

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD EN CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA
MAESTRÍA EN SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO**

**INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO
SENSORIOMOTOR SOBRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO
EN NADADORES CON SÍNDROME DE DOWN Y
DISCAPACIDAD INTELECTUAL**

Milena Hernández Chacón

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para
optar por el título de Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano

Campus Benjamín Núñez
Heredia, Costa Rica, 2018

INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO SENSORIOMOTOR
SOBRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO EN NADADORES CON SÍNDROME DE DOWN
Y DISCAPACIDAD INTELECTUAL

MILENA HERNÁNDEZ CHACÓN

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación,
para optar por el título de Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano

Miembros del Tribunal Examinador

Dr. Francisco San Lee Campos

Presidente o Representante del Consejo Central de Posgrado

M. Sc. Luis Blanco Romero

Coordinador de la Maestría en Salud Integrado
y Movimiento Humano

M. Sc. Andrea Mora Campos

Tutora

M. Sc. Carles A. Monserrat González

Asesor

M. Sc. Fabián Víquez Ulate

Asesor

Milena Hernández Chacón

Sustentante

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis de Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano, para optar por el título de *Magister Scientiae*. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

Resumen

El objetivo de este estudio es determinar el efecto de un programa de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con síndrome de Down (SD) y discapacidad intelectual (DI). En esta investigación participaron un total de 13 nadadores, quienes entrenan como parte del Proyecto de Natación para Personas con Discapacidad Intelectual (NADI), en las instalaciones deportivas de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica. En cuanto a los participantes: estos fueron divididos en dos grupos, a conveniencia, según los días que se presentaban a natación, el estudio inició con mediciones del equilibrio mediante la aplicación de un test de M-CTSIB sobre la plataforma Wii (pretest 1) a ambos subgrupos, luego se inició la aplicación del tratamiento en grupo 1, el cual consistió en un entrenamiento neuromotor durante cuatro semanas y al grupo 2 no se le realizó. Después, se hicieron mediciones (postest 1). Posteriormente, se cruzaron, el grupo 1 no se trató y al grupo 2 se le realizó el mismo tratamiento de entrenamiento neuromotor y con el mismo tiempo y estructura del primer grupo. Al final, se llevaron a cabo las mediciones, nuevamente (postest 2). Entre pretest 1 y postest 2, los sujetos siguieron con su rutina de natación con una carga constante, pues son deportistas de élite y no podrán dejar de nadar. Instrumentos y materiales: en este estudio se utilizaron dos instrumentos; la valoración Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance (M-CTSIB) el cual es para valorar el equilibrio. También, se utilizó un equipo Wii con plataforma y una computadora con acceso a bluetooth con programa de análisis del centro de gravedad. Con respecto a los procedimientos: con los debidos permisos y consentimientos informados de los tutores o padres y madres de familia así como de los participantes, se realizó la aplicación de los instrumentos y del tratamiento, el cual consistió en un entrenamiento neuromotor de tres sesiones de 30 minutos durante cuatro semanas. En cuanto al análisis estadístico se calculó según la estadística descriptiva. Se realizaron ANOVA para grupos independientes de dos vías. Asimismo, los resultados son los siguientes: después del entrenamiento neuromotor implementado 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 ($F = 0,952$; $p = 0,350$) y por grupos ($F = 6,066$; $p = 0,320$), en la variable ojos abiertos inestable no hubo diferencias ($F = 0,852$; $p = 0,376$) y por grupos ($F = 2,484$; $p = 0,143$). En variable ojos cerrados estable no hubo diferencias significativas ($F = 0,716$; $p = 0,415$) ni por grupos ($F = 0,801$; $p = 0,390$). Conclusiones: de acuerdo con el estudio, se demostró que con un entrenamiento neuromotor en personas entrenadas con SD y DI existe una diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$ en la variable ojos abiertos inestable 0,32, de tal manera que podría indicarse que el programa neuromotor mejora la variable de equilibrio en participantes nadadores con SD y DI.

Abstract

This study's objective was to perform sensorimotor training and assess the static balance on swimmers with Down syndrome and intellectual disability (ID). In this research a intellectual disability total of 13 swimmers participated, they trained as part of the NADI (swimming for people with intellectual disability) of Universidad Nacional in Costa Rica. Participants: The subjects were divided into two groups for convenience according to the schedule that they usually trained, the study began with the application of m-CTSIB (the Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance) on the Wii board (pretest 1) to both subgroups, then the group 1 began the application of the treatment of neuromotor training for four weeks, and the second group was not treated. We evaluate after the training (post test 1). Subsequently, the groups were crossed and group 1 did not perform neuromotor treatment and group 2 began the same neuromotor training with the same time and structure of the first group. At the end, the measurements were taken again (post test 2). Between pretest 1 and posttest 2, the subjects continued with their swimming routine because they are elite athletes and could not stop swimming. In this study, two instruments were used: The Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance (m-CTSIB) this is a protocolized test to assess the balance and provides information to evaluate the integration of several senses that involve it. A Wii console with board, a computer with Bluetooth access and balance analysis program. Procedure: The tutors or parents were fully informed about the aim and protocol of the study, the application of the instruments and the treatment, which consisted in 30 minutes neuromotor training sessions, 3 times a week for a period of four weeks.

This is a quantitative study with a quasi-experimental design, although it has repeated measurements, the groups were not randomized. It was not necessary because the MR and SD conditions were compared, and there was no control group either. An ANOVA was performed for independent 2-way groups. Results: after the neuromotor training implemented, there were no statistically significant differences between the variable measures ($F = 0.14$, $p = 0.7162$) and groups ($F = 0.2$, $p = 0.6659$) in open eyes firm support. In closed eyes unstable support variable there were significant differences ($F = 0.952$, $p = 0.350$) and groups ($F = 6.066$, $p = 0.320$), in the variable open eyes unstable support there were no differences ($F = 0.852$, $p = 0.376$) and by groups ($F = 233.484$, $p = 0.143$). In closed eyes firm support ($F = 0.716$, $p = 0.415$) also by groups ($F = 0.801$, $p = 0.390$) there were no significant difference. Conclusions: According to the study it was demonstrated that a neuromotor training in people with ID and MRI showed a statistically significant difference $p < 0.05$ in the variable foam eyes open 0.32, it could indicate that the neuromotor program improves the static balance in swimmers with SD and ID.

Agradecimiento

A la población participante en este estudio, de quienes aprendí mucho, los cuales son altamente capaces si se les da la oportunidad en todas las áreas. Gracias al profesor M Sc Fabián Viquez Ulate por su constante y gran apoyo e inclusión a esta población.

Quiero dar las gracias a M Sc. Andrea Mora Campos, M Sc. Carles A. Monserrat González, M Sc Fabian Viquez Ulate, por su generosa colaboración, por la corrección y valiosas observaciones.

Y muy especialmente a la profesora Andrea Mora Campos que ha realizado numerosas y valiosísimos aportes. Gracias. No hay palabras para expresar tanta gratitud por su entrega y compartir su sabiduría. Sin sus aportes y dirección hubiese sido imposible la finalización de este trabajo

A mi esposo Cristian con mucho amor, mis hermanas, mi mamá que me han apoyado siempre.

A todos los profesores y personal administrativo de la maestría por su apoyo y colaboración

.

Dedicatoria

Al Dios supremo por ser tan bueno, a mis tres hijos Valeria Artavia Hernández, Mauro Artavia Hernández y Franco Artavia Hernández y a la memoria de mi padre Gerardo quien no pudo esperar , a él que siempre me impulsó a estudiar.

