



MHSalud
ISSN: 1659-097X
revistamhsalud@una.cr
Universidad Nacional
Costa Rica

Influencia de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down y discapacidad intelectual

Hernández Chacón, Milena; Mora Campos, Andrea; Ramírez Ulloa, Juan José; Víquez Ulate, Fabián
Influencia de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down y discapacidad intelectual

MHSalud, vol. 20, núm. 1, 2023
Universidad Nacional, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237072359006>

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.20-1.6>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 3.0 Internacional.

Influencia de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down y discapacidad intelectual

Effects of a Sensorimotor Training Program on Static Equilibrium in Swimmers with Down Syndrome and Intellectual Disability

Efeito de um programa de treinamento sensório-motor sobre o equilíbrio estático em nadadores com síndrome de Down e deficiência intelectual

Milena Hernández Chacón
Hospital México, Costa Rica
mhernandezhm@ccss.sa.cr

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.20-1.6>
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237072359006>

 <https://orcid.org/0000-0002-5060-3227>

Andrea Mora Campos
Universidad Nacional, Costa Rica
andrea.mora.campos@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-9813-2674>

Juan José Ramírez Ulloa
Universidad Nacional, Costa Rica
juan.ramirez.ulloa@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-6387-7676>

Fabián Víquez Ulate
Universidad Nacional, Costa Rica
fabian.viquez.ulate@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0003-4980-3464>

Recepción: 01 Julio 2021
Aprobación: 10 Agosto 2022

RESUMEN:

Propósito¹: Este estudio determinó el efecto de un programa de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down (SD) y discapacidad intelectual (DI).

Metodología: Participantes: 13 personas. Instrumentos y materiales: Se utilizó el Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance para determinar el equilibrio y un equipo Wii Balance Board y computadora con programa de análisis del centro de gravedad. Procedimientos: se aplicó un pretest y luego se aplicó un entrenamiento neuromotor (3 sesiones semanales, de 30 minutos, durante 4 semanas), al terminar se aplicó el postest. Por tratarse de deportistas activos continuaron con su rutina sin alteraciones en la carga de entrenamiento. Se usó estadística descriptiva y ANOVA de dos vías 2X2, mediciones y grupos.

Resultados: No hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable mediciones ($F = 0.14$; $p = 0.7162$) ni por grupos ($F = 0.2$; $p = 0.6659$) en variable ojos abiertos estable. En la variable ojos cerrados inestable sí hubo diferencias significativas ($F = 0.952$; $p = 0.350$), por grupos ($F = 6.066$; $p = 0.320$), en la variable ojos abiertos inestable no hubo diferencias ni en mediciones ($F = 0.852$; $p = 0.376$) ni en grupos ($F = 2.484$; $p = 0.143$). En variable ojos cerrados estable no hubo diferencias en mediciones ($F = 0.716$; $p = 0.415$) ni por grupos ($F = 0.801$; $p = 0.390$). Se demostró que este entrenamiento en esa población produce mejora en la variable equilibrio ya que muestra una diferencia significativa $p < 0.05$ en la variable ojos abiertos inestable 0.32.

PALABRAS CLAVE: Discapacidad intelectual, equilibrio, propiocepción, síndrome de Down.

ABSTRACT:

Purpose²: This study seeks to determine the effect of a sensorimotor training program on static equilibrium in swimmers with Down syndrome and intellectual disability.

Method: Participants: a total of 13 swimmers. Instruments and materials: the Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance, a Wii device with a platform, and a computer with a program to analyze the center of gravity were used in the study. Procedures: a pretest was applied, then a neuromotor training was delivered for four weeks, in three sessions of 30 minutes each, and finally, a posttest was applied. Since they were active athletes, they continued their routine without altering the training load. Statistical analysis: descriptive statistics and a two-way ANOVA (2x2, measures and groups) were used.

Results: there were no statistically significant differences between the variables measured ($F = 0.14$, $p = 0.7162$) or per groups ($F = 0.2$, $p = 0.6659$) for the variable open eyes on a stable surface. For the variable closed eyes on an unstable surface, there were significant differences between the variables measured ($F = 0.952$, $p = 0.350$) and between groups ($F = 6.066$, $p = 0.320$), while for open eyes on an unstable surface there were no differences between the variables measured ($F = 0.852$, $p = 0.376$) or between groups ($F = 2$, $p = 0.484$, $p = 0.143$). For the variable closed eyes on a stable surface there were no significant differences between the variables measured ($F = 0.716$, $p = 0.415$) or between groups ($F = 0.801$, $p = 0.390$). It was found that this training in this population produced an improvement ($p < 0.05$) for the variable closed eyes on a stable surface 0.32.

KEYWORDS: balance, sensorimotor training, Down syndrome, intellectual disability.

RESUMO:

Propósito³ : Este estudo determinou o efeito de um programa de treinamento sensório-motor sobre o equilíbrio estático em nadadores com síndrome de Down e deficiência intelectual.

