down's syndrome. J Intellect Disabil Res. 2015;59:860-72.
12. Malak R, Kotwicka M, Krawczyk-Wasielewska A, Mojs E, Samborski W. Motor skills, cognitive development and balance functions of children with Down syndrome. Ann Agric Environ Med. 2013;20:803-6.
13. Capio CM, Mak TCT, Tse MA, Masters RSW. Fundamental movement skills and balance of children with Down syndrome. J Intellect Disabil Res. 2018;62:225-36.
14. Saquetto MB, Pereira FF, Queiroz RS, da Silva CM, Conceição CS, Gomes Neto M. Effects of whole-body vibration on muscle strength, bone mineral content and density, and balance and body composition of children and adolescents with Down syndrome: a systematic review. Osteoporos Int. 2018;29:527-33.
15. Sugimoto D, Bowen SL, Meehan WP, Stracciolini A. Effects of Neuromuscular Training on Children and Young Adults with Down Syndrome: Systematic Review and Meta-Analysis. Res Dev Disabil. 2016;55:197-206.
16. Page ZE, Barrington S, Edwards J, Barnett LM. Do active video games benefit the motor skill development of non-typically developing children and adolescents: A systematic review. J Sci Med Sport. 2017;20:1087-100.
17. Silva V, Campos C, Sá A, et al. Wii-based exercise program to improve physical fitness, motor proficiency and functional mobility in adults with Down syndrome. J Intellect Disabil Res. 2017;61:755-65.
18. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. México. Editorial Mc Graw Hill. 2014.
19. Cano-Cappellacci M, Leyton FA, Carreño JD. Content validity and reliability of test of gross motor development in Chilean children. Rev Saude Publica. 2015;49:97.
20. Ulrich D. The test of gross motor development (2nd Ed.). Austin: TX:. Tata McGraw-Hill Education, 2000.
21. Rey-Martínez J, Pérez-Fernández N. Open source posturography. Acta Oto-Laryngologica. 2016;136:1225-9.
22. Deprá PP, Bisconsini CR, Vieira LF. Delay on gait patterns on down syndrome children. J Phys Educ. 2017;28.
23. Palisano RJ, Walter SD, Russell DJ, et al. Gross motor function of children with down syndrome: Creation of motor growth curves. Am J Phys Med Rehabil. 2001;82:494-500.
24. Staiano AE, Flynn R. Therapeutic Uses of Active Videogames: A Systematic Review. Games Health J. 2014; 3: 351-65.
25. Berg P, Becker T, Martian A, Danielle PK, Wingen J. Motor control outcomes following Nintendo Wii use by a child with Down syndrome. Pediatr Phys Ther. 2012;24:78-84.
26. Mosso CC, Santander V P, Pettinelli R P, et al. Evaluación de una intervención en actividad física en niños con síndrome de Down. Rev Chil Pediatr. 2011;82:311-8.