Tabla de contenido

Índice de tablas.....	x
Índice de Figuras.....	xi
Indices de abreviaturas	xii
Conceptos claves.....	xiii
Capítulo I Introducción	1
Planteamiento y delimitación del problema.....	1
Justificación.....	3
Objetivos.....	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Variables independientes.....	8
Variables dependientes.....	8
Capítulo II. Marco conceptual	9
Síndrome de down.....	9
Ejercicio físico y DI	15
Deporte y Equilibrio.....	14
Deportes y discapacidad.....	16
Deporte de alto rendimiento y discapacidad.....	18
Equilibrio	19
Equilibrio, SD y DI.....	23
El sistema propioceptivo	25
Capítulo III. Metodología	28
Tipo de estudio.....	28
Participantes.....	28
Instrumentos y materiales.....	28
Procedimiento	34
Análisis estadístico.....	36
Capítulo IV. Resultados.....	37
Capítulo V. Discusión.....	36
Capítulo VI. Conclusiones	39
Capítulo VII. Recomendaciones.....	40

REFERENCIAS	42
Anexo 1.....	49
HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	49
Anexo 2.....	52
FORMULARIO DE VALORACIÓN DEL M-CTSIB.....	56
Anexo 3.....	56
DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN	56
Anexo 4.....	62
PROGRAMACIÓN DEL ENTRENAMIENTO	62

Índice de tablas

Tabla 1. Características generales de los participantes.....	32
Tabla 2. Resultados del análisis de varianza para la variable OAE.....	32
Tabla3. Estadística descriptiva para la variable OCI.....	33
Tabla 4. Resultado de análisis de varianza para la variable OCI.....	33
Tabla.5. Resultados del análisis de varianza para la variable OAI.....	34
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza para la variable OCE.....	34

Índice de Figuras

Figura.1. Resultados del análisis de varianza para la variable OAI.....	36
---	----

Indices de abreviaturas

AVD: Actividades de la vida diaria

CIE-10: Décima Revisión de la Clasificación Internacional de las Enfermedades

CIF: Clasificación Internacional de la Funcionalidad

COM: Centro de masa

M-CTSIB: Modified Clinical Test for Sensory Integration for Balance

OAE: Ojos abiertos estable

OAI: Ojos abiertos inestable

OCE: Ojos cerrados estable

OCI: Ojos cerrados inestable

OMS: Organización Mundial de la Salud

DI: Discapacidad intelectual

SD: Síndrome de Down

SNC: Sistema Nervioso Central

UNA: Universidad Nacional

COP: Oscilaciones del centro de presión

Conceptos Claves

Propiocepción: la propiocepción es la variedad especializada de la modalidad sensorial del tacto que comprende la sensación del movimiento articular (cinestesia) y de la posición de la articulación (sentido de posición articular) (Lephart, 1997).

Equilibrio: es un estado corporal donde distintas y encontradas fuerzas actúan sobre el cuerpo anulándose. Desde un punto de vista más fisiológico correspondería a una integración de la postura en un sistema funcional complejo dado por una acción coordinada y simultánea entre propioceptividad, tonicidad y exteroceptividad (Paeth, 2000).

Balance: es un término genérico que describe la postura dinámica del cuerpo para prevenir la caída. Es relativo a las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y de la inercia de cada segmento del cuerpo (Wallmann, 2002 y Winter, 1995).

Estabilidad: definido como la resistencia a perder el equilibrio o como la capacidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación ante estímulos externos (Paeth, 2000).

Base de sustentación: es la superficie disponible para apoyar el peso del cuerpo. También es conocida como área de apoyo o la superficie sobre la que dichos pesos efectivamente se descargan. Se establece una interacción eficaz de las distintas partes del cuerpo entre sí y la base de sustentación (Paeth, 2000).

Postura: representa la totalidad de posiciones del cuerpo y extremidades entre ellas y su orientación en el espacio (Kendell, 2000).

Signo de romber: oscilación significativa en posición de pie cuando los ojos están cerrados. Permite apreciar con qué medida un individuo utiliza la visión en el control de su postura ortostática. Su cuantificación se obtiene al multiplicar por 100 la relación de las superficies de los estabilogramas obtenidos con ojos cerrados y abiertos (OC/OA), lo cual permite evaluar la incidencia de la entrada visual (Gagey & Webwe, 2001).

Centro de gravedad: punto situado en el centro de la masa corporal, localizado en la intersección de los planos sagital, frontal y horizontal. Posee variaciones de acuerdo a los distintos sujetos, pero aproximadamente se encontraría anatómicamente delante del promontorio (vértebras L5 y S1) y la segunda vértebra sacra. En términos prácticos es el punto aparente de acción de la suma de fuerzas de gravedad que actúan en todo el cuerpo. (Winter, 1995; Wallmann, 2002)

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

Planteamiento y delimitación del problema

En los últimos años, los estudios en personas con necesidades especiales como SD y DI han aumentado. Las áreas que se han enfocado en esta población son varias, por ejemplo: sectores de la vida social, escolar, familiar, laboral y afectiva. Pese a lo anteriormente descrito, pocos estudios se han realizado entre estas poblaciones y la interacción con las actividades deportivas.

Específicamente, en el área física, se conoce que el desarrollo de los menores de edad con SD y DI está enlentecido significativamente en todas las habilidades motoras, pero tienen el mismo orden si se compara con el desarrollo típico de otros niños y niñas sin DI (Weeks, Chua, & Elliott, 2000). Este aspecto es de suma importancia, ya que afecta no solo las actividades de la vida diaria (AVD), sino que también influye en términos de ejercicio físico o rendimiento deportivo. Los niños y niñas con DI a menudo tienen problemas cognitivos asociados con la realización de ejercicio. Además, la experiencia del ejercicio es limitado (Hayakawa & Kobayashi, 2011).

En relación a los programas de discapacidad y deporte estos utilizan la práctica de deporte inclusivo, pero apenas existen trabajos en los que se emplee el contacto con personas con discapacidad intelectual específicos de deporte y equilibrio. Encotramos por ejemplo el estudio de Ogg Grenendaal, Hermans, & Claessens (2014) que realizaron una intervención del ejercicio en personas con discapacidad, y recomiendan el ejercicio como un tratamiento alternativo a comportamiento desafiantes en personas con DI en lugar de los tratamientos temporales más comunes como, psicofármacos, intervenciones de medidas restrictivas y enfoques de conducta. (Ogg Grenendaal, Hermans, & Claessens, 2014)

Uno de los componentes físicos de mayor importancia es el equilibrio, en este aspecto, se han analizado elementos del neurodesarrollo y los problemas de equilibrio en la población con SD y DI (Cabezas, García & Centeno, 2010; Caselli, 2000 y Villarroya, González & García, 2012). La capacidad de equilibrio, en un componente estratégico de las capacidades de coordinación y está sujeta a varios factores. El equilibrio y las deficiencias motrices son más evidentes entre las personas inactivas con DI los cuales podrían ser

particularmente susceptibles a la pérdida del funcionamiento básico y limitar aún más la autonomía en las actividades de la vida diaria (Giagazoglou, Arabatzi, Dipla, Liga, & Kellis, 2012). Tal es el caso de las caídas que son muy comunes en las personas con DI y que suelen tener como resultado lesiones (Cox, Clemson, Stancliffe, Durvasula, & Sherrington, 2010). Debido a la mala capacidad de equilibrio que puede interpretarse como un indicador de desarrollo incompleto (Enkelaar, Smulders, Van Schorosten, Geurts, & Weerdesteyn, 2012).