Metodologia: Participaram 13 nadadores. Instrumentos e materiais: Se utilizo o Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance [Teste Clínico Modificado de Integração Sensorial para Equilíbrio] para determinar o equilíbrio e um dispositivo Wii Balance Board e computador com um programa de análise do centro de gravidade. Procedimentos: Foi aplicado um pre-teste, quando foi iniciado o treinamento neuromotor por quatro semanas, três sessões de 30 minutos cada uma; ao finalizar o programa, o pós-teste foi aplicado. Pois como eram atletas ativos, eles continuaram com uma carga constante. Foram usadas estatísticas descritivas e ANOVA 2X2 bidirecional, medições e grupos.

Resultados: Não houve diferenças estatisticamente significantes entre a variável medições ($F = 0,14$; $p = 0,7162$) nem por grupos ($F = 0,2$; $p = 0,6659$) na variável olhos abertos estável. Na variável olhos fechados instável houve diferenças significativas ($F = 0,952$; $p = 0,350$) e por grupos ($F = 6,066$; $p = 0,320$); mas na variável olhos abertos instável não houve diferenças nem em medições ($F = 0,852$; $p = 0,376$) nem em grupos ($F = 2$, 484 ; $p = 0,143$). Na variável olhos fechados estável, não houve diferenças significativas em medições ($F = 0,716$; $p = 0,415$) nem por grupos ($F = 0,801$; $p = 0,390$). Foi demonstrado que este treinamento nestas pessoas melhora a variável equilíbrio, já que mostra uma diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$ na variável olhos abertos instável 0,32.

PALAVRAS-CHAVE: equilíbrio, treinamento sensório-motor, síndrome de Down, deficiência intelectual.

INTRODUCCIÓN

El equilibrio es un componente que en personas con discapacidad intelectual (DI) es menor, en comparación con la de sus pares sin estas condiciones (Araujo et al., 2018; Fotiadou et al., 2017; Giagazoglou et al., 2013 y Patterson et al., 2018). Este aspecto es de suma importancia, ya que no solo afecta las actividades de la vida diaria (AVD), sino que también influye en términos de ejercicio físico y rendimiento deportivo.

El equilibrio es un factor estratégico de las capacidades de coordinación y es la base de todos los movimientos, y la población con SD y DI tienen deficiencias motrices, tal como lo indican Villarroya et al., (2012). Esta reducción puede generar problemas como: pérdida de la funcionalidad, limitación de la autonomía en las AVD (Cox et al., 2010; Enkelaar et al., 2012 y Giagazoglou et al., 2012), riesgo de lesiones, (Enkelaar et al., 2012 y Zemková, 2014). Por ende, estas poblaciones requieren más tiempo para mejorar las habilidades motoras, como la posición bípeda (Shields et al., 2009, Tudella et al., 2011; McGuire et al., 2019; Case et al., 2020). Ahora bien, el equilibrio puede verse afectado por hipotonía muscular, laxitud en los ligamentos o menor propiocepción y, en el caso de personas con síndrome de Down (SD), presentan todas estas características anteriores (Villarroya et al., 2012).

Pese al panorama anterior y al considerar que hay evidencia de que el ejercicio físico puede mejorar el equilibrio, existen pocas investigaciones que hayan estudiado estas poblaciones, el equilibrio y la interacción con la actividad física (Hayakawa & Kobayashi, 2011, Guidetti et al., 2010, Oviedo et al., 2014). Entre lo

que se ha estudiado, se encuentran autores como Rahmat et al. (2014), quienes encontraron un programa de ejercicios de estabilidad en infantes con DI y beneficios en el equilibrio estático. Otros autores como Giagazoglou et al., (2012) reportaron mejorías en el equilibrio de adolescentes con DI al usar un programa de hipoterapia. Asimismo, Jankowicz-Szymanska et al., (2012) encontraron que los ejercicios con el uso de superficies inestables mejoran la sensibilidad profunda en personas con DI. Por último, Oviedo et al., (2014) encontraron mejorías en la misma variable en esta población, al utilizar un entrenamiento aeróbico, de fuerza y equilibrio.

En cuanto al ejercicio para mejorar el equilibrio, existen varios tipos de técnicas y entrenamientos (Araujo et al., 2018; Fotiadou et al., 2017; Giagazoglou et al., 2012, 2013 y Patterson et al., 2018); no obstante, en poblaciones con SD y DI no se ha estudiado mucho los beneficios del entrenamiento neuromotor, además faltan estudios que asocien la propiocepción y los beneficios en la coordinación para la población con SD y DI durante el rendimiento deportivo.

Por todo lo anterior expuesto y considerando la evidencia, es que este estudio pretende estudiar la influencia del entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down y discapacidad intelectual.

METODOLOGÍA

Participantes

La población estuvo compuesta por 6 hombres y 7 mujeres, las 13 personas participantes tienen DI, con edad promedio de 23 ± 9.46 años, todos participantes mayores de edad, que forman parte de un programa de natación para personas con discapacidad en una universidad pública de Costa Rica (ver Tabla 1). Las personas del equipo que participaron cumplían los siguientes criterios de inclusión: población con SD y DI que fueran practicantes de natación activos (que nadaran mínimo tres días a la semana), que no tuvieran experiencia en programas de entrenamiento con equilibrio y control motor, sin alteraciones del sistema nervioso central y periférico, auditivo, visuales, vestibulares y locomotor y que tuvieran habilidad de atender sesiones grupales. Todos estos criterios de inclusión se verificaron a través del programa de natación del que ya formaban parte.