Incluso estudios que han medido el equilibrio en individuos con DI muestran una capacidad reducida en comparación con la población general. Sin embargo, estos estudios solo midieron el equilibrio de una sola manera (uno o dos subsistemas) y en pequeñas poblaciones de personas mayores (Dellavia, Pallavera, Orlando, & Sforza, 2009).

Asimismo, existen varios tipos de técnicas y entrenamientos para mejorar el equilibrio (Araujo et al, 2018; Fotiadou, Neofotistou, Giagazoglou, & Tsimaras, 2017; Giagazoglou, Arabatzi, Dipla, Liga, & Kellis, 2012; Giagazoglou et al., 2013; Howe, Rochester, Jackson, Banks & Balir, 2007 y Patterson, Wong, Nquyen, & Brooks, 2018 y), no obstante, en poblaciones con SD y DI no se han estudiado los beneficios del entrenamiento neuromotor y además faltan estudios que asocien la propiocepción y los beneficios en la coordinación en la población con SD y DI durante el rendimiento deportivo.

Por consiguiente, lo anterior es la razón por la que esta investigación pretende estudiar el efecto de un entrenamiento neuromotor sobre el equilibrio estático en población nadadora con SD y DI.

Justificación

En Costa Rica según el censo de población y vivienda 2011, registra las personas que de manera permanente tienen algún tipo de limitación física o mental que les impide realizar actividades cotidianas. EL INEC (Instituto Nacional de Estadística y censos) identificó a 603.212 costarricenses con algún tipo de discapacidad, lo que representa 10.53% de la población total. De las personas con discapacidad, 48.2% son hombres y 51.8% mujeres. Del total de personas con discapacidad, 78% presenta al menos una limitación y el 22% más de una; además 21874 son niño(a)s, 45026 son adolescentes, 202987 son adulto(a)s mayores y 333325 adulto(a)s y la posibilidad de padecer alguna limitación física o mental se incrementa con la edad.. La provincia de Puntarenas es la que presenta el mayor porcentaje de personas con discapacidad con 11,27% y la de Cartago el menor porcentaje con un 9,15%. (INEC, 2011)

Por otra parte las principales discapacidades identificadas en el Censo 2011 fueron las limitaciones para ver con un 5.85% (251.464 personas), limitaciones para caminar o subir gradas: 3.26% (140.380 personas), limitaciones para oír: 1.64% (70.709 personas), limitaciones para utilizar brazos y manos, 1.14% (48.859 personas), limitaciones intelectuales: 0.82% (35.416 personas), limitaciones para hablar: 0.64% (29.413 personas) y limitaciones mentales: 0.63% (26.971 personas). Los datos numéricos del censo del 2011 muestran que la deficiencia del tipo intelectual se presenta mayoritariamente en Costa Rica y en todas las provincias, principalmente en personas adultas, pero cuando se obtiene la tasa ajustada por grupo de edad las mayores tasas corresponden a adolescentes (INEC, 2011). Asimismo, las principales normas jurídicas nacionales e internacionales que rigen la atención de las personas con discapacidad en Costa Rica son la Ley 8661 Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, la Ley No. 7600- Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad, la Ley 9303 de Creación del Consejo Nacional de Personas con Discapacidad entre otras (Conapdis, 2017).

Más específicamente en relación a la discapacidad y deporte, el derecho a participar y a presenciar actividades culturales, deportivas y recreativas está consignado en la legislación costarricense sobre discapacidad. En los artículos 54 y 55 de la Ley N° 7600 se indica que los espacios físicos donde se realicen actividades culturales, deportivas o recreativas deberán ser accesibles a todas las personas. Señala que las instituciones públicas

y privadas que promuevan y realicen actividades de estos tipos, deberán proporcionar los medios técnicos necesarios para que todas las personas puedan disfrutarlas. Así mismo considerará acto discriminatorio que, en razón de la discapacidad, se le niegue a una persona participar en actividades culturales, deportivas y recreativas que promuevan o realicen las instituciones públicas o privadas (Conapdis, 2017).

Actualmente existe suficiente evidencia para respaldar que la participación de actividad física promueve la salud en adultos. Particularmente, la actividad física reduce el riesgo de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, hipertensión, diabetes, algunos cánceres y síndrome metabólico además mejora la densidad mineral, y el control de peso entre otros beneficios (Warburton, Nicol & Bredin, 2010 y WHO, 2010). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los adultos de 18 a 64 años dediquen como mínimo 150 minutos semanales a la práctica de actividad física aeróbica, de intensidad moderada, o bien 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas (WHO, 2010).

A pesar de lo bien establecido de la asociación entre la actividad física y salud, las investigaciones demuestran consistentemente que los niveles de la inactividad está aumentando en muchos países. La inactividad física es el cuarto factor de riesgo principal para la mortalidad global y es un importante problema de salud pública en todo el mundo (WHO, 2009).

Los personas con DI no son excepción a las tendencias crecientes de la inactividad física. Los hábitos de actividad de adultos con discapacidad intelectual han sido metódicamente bien estudiados y hay evidencia para apoyar que este grupo no está suficientemente activo para lograr beneficios de salud y puede ser incluso menos activo que la población general (Temple, Frey, & Stanish, 2006). Se han realizado esfuerzos para comprender los factores que influyen en la actividad física entre adultos con discapacidad intelectual, dado las deficiencias conductuales, sociales, y deficiencias motoras que a menudo están asociadas con una DI. Los factores que influyen en la participación de la actividad física, puede diferir de la población general, ejemplo de ellos son las barreras físicas. Estudios en adultos con SD concluyó que algunos factores que influyen en la limitante de ejercitarse son la falta de transporte y el alto costo. Además, otras como la falta de energía, y el ejercicio aburrido se encuentran dentro de las barreras cognitivo-emocionales mas prevalentes (Bodde& Seo, 2009 y Temple & Barriers, 2017).

Los bajos niveles de actividad física notificados entre adultos con discapacidad intelectual junto con sus limitaciones funcionales y barreras adicionales que pueden enfrentar, han creado una necesidad apremiante de desarrollar y probar intervenciones. Por otra parte, los facilitadores mas comunes de la actividad física fueron el disfrute de la actividad, apoyo del personal y familia, el contacto social, y la amistad con otros. Esto hace evidente que el proceso de planificar e implementar intervenciones de actividad física para adultos con discapacidad intelectual puede ser diferente que para la población adulta en general (Temple, Frey, & Stanish, 2017).

En el último lustro se ha transformado positivamente la percepción social de las personas con discapacidad. No es una evolución meramente ornamental, sino que expresa un cambio de mentalidad, una metamorfosis de la mirada. Afortunadamente ya vivimos en una sociedad donde se reconocen sus derechos inherentes y esto tiene repercusión en todos los planos: educativo, social, deportivo, laboral y afectivo. Ya no se ve la discapacidad como un mero ser de necesidades, sino también como un ser con posibilidades, con un potencial y una riqueza de recursos para desarrollar y cultivar. En el ámbito deportivo los Juegos Paralímpicos promueven un modelo de inclusión donde las personas pueden demostrar todas sus capacidades y contribuir a un cambio de mentalidad (Torralba, Braz y Rubio, 2014).

La inclusión de las personas con discapacidad en todas las facetas de la vida en sociedad es una constante en nuestros días. En muchos países del mundo, se han aplicado nuevas leyes con el fin de ofrecer igualdad de oportunidades y plena participación en la vida social a todos los miembros de la sociedad, poniendo especial énfasis en la situación de las personas con discapacidad. Programas deportivos en el ámbito mundial, como los Juegos Paralímpicos, realizados con posterioridad a los Juegos Olímpicos y desarrollados en la misma sede, creación de Federaciones Internacionales y Nacionales de las diferentes discapacidades, etc, posibilitan esta integración (Torralba, Braz y Rubio, 2014).

Por otra parte esta la relación del sistema postural, este permite en el ser humano, las características más básicas y funcionales para cualquier persona: la bipedestación y la deambulaci3n. Estas dos características se encuentran en una relaci3n armoniosa debido a la

estabilidad postural que se adquiere mediante una adaptación adecuada entre los músculos tónicos y fásicos del cuerpo humano en una posición de equilibrio estable (De Moya, Bermeu & Vivas, 2005). Esta estabilidad postural en las personas con necesidades especiales requiere un conocimiento más cercano acerca de la influencia de varios subsistemas sensoriales para el equilibrio (Blomqvist, 2011).

El equilibrio, desde un punto de vista fisiológico se logra mediante la interacción concreta de varios sistemas, además este concepto equilibrio-postural-humano, es el resultado de distintas integraciones sensorio-perceptivo-motrices que conducen al aprendizaje propio de la especie humana (Gagey & Webwe, 2001). Los músculos antigravitatorios, el sistema nervioso central, sistemas vestibulares y visuales tienen un papel fundamental para la autorregulación de la estabilidad postural y actúan también como un sistema de defensa por medio de reacciones de enderezamiento automáticas (Gagey & Webwe, 2001).

Cuando un individuo adopta una postura, diferentes sistemas entran a trabajar, es por esta razón que el equilibrio dentro del concepto funcional del ser humano es muy importante, ya que permite que la persona controle y mantenga esta posición y así lograr que se desarrolle en las AVD (Gagey & Webwe, 2001). Este es necesario para sentarse, estar de pie y para moverse independientemente, además de caminar o correr sin caerse. El equilibrio es determinante también para la actividad física que es, en sí mismo, un importante estilo de vida saludable y de bienestar.

Ahora bien, en la población de este estudio, específicamente las personas con SD, la secuencia del desarrollo motor es la misma que en infantes típicos, sin embargo los infantes con SD necesitan más tiempo para adquirir las habilidades, principalmente, las antigravitatorias, dentro de las que se encuentra la posición bípeda (Tudella, 2011). También, algunos estudios han registrado que la gente con discapacidad intelectual, pueden tener reducido el equilibrio y control motor en comparación con las personas que no tienen discapacidad intelectual (Hale, 2009 y Villarooya, Gonzalez Moros, Marín & Moreno, 2012).

Según lo anterior, tener problemas en el mantenimiento del equilibrio puede repercutir en todas las actividades motoras, ya que una buena estabilidad es la base de todos los

movimientos. Estas alteraciones en el equilibrio se deben a una disfunción cerebelosa, con un tiempo de reacción más lento, a la hipotonía y a la laxitud ligamentosa (con aumento de la flexibilidad en las articulaciones, incluso son menos estables, por lo que resulta más difícil mantener el equilibrio sobre ellas) y a una disminución en la propiocepción (Caselli, 2000; Hale, 2009 y Villarooya, Gonzalez, Moros, Marín & Moreno, 2012).

Para agregar en relación con los problemas de la estabilidad inherentes al SD y DI, dentro de los factores que se conocen, se tiene la afectación de la marcha, que adicionalmente se puede relacionar también al sedentarismo, obesidad y cambios neurofisiológicos asociados a la edad. En conjunto, las características de la marcha en adultos sedentarios sugieren que las personas con discapacidad cognitiva adoptan más precauciones de estilo de caminar que los adultos activos, de tal manera que se exhiben pasos cortos y de poca velocidad. Además, dentro de los cambios neurofisiológicos asociados a la edad, se encuentra la disminución de la sensación táctil y propiocepción, visión y fuerza, así como el deterioro de tiempo de reacción, los cuales contribuyen con los cambios de control del cuerpo y adopción de patrones de marcha seleccionados para mejorar la estabilidad (Fujiura, 1997, Melville, 2005 y Menz, 2003). Estudios demuestran que la participación de intervención sensoriomotoras grupales e individuales tienen mejoría en la adquisición de habilidades motoras en niños y niñas pequeños con SD (La forme Fiss, 2009).

Ahora bien, si se refiere a valoración del equilibrio donde se involucra el entrenamiento neuromotor en población con SD y DI entrenados, no se ha encontrado literatura. Solo se ha hecho una relación en cuanto a entrenamiento de propiocepción hecha por Fort Vanmeerhaeghe (2008) y Verhagen (2004) en jugadoras de voleibol, quienes afirman que existen muchos beneficios para los atletas que se entrenen en propiocepción, principalmente, para la prevención de lesiones en miembro inferior (For Vanmeerhaeghe 2008 y Verhagen 2004). La relación entre la capacidad de equilibrio y el riesgo de lesión deportiva se ha establecido en muchos casos, pero la relación entre el equilibrio y el rendimiento deportivo en personas con discapacidad cognitiva es menos clara (Hrysomallis, 2011).

Debido a lo anteriormente expuesto, esta investigación es pertinente, puesto que pretende la utilización de entrenamiento sensoriomotor para mejorar el equilibrio estático en nadadores con SD y DI, ya que no existe evidencia con respecto a este tipo de entrenamiento en esta variable y con esta población.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el efecto de un programa de entrenamiento sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con SD y DI.

Objetivos específicos

Determinar si existe diferencias en el equilibrio estático entre personas con SD y DI después de un entrenamiento sensoriomotor.

Establecer si existen diferencias entre el pretest y posttest después de la implementación de un programa sensoriomotor sobre el equilibrio estático en nadadores con SD y DI.

Variables independientes

Condición y mediciones.

Variables dependientes

Equilibrio estático.

Capítulo II.

MARCO CONCEPTUAL

El término discapacidad en la nueva Clasificación Internacional de Funcionalidad (ICF) de la Organización Mundial de la Salud, se utiliza para clasificar las disfunciones, limitaciones de la actividad y restricciones de la participación. Como tal, se refiere a los aspectos negativos de la interacción entre un individuo (con un problema de salud) y los factores contextuales de ese sujeto (factores del entorno y personales) (Strokes, 2006).

Síndrome de down

Dr. John Longdon Down descubre que el Síndrome de Down (SD) es un conjunto de signos y síntomas presentes en una persona, provocados por una alteración genética a nivel del cromosoma 21, que determina en un ser humano una serie de características fenotípicas propias de este padecimiento, convirtiéndose en la primera causa de discapacidad cognitiva de origen genético (Hernández, 2013).

El SD es una enfermedad genética que constituye la primera causa de discapacidad intelectual, la cual está acompañado de una serie de características físicas peculiares y su diagnóstico se establece con la determinación de la anomalía cromosómica (Hernández, 2013).

Respecto a la edad de los progenitores, es necesario destacar que el riesgo de niños y niñas con SD se incrementa a medida que avanza la edad materna y paterna. El aumento de la frecuencia de SD en el momento del nacimiento en relación con el aumento de la edad materna se ha documentado ampliamente (Alves, Troca, & Montesinos, 2011).