Durante la evaluación se excluyeron, por un lado, a 7 atletas que no cumplieron el requisito de ir tres veces por semana, y, por otro lado, se excluyó a 2 atletas porque no lograron acatar las instrucciones básicas.

Instrumentos y materiales

En este estudio la recolección de información se realizó mediante: cuestionario de datos descriptivos (como nombre, fecha de nacimiento, patologías, años de experiencia deportiva, entre otros) recopilado por la persona investigadora, bitácora de registro diario de sesiones y la escala de equilibrio.

Para determinar el equilibrio se utilizó el “Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance” (CTSIB-m), el cual es un examen protocolizado para valorar el equilibrio y obtener información sobre la integración de varios sentidos que lo involucran (Bernhardt et al., 1998; Horn et al., 2015; De Kegel et al., 2011; Geldhof et al., 2006; Ricci et al., 2009; Rombaut et al., 2010 y Suttanon et al., 2011). Esta es una escala utilizada de manera frecuente para la evaluación geriátrica y en pacientes con trauma craneoencefálico, los cuales también suelen tener problemas de equilibrio como los participantes de SD (Cohen et al., 1993). La prueba CTSIB-m ha sido validada en diferentes grupos de poblaciones con trastornos de equilibrio como por ejemplo: Alzheimer (Suttanon et al., 2011), síndrome de Ehlers–Danlos (Rombaut et al., 2010), pacientes con enfermedad cerebrovascular (Bernhardt et al., 1998), adultos mayores (Bulat, 2008 y Ricci et al., 2009) y niños (De Kegel et al., 2011 y Geldhof et al., 2006). En esta prueba se utilizan las siguientes 4 condiciones: ojos

abiertos superficie estable, ojos abiertos superficie inestable, ojos cerrados superficie estable y ojos cerrados superficie inestable.

La opción de valoración de equilibrio en el deporte es el Balance Error Scoring System (BESS) y el Y balance test for static and dynamic balance, pero no se utilizaron en este estudio ya que uno es muy costoso y el otro es más para riesgo de lesiones en deportistas (Garber et al., 2011). Por lo cual la alternativa más viable y al alcance, que nos brindaba la información requerida en este estudio fue el CTSIB-m.

Asimismo, se utilizó un equipo Wii Balance Board (WBB), ya que este procesa información similar a las plataformas de laboratorio y registra los movimientos del centro de presión y todos estos datos pueden ser usados para el análisis del equilibrio postural estático. Las pruebas empleando el CTSIB-m con el uso del WBB tienen validez y confiabilidad para cuantificar los movimientos del centro de presión durante las mencionadas evaluaciones, utilizadas en este estudio (Clark et al., 2010 y Scaglioni-Solano & Aragón-Vargas, 2014).

Además, se utilizaron 9 tablas estabilizadoras de entrenamiento y 3 bolas marca “theraband” con 3 niveles de dificultad, para realizar el programa neuromotor.

Al no existir una estructura para los ejercicios neuromotores, se diseñó una propia, basada en los principios de entrenamiento. También se realizó la prueba de Romberg para confirmar que no tenían lesiones en el sistema nervioso central (García & Alvarez, 2014).

Procedimiento

El estudio contó con la aprobación de los permisos necesarios institucionales, éticos y de las personas responsables legales de las personas participantes. Posterior a esa aprobación se inició con mediciones del equilibrio (pretest), luego se aplicó el tratamiento, el cual consistió en un entrenamiento neuromotor durante 4 semanas, después de estas semanas se realizó el posttest 1.

Durante toda la investigación, las personas participantes continuaron con una rutina de natación con una carga constante, ya que al ser atletas no podían parar el entrenamiento.

La intervención fue de 4 semanas, 3 veces por semana, de 30 minutos cada sesión, esa dosificación es recomendada con frecuencia (DiStefano et al., 2009; Shin & Park, 2012) y se realizaron antes del entrenamiento habitual de natación. Estas sesiones tuvieron una demostración (visual), comando verbal (auditivo) y retroalimentación, señales táctiles en respuesta a sus necesidades de tal manera que así pudieron llevar a cabo las tareas, ya que las personas con SD tienden a requerir más instrucciones, práctica y estímulo para completar las indicaciones (DiStefano et al., 2009). El entrenamiento neuromotor se realizó integrando los 3 sistemas del equilibrio: el visual, vestibular y propioceptivo. Además, este entrenamiento tuvo incremento sensoriomotriz progresivo. Los detalles de este programa los pueden encontrar en el documento <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/15012>.

Por consiguiente, se respetaron los principios del entrenamiento sensoriomotriz, el cual incluye lo siguiente: preparación, postura, propiocepción, perfección y progresión. Luego, tuvieron 3 fases principales diarias que son la fase estática (base de apoyo), la dinámica (desestabilizar la fase de apoyo) y la funcional (relacionada con las AVD) (Page, 2006).

El test se realizó en un ambiente de silencio para no perturbar la atención del participante, ya que se ha demostrado que frente a distracciones cognitivas varía el control postural de las personas participantes (Johnson et al., 2020). Los datos fueron capturados por la tabla WBB y, posterior a esto, se almacenaron en un computador. El procesamiento de los datos contempló lo siguiente: análisis de traslaciones anteroposteriores y laterales, y análisis cualitativo de la migración del centro de presión. Además, se realizó una práctica antes de las pruebas para familiarizar a los participantes con el procedimiento (García & Alvarez, 2014).