Son numerosos los estudios que analizan la frecuencia de distintos rasgos clínicos entre los niños y niñas con SD. La identificación clínica del Síndrome de Down debe basarse en la presentación en un mismo niño o niña de un conjunto de rasgos y anomalías que individualmente no son específicas. De hecho, sean cuales sean los rasgos que se seleccionen, el diagnóstico clínico no puede basarse en la presencia de uno solo de ellos, sino en la concurrencia de varios, que es en definitiva el patrón de signos dismórficos (Korbel, Tirosh, Eckehart, Chen, Kasowski, Dai, 2011)

Específicamente, los trastornos cromosómicos se deben a una alteración en la dotación de cromosomas de cada individuo. La situación normal es que existan 23 pares de cromosomas. Los pacientes con SD poseen un cromosoma 21 adicional, de forma que la mayoría tienen 47 cromosomas en total. Este trastorno se produce en 1 de cada 800 embarazos y su frecuencia aumenta con la edad materna. Los niños y niñas con SD tienen un mayor riesgo de distintas malformaciones congénitas, como cardíaca, atresia intestinal o cataratas. El desarrollo intelectual de los niños y niñas con SD es más lento de lo normal y su CI medio es 50. Otras alteraciones neurológicas específicas incluyen hipotonía, aumento de la incidencia de epilepsia y aparición de demencia a partir de los 40 años (Strokes, 2006).

Igualmente, el concepto de discapacidad intelectual que ha recibido esta población ha tenido distintas denominaciones a lo largo del tiempo. La definición propuesta por la Asociación Americana sobre Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo (AAIDD) ha tenido un impacto en la concepción y prácticas profesionales relacionadas con la DI en todo el mundo. Por ejemplo su influencia sobre la clasificación internacional de la funcionalidad la cual es relevante. La discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual como en conducta adaptativa. Para clasificar a una persona con discapacidad mental, esta debe manifestarse antes de los 18 años y presentar un cociente intelectual inferior al 70-75 % en una prueba estandarizada de inteligencia individual. Además tener limitaciones en las capacidades sociales y actividades cotidianas, los déficits van desde los educativos y culturales hasta los sensoriales específicos (Schalock et al, 2010).

Afortunadamente la concepción de discapacidad intelectual cambia cada pocos años, esto significa que estamos mejorando continuamente nuestra comprensión y enfoque sobre la población a la que se le diagnostica de esa manera. En el momento actual la referencia conceptual internacional lo constituye la 11ª edición del Manual de la AAIDD (Schalock et al, 2010). Una extensa y mejor comprensión de los términos, es imprescindible para quienes apoyan en distintos roles a las personas con discapacidad intelectual. (Verdugo & Schalock, 2010).

Ahora bien, dentro de la población de esta investigación, existen personas solamente con DI, y en cuanto a la asociación de DI y el área motora, De Meur & Staes (1991) refieren

que una debilidad intelectual se refleja siempre en una debilidad motora, ya que esta tiene origen en actividades cognitivas. Entonces, tanto individuos con SD y solo con DI, pueden necesitar práctica constante durante las actividades físicas para mejorar sus habilidades y control de las AVD. Además, aunque las personas con SD tengan unas características físicas e intelectuales específicas, debido a su alteración, la variabilidad en el grado de manifestación es muy amplia, por lo que su nivel cognitivo y su personalidad son diferentes (Serra & Sande, 2005).

Asimismo, sobre las condiciones físicas, como lo es el control motor y postura, las personas con SD tienen más dificultad para adoptar posturas antigravitatorias y requieren más tiempo para mejorar las habilidades adquiridas, como la posición bípeda (Tudella, 2011). Las personas con SD presentan puntajes bajos en la valoración de equilibrio, además existe una correlación entre edad y equilibrio (Smith, 2008). Otras características son la laxitud de los ligamentos, bajo tono, la obesidad, la inactividad, más los decrementos fisiológicos asociados con el envejecimiento, por lo cual es conveniente una intervención para aumentar el equilibrio, puesto que será beneficioso para ayudar a los adultos con SD a mantener la movilidad funcional y la salud óptima (Smith, 2008).

Ejercicio físico y DI

En múltiples estudios, los investigadores han demostrado que la actividad física regular y el ejercicio puede reducir el riesgo de cáncer, incluidos cáncer de mama y de colon; reducir el riesgo de desarrollar la demencia de Alzheimer; reducir la incidencia de enfermedades del corazón y presión alta; reducir el riesgo de accidente cerebrovascular y desarrollar diabetes tipo II; ayuda a perder peso y disminuir la depresión tan eficazmente como la medicación antidepresiva o terapia conductual. Por el contrario, un bajo nivel de actividad física puede exponer a una persona a un mayor riesgo de morir que incluso el riesgo de fumar, hipertensión, colesterol alto u obesidad (Laskowski, 2012).

Un metaanálisis de Shin y Park (2012) examinó los efectos de los programas de ejercicio físico en personas con discapacidad intelectual. Este estudio mostró que los programas de ejercicios de corta duración fueron más efectivos que los de mayor duración, y un programa de ejercicios que se ejecuta 4 veces por semana tuvo un mejor efecto que uno que se ejecuta 3 veces por semana. La duración más efectiva de la sesión para el ejercicio

fue de 31 a 60 minutos, y el ejercicio fue más efectivo para las personas mayores que para las personas más jóvenes (Shin & Park, 2012).

Aunque varios estudios mostraron los efectos positivos del ejercicio y la actividad física en la salud y el bienestar de las personas con DI, existe una falta de información sobre la influencia de la especialización deportiva en los componentes de salud y estado físico. Existen estudios que muestran que la actividad física mejora la condición física en atletas adultos con DI, disminuyendo los riesgos para la salud (Guidetti, Fraciosi, Gallotta, Emerenziani, & Balldari, 2010).

Otros resultados de un metanálisis, apoyaron el efecto positivo del ejercicio en la agilidad, potencia, tiempo de reacción y velocidad, pero no así sobre equilibrio en adolescentes con DI. Asimismo, encontraron un número limitado de estudios con evidencia de alta calidad en los metanálisis (Jeng, Chang, Liu, & Hou, 2017).

Los adultos con DI tienen disminuido la capacidad cardiovascular y la fuerza y presentan tasas más bajas de actividad física, a menudo tienen un equilibrio y deficiencias funcionales. El propósito del estudio de Oviedo (2014) dio como resultados que el grupo control aumentara la aptitud cardiovascular, la fuerza de mano y pierna y el equilibrio después del período de entrenamiento. Así como disminución del peso corporal y el índice de masa corporal. El grupo control no mostró cambios en ningún parámetro. Estos datos sugieren que un programa combinado de entrenamiento aeróbico, de fuerza y de equilibrio es beneficioso para las personas con DI (Oviedo, Guerra-Balic, Baynard, & Javierre, 2014).

El relación al rendimiento físico en adolescentes con DI, este es pobre en comparación con la de sus pares, en aspectos como el equilibrio, la potencia, la velocidad y el tiempo de reacción. El entrenamiento físico es el medio más efectivo para mejorar la salud de las personas con DI. Existen asociaciones positivas entre los niveles de aptitud física y la salud en adolescentes con DI (Blomqvist, Olsson, Wallin, Wester, Rehn, 2013; Jeng, Yeh, Liu, 2013; Lahtinen, Rintala, Malin 2007).