La descripción de la intervención del entrenamiento neuromotor fue la siguiente: se realizaron sesiones de 30 minutos, 3 veces a la semana, en las que se utilizaron accesorios para entrenamiento propioceptivo como

tabla de Freeman circular, tabla de Freeman cuadrada y platos de estabilidad propioceptiva. En estas sesiones se realizaron ejercicios propioceptivos con superficies estables e inestables, con modalidades continuas y otras en circuito. Se formaron grupos de 3 personas con 1 asistente en cada grupo y se realizó 1 circuito de entrenamiento con control de tiempo. Los ejercicios se realizaron en cadenas cinéticas del tren inferior. Se empezó con 3 series de 8 repeticiones de 11 ejercicios durante la primera semana y se terminó con 3 series de 15 repeticiones de 12 ejercicios, la última semana de intervención. Los ejercicios fueron ejecutados en diferentes grados de complejidad (de la más sencilla a la más alta), en posición bipodal con ojos abiertos y cerrados, elementos de entrenamiento considerados por López y Arango (2015).

Se formaron grupos de 3 personas con 1 asistente en cada grupo y se realizó 1 circuito de entrenamiento con control de tiempo. Los ejercicios fueron progresivos y utilizaron cadenas cinéticas cerradas y abiertas de miembros inferiores. Durante la primera semana se realizaron 8 ejercicios y se finalizó con 12 ejercicios de alta complejidad en posición bípeda con ojos abiertos y posición bípeda con ojos cerrados.

Análisis estadístico

Para efectos de este estudio se calcularon las estadísticas descriptivas para las variables estudiadas, después, se realizaron 4 análisis de varianza de 2 niveles cada uno (2x2), 2 grupos (condiciones SD y DI) por 2 mediciones (pretest y postest), mediante el paquete estadístico SPSS versión 15.1 para Windows. El alfa fijado en este estudio fue de 5 %.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de estadística descriptiva e inferencial. En la Tabla 1 se puede ver detalles descriptivos de la población que participó en el entrenamiento neuromotor, los cuales tenían una media de 9 años de estar nadando.

TABLA 1
Características generales de los participantes

Edad (años) *		23 ± 9.46
Sexo	Masculino	6
	Femenino	7
Años de nadar* (años)		9
Condición (cantidad de personas)	SD	6
	DI	7

* Valores dados en medias y rangos intercuartiles

Los resultados utilizando el CTSIB-m se muestran en el mismo orden del test. Se enumeran las categorías del instrumento de valoración del equilibrio. Condición 1: ojos abiertos, superficie estable (OASE), Condición 2: ojos cerrados, superficie estable (OCSE) , Condición 3: ojos abiertos, superficie inestable(OASB), Condición 4: ojos cerrados, superficie inestable (OCSB).

TABLA 2
 Resultados del análisis de varianza para la variable OASE (ojos abiertos superficie estable)

Fuente de varianza	F	Significancia
Condición	0.792	0.393
Mediciones	0.197	0.666

De acuerdo con la Tabla 2, en la cual se valora el equilibrio estático en la categoría ojos abiertos estable, se puede deducir que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable mediciones ($F = 0.792$; $p = 0.393$), ni por grupos ($F = 0.197$; $p = 0.666$). Es decir, después del tratamiento implementado no hubo cambios significativos en ninguna, del equilibrio ojos abiertos estable, ni por grupos ni por mediciones.

TABLA 3
 Resultados del análisis de varianza para la variable OCSE (ojos cerrados superficie estable)

Fuente de varianza	F	Significancia
Condiciones	0.801	0.390
Mediciones	0.716	0.415

De acuerdo con la Tabla 3, se puede deducir que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable grupos ($F = 0.801$; $p = 0.390$), ni por mediciones ($F = 0.716$; $p = 0,415$), lo que demuestra que luego del entrenamiento neuromotor implementado no hubo cambios reveladores en el equilibrio OCSE ni por grupos ni por mediciones.

TABLA 4
 Resultados del análisis de varianza para la variable ojos abiertos superficie inestable (OASI)

Fuente de Varianza	F	Significancia
Grupos	2.484	0.143
Mediciones	0.852	0.376

De acuerdo con la Tabla 4, no hubo diferencias estadísticamente significativas ni en mediciones ($F = 0.852$; $p = 0.376$) ni por grupos ($F = 2.484$; $p = 0.143$). Después del entrenamiento neuromotor implementado no hubo cambios significativos en el equilibrio en esta variable.