Además, en ciertos aspectos, puede existir controversia por los resultados de otras investigaciones como lo afirma el metaanálisis realizado por Andriolo, El Dib y Ramos (2005), donde demostraron que la efectividad de los programas de entrenamiento para

mejorar algunos componentes de la salud del adulto con SD sigue siendo incierta, además de que existe un reducido número de estudios publicados que investigan los efectos del ejercicio para los adultos con SD y un número aún más pequeño que tengan la exactitud metodológica suficiente para determinar la efectividad de tal intervención.

Los adolescentes con discapacidad intelectual pueden beneficiarse del ejercicio como disfrute de la participación con compañeros en actividades de ocio. Sin embargo, pocos estudios examinan los beneficios del ejercicio en adolescentes con DI. El estudio de Shiau, Chia, Wen y Yu (2017) determinó que el ejercicio mejora la aptitud física en adolescentes con DI. Se revisaron nueve metanálisis y los resultados apoyaron efectos positivos del ejercicio en adolescentes con DI sobre la agilidad, potencia, reacción y velocidad, pero no así en equilibrio (Shiau, Chia, Wen, & Yu, 2017) .

La evidencia de cómo mejorar la participación en la actividad física entre personas con discapacidad intelectual está subdesarrollada, lo que contrasta con la evidencia que existe para la población general. Con estas iniquidades en la salud que experimentan las personas con discapacidad intelectual, debería existir un ímpetu para dirigir los esfuerzos de la salud pública hacia este grupo (Brooker, Van Dooren, McPherson, Lennox, & Ware, 2015). Con respecto a la salud mental, el ejercicio y la participación deportiva han sido asociados con una mayor percepción de autoeficacia, autoestima y estado de ánimo positivo en adolescentes y adultos con DI (Grandisson, Te'treault, y Freeman, 2012; Hutzler y Korsensky, 2010; Vogt, Schneider, Abeln, Anneken, y Struder, 2012).

Un grupo de investigación ha evidenciado los beneficios de la participación deportiva en la promoción de la salud en niños y adultos con discapacidad intelectual. Postulando como la "forma más eficaz" de mejorar la salud de las personas con discapacidad. Se ha encontrado que una mayor actividad física mejora el funcionamiento físico tanto en niños y niñas como en adultos con DI. (Khalili y Elkins, 2009; Murphy y Carbone, 2008). En efecto, la evaluación de un programa de fútbol de Olimpiadas Especiales encontró una disminución del comportamiento problemático en jóvenes con DI (O' zer et al., 2012). Además, se ha descubierto que la participación deportiva promueve la inclusión social y proporciona un entorno estructurado que fomenta la interacción entre iguales, la adquisición de habilidades sociales y la creación de amistades (Alexander, Dummer, Smeltzer y Denton, 2011; Murphy y Carbone, 2008; O' zer et al. y 2012; Solish et al., 2010).

A pesar de estos notables beneficios de la participación deportiva, algunos investigadores han descubierto que los niños y niñas con DI participan en menos deportes y menos actividad física que sus pares sin DI (Hinckson & Curtis, 2013; Murphy & Carbone, 2008). Un grupo de investigación ha comenzado a abordar las razones detrás de esta disparidad. Algunas investigaciones han señalado el papel del niño y la niña (por ejemplo, retrasos en la motora gruesa, problemas de salud, limitaciones cognitivas) o comportamiento infantil (por ejemplo, limitaciones sociales, comportamiento disruptivo) como potencialmente causal a estas diferencias (Darcy & Dowse, 2013; King, Shields, Imms, Black, & Arden, 2013; McConkey et al., 2013; Westendorp, Houwen, Hartman y Visscher, 2011). También los niños y niñas con DI a menudo tienen problemas cognitivos asociados con la realización de ejercicio. Además, su experiencia del ejercicio es limitado (Hayakawa & Kobayashi, 2011).

Otra investigación ha subrayado la influencia de los factores logísticos, como la demografía familiar, los costos y las preocupaciones de transporte así como el tiempo (Buttimer y Tierney, 2005; Grandisson et al., 2012; Lin et al., 2010). Los investigadores también han identificado actitudes basadas en obstáculos ambientales, incluido el conocimiento limitado de los entrenadores sobre la discapacidad intelectual, la resistencia de los padres, madres y otros adultos, y la falta de apoyo emocional (Grandisson et al., 2012; King et al., 2013; McConkey et al., 2013).

Los resultados de las principales intervenciones en la discapacidad sugieren que las intervenciones que han tenido cierto éxito utilizan estrategias de metas. Sin embargo, estos resultados se basan en un pequeño número de estudios, con tamaños de muestra pequeños y estos hallazgos carecían de datos de seguimiento para determinar el impacto de las intervenciones a largo plazo (Brooker, Van Dooren, McPherson, Lennox, & Ware, 2015).

Deporte y Equilibrio

La relación entre la capacidad de equilibrio y el riesgo de lesión deportiva se ha establecido en muchos casos, pero la relación entre la capacidad de equilibrio y el rendimiento deportivo es menos clara. La revisión sistemática de Hrysomallis en el 2011, compara la capacidad de equilibrio de los atletas de diferentes deportes y determina que hay una diferencia en la capacidad de equilibrio de los atletas en diferentes niveles de

competencia dentro del mismo deporte, determina además relaciona la capacidad de equilibrio con las medidas de rendimiento y examina la influencia del entrenamiento de equilibrio en rendimiento deportivo (Hrysomallis, 2011).

En relación al deporte y equilibrio, los datos disponibles de estudios transversales, concluyen que los gimnastas tendieron a tener la mejor capacidad de equilibrio, seguidos por los jugadores de fútbol, nadadores y jugadores de baloncesto. Hubo algunos deportes, como tiro con rifle, fútbol y golf, donde se descubrió que los atletas de élite tenían una capacidad de equilibrio superior en comparación con sus contrapartes menos competentes, pero este no fue el caso del esquí alpino, el surf y el judo. Además, se demostró que la capacidad de equilibrio está significativamente relacionada con la precisión de tiro con rifle, la precisión de tiro con arco, la velocidad máxima de patinaje sobre hielo y la velocidad de inicio simulada de trineo, pero no con la precisión de lanzamiento de béisbol ni con los puntos de clasificación de snowboard. Los estudios prospectivos han demostrado que agregar el componente de entrenamiento de equilibrio a las actividades de los estudiantes de educación física y recreación da como resultado mejoras en el salto vertical y la agilidad.

Existen datos limitados sobre la influencia del entrenamiento de equilibrio en las habilidades motoras de los atletas de élite. Cuando se comparó la efectividad del entrenamiento de equilibrio con el entrenamiento de resistencia, se encontró que el entrenamiento de resistencia produjo resultados de rendimiento superiores para la altura del salto y el tiempo de esprint. La capacidad de equilibrio se relacionó con el nivel de competencia para algunos deportes, y los atletas más competentes muestran una mayor capacidad de equilibrio.