TABLA 5
 Estadística descriptiva para la variable ojos cerrados superficie inestable (OCSI)

	Condición	Promedio	Desviación	n
	n		Estándar	
Pre_OCSI	SD	4.98000	0.737817	6
	DI	4.45614	1.395043	7
	Total	4.69792	1.128618	13
Post OCSI	SD	7.54900	3.101803	6
	DI	5.70243	3.764670	7
	Total	6.55469	3.466010	13

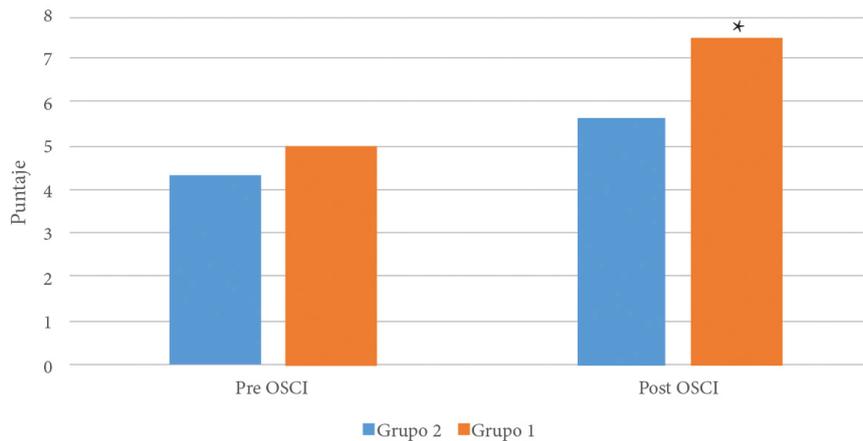


FIGURA 1
 Promedios de los puntajes del pretest y postest del grupo 1 (SD) y 2 (DI) de la variable ojos cerrados superficie inestable (OCSI)
 *p< 0.05

TABLA 6
 Resultados del análisis de varianza para la variable OCSI (ojos cerrados superficie inestable)

Fuente de varianza	F	Significancia
Grupos	6.066	0.032*
Mediciones	0.952	0.350

*p<0.05

En la Figura 1 las Tablas 5 y 6, se puede observar que sí hubo diferencias estadísticamente significativas por grupos ($F = 6.066$; $p = 0.032$) y no hubo en la variable mediciones ($F = 0.952$; $p = 0.350$). Después del entrenamiento neuromotor implementado hubo cambios significativos en la variable equilibrio OCSI por condición SD y DI.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias en el equilibrio estático entre personas con SD y DI después de un entrenamiento sensoriomotor.

En general se concluye que en 16 sesiones de ejercicios neuromotores se obtuvo una mejoría en el equilibrio estático de las personas con SD y DI, reflejándose en la disminución del desplazamiento del punto central, en la variable ojos cerrados superficie inestable, lo que es beneficioso en el equilibrio de las personas con DI y SD, tal como lo indican Araujo et al. (2018); Fotiadou et al. (2017); Giagazoglou et al. (2013) y Patterson et al. (2018).

En otras investigaciones, el grupo en estudio que mejoró en el entrenamiento eran participantes sedentarios por lo que, previo a la intervención, no tenían ninguna adaptación neuromuscular, esto supone entonces una ventaja para la mejora del equilibrio. Zemková (2014) menciona que los atletas tienen mejor estabilidad que las personas desentrenadas y esto puede atribuirse, en particular, a la adaptación deportiva. En nuestro estudio se trataba de atletas ya incorporados a un programa deportivo, por lo cual ya tenían de previo posibles adaptaciones neuromusculares.

El equilibrio da al ser humano estabilidad postural, debido a una adaptación adecuada entre los músculos tónicos y fásicos, en una posición de equilibrio estable (Peydro de Moya et al., 2005). Al mejorar la estabilidad

postural en las personas con discapacidad se genera un conocimiento más cercano acerca de la influencia de varios subsistemas sensoriales para el equilibrio estático en población con DI y SD (Blomqvist et al., 2012).

Los aspectos del neurodesarrollo y problemas de equilibrio de la población con SD han sido analizados en varios estudios. Pese a que es conocido que la población con DI tiene más limitación en los componentes de aptitud física en comparación con población sin DI, en el presente estudio no se realizaron adaptaciones, ya que por ser atletas no lo requirieron. Esta investigación determinó que puede existir mejoría del equilibrio a pesar de las condiciones descritas. No se encontraron estudios de valoración de equilibrio estático en población con discapacidad entrenada, por lo que no se pudo realizar esa comparación. Tampoco se encontraron estudios con una estructura parecida a la de esta investigación (Villarroya et al., 2012).

El instrumento CTSIB-m se había utilizado en otros estudios para evaluar el equilibrio estático en poblaciones con y sin SD; como el estudio de Villarroya et al., (2012), quienes compararon el equilibrio estático en personas con y sin SD y concluyeron que un programa adecuado en aferencias sensoriales como el neuromotor podría ser para mejorar el equilibrio, lo cual también se comprobó en el presente estudio.

En relación con las medidas para evaluar la influencia postural, estas se encuentran asociadas con la manifestación del centro de presión, la cual fue valorada en el WBB (Scaglioni-Solano & Aragón-Vargas, 2014). Según esta estimación, se interpreta que hubo cambios significativos del equilibrio estático con los ojos cerrados en la superficie inestable $p < 0.05$ no así en la superficie estable, lo cual manifiesta una mejoría de las aferencias somatosensoriales del equilibrio. Asimismo, al presentarse mejora del equilibrio sobre una superficie blanda inestable se concluye, que hubo un buen uso de las aferencias vestibulares y propioceptivas (es decir, ojos cerrados y superficie blanda), las cuales se entrenaron en este estudio. La conservación del equilibrio según Lacour (2013) es el resultado de un funcionamiento complejo en el que intervienen numerosos datos sensoriales y estructuras nerviosas centrales.

Aunque no se hayan obtenido ni valorado datos para pruebas de caída, Webber et al. (2004) describen que las dificultades en el control de equilibrio son descritas de forma frecuente en personas con DI y al relacionarlas con la precisión del control motor suelen presentar movimientos torpes. Esta información se puede derivar de la última prueba valorada en nuestro estudio (ojos cerrados inestable), lo que confirma la capacidad de utilización de las aferencias sensoriales para mantener el equilibrio estático y ayudar a prevenir caídas, ya que un déficit de equilibrio se asocia de manera directa con las caídas.

Por consiguiente, los resultados indican que, previo al entrenamiento, las aferencias sensoriales de las personas participantes con SD y DI no se encontraban afectadas debido a que se recolectó información de previo en la que se confirmó que no había patologías asociadas a afectación de equilibrio. El instrumento CTSIB-m que se utilizó antes y después del tratamiento fue útil para comprender los estímulos sensitivos vestibulares, visuales y articulares que interactúan en el equilibrio y comprobó que fueron modificados como consecuencia de la intervención realizada (Bernhardt et al., 1998; Bulat, 2007; Cohen et al., 1993; De Kegel et al., 2011; Geldhof et al., 2006; Ricci et al., 2009 y Suttanon et al., 2011), puesto que la comparación intergrupala del centro de presión en la prueba con los ojos abiertos superficie estable y ojos cerrados superficie inestable mostró diferencias significativas, entre el grupo que participa en las sesiones de entrenamiento habituales y el que realizó ejercicios neuromotores.

El análisis de los datos de la primera valoración mostró que antes de comenzar el programa neuromotor las personas participantes tenían un nivel idóneo de equilibrio estático expresado por un valor menor de la longitud del centro de presión del cuerpo, característica que no es común en las personas con SD y DI, ya que, según la literatura, tienden a presentar trastornos de equilibrio y postura (Vuijk et al., 2010). Estos hallazgos pueden contribuir a una mejor comprensión del equilibrio en el deporte y pueden servir de base para el diseño de programas de entrenamiento de equilibrio específicos para las personas entrenadas.

Aunque, solo hubo diferencias significativas en 1 categoría de las 4 valoradas (la categoría de superficie inestable ojos cerrados del instrumento CTSIB-m), es importante señalar que en esta investigación las personas son nadadoras activas, de este modo podría concluirse que el entrenamiento de natación podría

surgir como aporte al equilibrio en esta población. La explicación fisiológica se muestra como una reducción de la respuesta motora al estímulo neuronal y a la adaptación que se da por el entrenamiento de la natación.

Los estudios analizados en la literatura de la mejora del equilibrio con programas específicos no detallan información sobre el volumen de entrenamiento, como lo son el número de ejercicios por sesión o el número de repeticiones por ejercicio. Además, los parámetros de carga como volumen, intensidad y duración de los ejercicios neuromotores tienen discrepancias, pues no hay acuerdos en cuanto al mínimo necesario para obtener beneficios en la salud de la población (López y Arango, 2015). Esta investigación sí estructuró el volumen bajo los principios del ejercicio, pero no hay datos de otros estudios para comparar, por lo que esta formulación del programa puede utilizarse en otros estudios futuros.

CONCLUSIONES

Se concluye que entrenamientos como el de esta investigación, que mejoren el equilibrio, son recomendados también para mejorar la calidad de vida, tal como lo indican Gamez et al., (2019 y 2022) y Gamonales et al., (2018), ya que producen beneficios para las personas con diversidad funcional.

Una de las limitaciones de este estudio fue la muestra utilizada, por ello, es necesario realizar nuevas investigaciones con un mayor número de personas en la muestra y con diferentes instrumentos de valoración, después un periodo de descanso, tras los protocolos de entrenamiento.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE PERSONAS AUTORAS:

La autora 1 (lídero) participó de la conceptualización de las ideas, formulación y evolución de los objetivos y objetivos generales de la investigación y redacción del manuscrito, además en la curación de los datos (lídero) la sistematización de estos y el proceso de investigación en la aplicación de pruebas, así como la recolección de los datos, adicionalmente desarrolló la metodología (lídero), asimismo participó (lídero) en la administración y ejecución del proyecto y contribuyó en el análisis formal de los datos, también apoyó en la visualización de la creación del trabajo publicado y su redacción, edición y revisión. La autora 2 apoyó el proceso de conceptualización en la formulación de objetivos y la evolución de estos, por otra parte, lideró el proceso de análisis formal de datos, también apoyó el proceso metodológico y supervisó la estrategia metodológica, igualmente lideró el proceso de redacción del proyecto original y apoyó, de manera adicional, en la visualización de la creación del trabajo publicado, así como en la redacción, edición y revisión del trabajo publicado. El autor 3 apoyó la conceptualización, la planificación y coordinación del proyecto de investigación, también apoyó el desarrollo del modelo metodológico, en visualización (lídero) la creación y presentación del trabajo para su publicación, además lideró la redacción, edición y revisión del trabajo publicado. El autor 4 lideró la supervisión del proceso de investigación en la figura de tutor, asimismo apoyó la conceptualización, la curación de datos, la investigación en el proceso de ejecución de pruebas y recolección de datos, también apoyó la administración del proyecto y, finalmente, apoyó la redacción, edición y revisión del trabajo publicado.