La evidencia de los estudios prospectivos respalda la idea de que el entrenamiento equilibrado puede ser un complemento valioso del entrenamiento habitual de los atletas no elitistas para mejorar ciertas habilidades motoras, pero no en lugar de otros condicionantes como el entrenamiento de resistencia. Se requiere más investigación para determinar la influencia del entrenamiento de equilibrio en las habilidades motoras de los y las atletas de élite (Hrysomallis, 2011)

En relación al equilibrio, existen varios deportes donde el equilibrio estático y dinámico es uno de los factores limitantes del rendimiento. El deterioro del equilibrio no solo

afectar el resultado, sino que también puede aumentar el riesgo de lesiones, el equilibrio en el deporte se considera una habilidad importante, por ejemplo el equilibrio estático es esencial en tiro con arco y en otros deportes como surf de nieve, patinaje, vela ligera o ciclismo, en el cual este juega un papel en el rendimiento. Además en deportes especializados como tai chi, yoga, ballet o gimnasia, donde el objetivo es controlar el equilibrio en posiciones específicas que varían de menos a más difíciles, el equilibrio es fundamental. La precisión del centro de masa (COM), es importante en la escalada, el alpinismo, patinaje artístico y hockey sobre hielo donde la estabilidad biomecánica para el mantenimiento del equilibrio está limitada por una estrecha área de apoyo. Un equilibrio específico en posición sentada es requerido en remo, piragüismo y deportes ecuestres. La regulación del movimiento del centro de masa en una dirección predefinida, también es importante en el ballet y el baile que involucran ya que involucran ejercicios de rotación. Un control menos preciso del centro de masa también puede influir en el rendimiento de deportes tales como, levantamiento de pesas, golf y eventos de lanzamiento. Las habilidades acrobáticas más difíciles son esenciales para el rendimiento en deportes como gimnasia o patinaje artístico. En la mayoría de ellos, la estabilidad postural puede verse afectado por intensos ejercicios de rebote. Tales altas fuerzas verticales durante el salto que también pueden causar lesiones, a saber, esguinces de tobillo (Zemkova, 2014).

Estos hallazgos que relacionan el equilibrio y el deporte concluyen que los atletas tienen mejor estabilidad que las personas desenentrenadas y que esto se puede atribuir principalmente a la adaptación deportiva específica como se encontró en bailarines experimentados y nadadores sincronizados (Zemkova, 2014).

De igual manera, en una revisión sistemática sobre los efectos y la relación dosis-respuesta del entrenamiento de equilibrio en jóvenes. Demostró que para un período de entrenamiento de 12 semanas lograron el mayor efecto. En relación a la frecuencia de entrenamiento, el superior efecto se encontró para dos sesiones por semana y para el número total de sesiones de entrenamiento, el efecto más grande se observó para 24-36 sesiones (Gabel, Lesinski, Behm, & Granacher, 2017).

Deportes y discapacidad

El de la discapacidad física recibe cada vez más atención en diferentes ámbitos de la sociedad. Las dificultades y los obstáculos que encuentran las personas con alguna discapacidad física se exponen y analizan públicamente, cada vez es mayor el número de

personas e instituciones que se incorporan a la tarea de mejorar las condiciones de vida y bienestar personal de los que tienen alguna discapacidad. Algunas instituciones educativas, como la Universidad Nacional, son un claro ejemplo de compromiso con el bienestar social, y específicamente con la discapacidad.

No obstante, el deporte que practican personas con discapacidad no goza del mismo reconocimiento y atención que el deporte convencional. Personas con diferentes discapacidades, como deficiencias visuales, con miembros amputados, paralíticos cerebrales y parapléjicos, entre muchos más, son algunos de los grupos sociales que han demostrado su destreza, su capacidad y valía en diferentes escenarios deportivos. Para ellos el deporte no es sólo una manera de desarrollar sus habilidades y fortaleza, sino que es una importante puerta de entrada a la integración social y, en ocasiones, el único camino para aceptar que su vida, al menos en algunos aspectos, ha cambiado y mejorado. Como un sector desfavorecido de la sociedad, es evidente que el deporte y las actividades físicas para las personas con discapacidad es una asignatura que debemos conocer mejor y procurar aprobar si realmente deseamos una sociedad más justa e incluyente.

Se entiende al deporte adaptado, según Sanz y Reina (2014) como “aquel que engloba todas las modalidades deportivas que se adaptan a las personas con discapacidad, porque se han realizado una serie de adaptaciones y/o modificaciones para facilitar la práctica de este colectivo, o porque la propia estructura del deporte permite su práctica”. Tal y como indican estos dos autores, estas adaptaciones funcionales para las personas con discapacidad que practican deporte, son por ejemplo, en deportes como el baloncesto o tenis en silla de ruedas, que se ajustan a las personas con discapacidad física. Por ello, con la finalidad de garantizar las posibilidades del colectivo a la práctica deportiva, en estos deportes, así como en otros, se realizan ajustes en el reglamento, material, las instalaciones, adaptaciones técnico-tácticas, etc.

Por otro lado, el deporte adaptado puede asumir una serie de roles y funciones, según Sanz y Reina (2014): “Muestra las capacidades y rendimientos de las personas con discapacidad como deportistas. Puede ser capaz de eliminar las barreras que encuentran las personas con discapacidad, ya que es vital que tengan garantizada su accesibilidad a las instalaciones deportivas. Las personas con discapacidad participan en un mismo entorno con personas sin discapacidad, por ello, el deporte contribuye en el proceso de integración. La mejora de los recursos profesionales y el avance en las nuevas tecnologías permiten que

se oferten diversas actividades adaptadas a las necesidades de cada colectivo. Favorece el aprendizaje de valores como el juego limpio u otros. La práctica va a permitir a la persona con discapacidad potenciar sus habilidades como la autosuperación y la autonomía personal.” (Saenz y Reina,2014).

Deporte de alto rendimiento y discapacidad

Cuando se habla de origen del deporte paralímpico hay que mencionar al neurólogo Ludwig Guttman (1899-1980), padre e impulsor del deporte como forma de rehabilitación en las personas con discapacidad. Al acabar la guerra, la sociedad europea tenía dos grandes problemas que resolver, el primero era el destrozo de ciudades y el segundo era la inclusión de las personas con discapacidad en la vida social. Al segundo problema se le busco una solución, el deporte. Así el neurólogo desarrolló programas de recuperación mediante el deporte. Su objetivo era ayudar a un gran número de soldados lesionados de la columna vertebral. No solo ayudaba recreativamente sino que también mejoraba la rehabilitación física y psicológica (Torralba, Braz y Rubio, 2014).

Los beneficios que obtenían llevaron a plantear el ámbito competitivo en el deporte practicado por atletas con un tipo u otro de discapacidad, la homologación de los contendientes se hacía tomando en cuenta la edad, el sexo, o el peso de cada uno, o bien las desventajas que pudieran influir en la realización del deporte correspondiente. La gran variedad de discapacidades existentes en el mundo de las personas con discapacidad, creó una obligación a la ordenación en grupos de competición. Pronto se pasó del deporte lúdico a deporte de competición, realizándose las primeras clasificaciones entre los deportistas mediante un método simple, como era valorar sus secuelas patológicas, formándose grupos de paraplégicos, de amputados, de invidentes, etc. Con el tiempo, dentro de dichos grupos se fue introduciendo subgrupos, ya que fue obvio que, aunque su patología de base fuese la misma, el grado de afectación era muy dispar entre ellos (Silver, 2013).