REFERENCIAS

Araujo, T., de Martins, W., Freitas, M., Camargos, E., Mota, J., & Safons, M. (2018). An Exploration of Equine-Assisted Therapy to Improve Balance, Functional Capacity, and Cognition in Older Adults With Alzheimer Disease. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(3), E155-E160. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000167>

- Bernhardt, J., Ellis, P., Denisenko, S., & Hill, K. (1998). Changes in balance and locomotion measures during rehabilitation following stroke. *Physiotherapy Research International*, 3(2), 109-122. <https://doi.org/10.1002/pri.130>
- Blomqvist, S., Wester, A., Sundelin, G., & Rehn, B. (2012). Test-retest reliability, smallest real difference and concurrent validity of six different balance tests on young people with mild to moderate intellectual disability. *Physiotherapy*, 98(4), 318-324. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2011.05.006>
- Bulat, T., Stephanie, H., Ahmed, S., Quigley, P., Palacios, P., Werner, D., & Foulis, P. (2007). Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clinical Interventions in Aging*, 2(4), 655-660. <https://doi.org/10.2147/CIA.S204>
- Case, L., Ross, S., & Yun, J. (2020). Physical activity guideline compliance among a national sample of children with various developmental disabilities. *Disability and Health Journal*, 13(2), 100881. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2019.100881>
- Clark, R., Bryant, A., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture*, 31(3), 307-310. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.11.012>
- Cohen, H., Blatchly, C. A., & Gombash, L. L. (1993). A Study of the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance. *Physical Therapy*, 73(6), 346-351. <https://doi.org/10.1093/ptj/73.6.346>
- Cox, C. R., Clemson, L., Stancliffe, R. J., Durvasula, S., & Sherrington, C. (2010). Incidence of and risk factors for falls among adults with an intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(12), 1045-1057. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01333.x>
- De Kegel, A., Dhooge, I., Cambier, D., Baetens, T., Palmans, T., & Van Waelvelde, H. (2011). Test-retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. *Gait & Posture*, 33(4), 679-685. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.02.024>
- DiStefano, L. J., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2009). Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2718-2731. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5>
- Enkelaar, L., Smulders, E., van Schrojenstein Lantman-de Valk, H., Geurts, A. C. H., & Weerdesteyn, V. (2012). A review of balance and gait capacities in relation to falls in persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 33(1), 291-306. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.08.028>
- Fotiadou, E. G., Neofotistou, K. H., Giagazoglou, P. F., & Tsimaras, V. K. (2017). The Effect of a Psychomotor Education Program on the Static Balance of Children With Intellectual Disability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1702-1708. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001612>
- Gámez-Calvo, L., Gamonales, J. M., León, K. y Muñoz-Jiménez, J. (2022). Influencia del equilibrio en la calidad de vida de las personas con síndrome de Down en edad escolar y adulta: Revisión bibliográfica. *MHSalud*, 19(1). <https://doi.org/10.15359/mhs.19-1.6>
- Gámez-Calvo, L., Silva-Ortiz, A., Gamonales-Puerto, J. M., & Muñoz-Jiménez, J. (2019). *Influencia de la Hipoterapia en la calidad de vida de los niños con síndrome de Down: Revisión literaria*. [Artículo de conferencia.] Congreso Nacional Mujer y Deporte Paralímpico, España. https://www.researchgate.net/publication/333558923_Influencia_de_la_Hipoterapia_en_la_Calida_d_de_Vida_de_los_Ninos_con_Sindrome_de_Down_Revisi_n_Literaria
- Gamonales, J. M., Gil-Sánchez, O., Porro-Cerrato, C., Gómez-Carmona, C. D., Mancha-Triguero, D., & Gamonales, F. J. (2018). Psicomotricidad en el aula de Educación Infantil: alumnos con Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad. *Revista Profesional de Investigación, Docencia y Recursos Didácticos*, 100(11), 440-455.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>

- García-Pastor, C., & Álvarez-Solís, G. (2014). La prueba de Romber y Moritz Heinrich Romber. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 15(1), 31-35. <https://doi.org/10.31190/rmn.2018.19.4>
- Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Danneels, L., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., & De Clercq, D. (2006). Static and dynamic standing balance: Test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *European Journal of Pediatrics*, 165(11), 779-786. <https://doi.org/10.1007/s00431-006-0173-5>
- Giagazoglou, P., Arabatzi, F., Dipla, K., Liga, M., & Kellis, E. (2012). Effect of a hippotherapy intervention program on static balance and strength in adolescents with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 2265-2270. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.07.004>
- Giagazoglou, P., Kokaridas, D., Sidiropoulou, M., Patsiaouras, A., Karra, C., & Neofotistou, K. (2013). Effects of a trampoline exercise intervention on motor performance and balance ability of children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2701-2707. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.05.034>
- Guidetti, L., Franciosi, E., Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., & Baldari, C. (2010). Could sport specialization influence fitness and health of adults with mental retardation? *Research in Developmental Disabilities*, 31(5), 1070-1075. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.04.002>
- Hayakawa, K., & Kobayashi, K. (2011). Physical and Motor Skill Training for Children with Intellectual Disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 573-580. <https://doi.org/10.2466/06.13.15.PMS.112.2.573-580>
- Horn, L. B., Rice, T., Stoskus, J. L., Lambert, K. H., Dannenbaum, E., & Scherer, M. R. (2015). Measurement characteristics and clinical utility of the clinical test of sensory interaction on balance (CTSIB) and modified CTSIB in individuals with vestibular dysfunction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1747-1748. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.04.003>
- Jankowicz-Szymanska, A., Mikolajczyk, E., & Wojtanowski, W. (2012). The effect of physical training on static balance in young people with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 675-681. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.11.015>
- Johnson, J., Watson, A., Tokuno, C., Carpenter, M., & Adkin, A. (2020). The effects of distraction on threat-related changes in standing balance control. *Neuroscience Letters*, 716, <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2019.134635>
- Lacour, M. (2013). Fisiología del equilibrio: De los modelos genéticos a los enfoques cognitivistas. *EMC - Podología*, 15(2), 1-8. [https://doi.org/10.1016/S1762-827X\(13\)64685-4](https://doi.org/10.1016/S1762-827X(13)64685-4)
- López, J. C., & Arango, E. F. (2015). Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 33(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/16717>
- McGuire, M., Long, J., Esbensen, A. & Bailes, A. (2019). Adapted Dance Improves Motor Abilities and Participation in Children with Down Syndrome: A Pilot Study. *Pediatric Physical Therapy*, 31(1). <https://doi.org/10.1097/pep.0000000000000559>
- Oviedo, G. R., Guerra-Balic, M., Baynard, T., & Javierre, C. (2014). Effects of aerobic, resistance and balance training in adults with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 2624-2634. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.06.025>
- Page, P. (2006). Sensorimotor training: A "global" approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(1), 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2005.04.006>
- Patterson, K. K., Wong, J. S., Nguyen, T.-U., & Brooks, D. (2018). A dance program to improve gait and balance in individuals with chronic stroke: A feasibility study. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 25(6), 410-416. <https://doi.org/10.1080/10749357.2018.1469714>
- Peydro de Moya, M. F., Baydal Bertomeu, J. M., & Vivas Broseta, M. J. (2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*, 39(6), 315-323. [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(05\)74365-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(05)74365-6)
- Rahmat, A., Naser, H., Belal, M., & Hasan, D. (2014). The effect of core stabilization exercises on the physical fitness in children 9-12 years. *Medicina Sportiva*, 10(3), 2401-2105. https://www.medicinasportiva.ro/SRoMS/RMS/39/core_stabilization_exercises_physical_fitness_children.pdf

- Ricci, N. A., de Faria Figueiredo Gonçalves, D., Coimbra, A. M. V., & Coimbra, I. B. (2009). Sensory interaction on static balance: A comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatrics & Gerontology International*, 9(2), 165-171. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2009.00516.x>
- Rombaut, L., Malfait, F., Cools, A., Paepe, A. D., & Calders, P. (2010). Musculoskeletal complaints, physical activity and health-related quality of life among patients with the Ehlers-Danlos syndrome hypermobility type. *Disability and Rehabilitation*, 32(16), 1339-1345. <https://doi.org/10.3109/09638280903514739>
- Scaglioni-Solano, P., & Aragón-Vargas, L. F. (2014). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board to assess standing balance and sensory integration in highly functional older adults. *International Journal of Rehabilitation Research*, 37(2), 138-143. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000046>
- Shields, N., Dodd, K.J., & Abblitt, C. (2009). Do children with Down syndrome perform sufficient physical activity to maintain good health? A pilot study. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26(4), 307-320. <https://doi.org/10.1123/apaq.26.4.307>
- Shin, I.-S., & Park, E.-Y. (2012). Meta-analysis of the effect of exercise programs for individuals with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 1937-1947. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.05.019>
- Suttanon, P., Hill, K. D., Dodd, K. J., & Said, C. M. (2011). Retest reliability of balance and mobility measurements in people with mild to moderate Alzheimer's disease. *International Psychogeriatrics*, 23(7), 1152-1159. <https://doi.org/10.1017/S1041610211000639>
- Tudella, E., Pereira, K., Basso, R. P., & Savelsbergh, G. J. P. (2011). Description of the motor development of 3-12 month old infants with Down syndrome: The influence of the postural body position. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1514-1520. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.01.046>
- Villarroya, M. A., González-Agüero, A., Moros-García, T., de la Flor-Marín, M., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2012). Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(4), 1294-1300. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.02.017>
- Vuijk, P. J., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(11), 955-965. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x>
- Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperance, M. (2004). Stiffness and postural stability in adults with Down syndrome. *Experimental Brain Research*, 155(4), 450-458. <https://doi.org/10.1007/s00221-003-1743-7>
- Zemková, E. (2014). Sport-Specific Balance. *Sports Medicine*, 44(5), 579-590. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0130-1>

NOTAS

- 1 Esta investigación deriva de un Trabajo Final de Graduación de maestría.
- 2 This research is derived from a Master's Degree Final Project.
- 3 Essa pesquisa é derivada de um projeto final de mestrado.