En 1944, en Inglaterra el Dr Ludwig Guttman, personalmente, sentado en su silla de ruedas, empieza a realizar las primeras experiencias deportivas con pacientes con lesión medular, con diferentes grados y tipos de capacidades residuales. Guttman se da cuenta de que necesitan algún incentivo o distracción que les ayude a sobrellevar los innumerables retos a los que su nueva condición los enfrenta. Sentado en una silla de ruedas, Guttman comienza a experimentar jugando polo con un bastón. Es en ese momento cuando nace el

deporte sobre silla de ruedas, el primero de los deportes para personas con discapacidad; nace una esperanza para sus pacientes y un nuevo concepto para su tratamiento, pues entre los métodos de esta nueva orientación el deporte tiene un papel primordial. El deporte ayuda no sólo en el aspecto recreativo, también se empiezan a dar cambios sorprendentes en la rehabilitación de sus pacientes en términos físicos y psicológicos. Así, Guttmann decidió adoptarlo como una opción rehabilitadora y al mismo tiempo deportiva a los tratamientos físicos. (Silver, 2013)

Así, a los deportistas con lesión medular, se les dividió según el nivel de afectación medular. A los amputados, según si eran de extremidades superiores o de sus extremidades inferiores, dobles o simples. Los invidentes, si eran totales o parciales. Con lo cual, en esta evolución histórica, vemos que las primeras valoraciones no eran más que definiciones de secuelas patológicas y sus distintos grados de afectación, sistema que, hoy por hoy, todavía utilizamos en la práctica diaria al comparar varios deportistas. Los criterios de elegibilidad de las personas con discapacidad intelectual están actualmente en revisión, aunque vienen utilizando los aceptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) Asociación Americana sobre Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo (AAIDD).

Dentro de los deportistas con discapacidad física se enmarcan las personas amputadas, que son personas que tienen, al menos, una articulación principal en un miembro amputado (codo, muñeca, rodilla). También dentro de este grupo existen deportistas con lesiones medulares, y los denominados “les autres” (los otros), que son los que tienen disfunciones en el sistema locomotor. Se incluyen también personas en silla de ruedas que deben tener como mínimo un 10 por ciento de pérdida funcional en seis miembros inferiores (Torralba, Braz y Rubio, 2014).

Finalmente el último grupo son los deportistas con parálisis cerebral, una disfunción del movimiento producida por una lesión en una o varias zonas del cerebro que controlan y coordinan el tono muscular, los reflejos, las posturas y movimientos. (Torralba, Braz y Rubio, 2014)

Equilibrio

El equilibrio postural puede definirse como aquel estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas, de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder

el equilibrio (equilibrio dinámico), es decir, la suma de las fuerzas ejercidas y de sus momentos es cero (Lacour, 2013).

Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad se mantenga en el interior de la superficie de apoyo (base de sustentación), que en el caso de la postura bípeda son los pies. También, la conservación del equilibrio en condiciones estáticas (postura en bipedestación erguida) y dinámicas (locomoción) es el resultado de un funcionamiento complejo en el que intervienen numerosos datos sensoriales (visión, propiocepción, componente músculo- articular y vestibular, cutánea plantar) y estructuras nerviosas centrales (sistemas extrapiramidal y piramidal) (Lacour, 2013).

En relación con el sistema postural, este reconoce dos tipos de entradas: las exoentradas que informan acerca del mundo exterior y las endoentradas que definen su estado interno (Gagey & Webwe, 2001).

Asimismo, las exoentradas permiten que el ser humano se estabilice en su entorno utilizando todas las informaciones provenientes de sus órganos sensoriales y sensitivos en relación con el ambiente. Actualmente, se conocen tres exoentradas que son el ojo, el vestíbulo y la planta de los pies, estas estructuras reciben la información del exterior y por vías nerviosas permiten la interpretación adecuada para mantener el equilibrio. Las endoentradas son los órganos internos que ofrecen una posición relativa de la retina, los epitelios sensibles del vestíbulo y los propioceptores de la planta del pie (Gagey & Webwe, 2001).

Por otro lado, el mantenimiento del equilibrio, tanto en condiciones estáticas como dinámicas, es el resultado de un control multisensorial, así como de procesos nerviosos centrales de integración y anticipación. Los mecanorreceptores de la planta del pie, los propioceptores músculo articulares, los receptores laberínticos y los datos visuales informan de modo permanente sobre la orientación del cuerpo en el espacio y permiten la estabilización de los segmentos corporales (Gagey & Webwe, 2001).

Ahora bien, el equilibrio se logra mediante tres marcos de referencia espaciales: egocéntrico (el eje cefalocaudal y el pie que son el sostén de los segmentos articulados), el gravitatorio (sistema vestibular y graviceptores abdominales) y el alocótrico (visión central y periférica) (Gagey & Webwe, 2001 y Lacour, 2013). Las bases neurofisiológicas del control postural trabajan en función de la posición del centro de gravedad (CDG), ya que si la persona se sienta o se pone de pie su CDG se modifica. De igual manera, sucede si el individuo corre en vallas o juega basquetbol, la interferencia es continúa, esto por la actuación de la fuerza de gravedad, por lo tanto se requiere un sistema de ajustes sostenidos con la participación de los reflejos vestibulo-espinales y vestibulo-oculares y la contribución motora de los músculos del tronco y de los miembros.

El reclutamiento de la información para la generación de estos reflejos proviene de los órganos de la visión, del sistema vestibular y los sensores propioceptivos. Estos sistemas sirven para la orientación en el espacio y hacen posible la bipedestación y la marcha, gracias al control y regulación de grupos musculares. Todos estos sistemas sensoriales informan a los centros nerviosos del cerebro sobre los cambios en relación espacial, es decir, cambios entre el individuo y su entorno, así como modificaciones de la posición relativa de los segmentos corporales, para que estos centros puedan elaborar movimientos reflejos compensatorios adecuados (De Moya et al.; Snell, 2005; De Moya, Bermeu, Baydal, & Vivas, 2005 y Snell, 2009).

Con respecto al control postural, en este intervienen estructuras del sistema nervioso central (SNC), aunque los centros principales son el tronco cerebral, el cerebelo, los ganglios de la base y los hemisferios cerebrales a nivel del área motora suplementaria y del lóbulo parietal derecho. Los ganglios de la base y el tronco cerebral son los centros reguladores de los ajustes posturales, actúan de forma anticipada (*prealimentación* y *realimentación*). Las estructuras hemisféricas desempeñarían un papel especial en la representación corporal y en la elaboración de la respuesta motora. De igual manera, el cerebelo desempeña un papel importante en la regulación del movimiento por medio de la coordinación, adquisición y aprendizaje de los movimientos (Snell, 2009).

En relación con los receptores especializados (aferencias), estas son terminaciones nerviosas sensitivas especiales o receptores. Un individuo recibe impresiones del mundo exterior y del interior del cuerpo por medio de estos receptores (Snell, 2009). Los músculos poseen

receptores especializados que mandan de manera permanente información al sistema nervioso sobre su estado de tensión y su longitud: son el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi (Habib, 1994). Por lo que una alteración patológica del tono muscular podría alterar la postura como lo suelen tener las personas con SD (Snell, 2009).

Las aferencias musculares, como el huso neuromuscular, están constituidas por un grupo de 5-10 fibras que se insertan en las articulaciones (o en los tendones o en la capsula articular). El número de husos es muy variable según los músculos. Se distinguen dos partes laterales o polares, contráctiles, y una parte centro ecuatorial, no contráctil, que es portadora del receptor propiamente dicho: la terminación anulo espinal. Esta da lugar a una fibra sensitiva voluminosa que se dirige hacia el asta posterior de la médula. Las partes polares están inervadas por pequeñas fibras motoras, las fibras delta, que proceden del asta anterior. El papel del huso muscular es el del receptor de estiramiento, es decir, que es excitado por el estiramiento del músculo, pero su actividad se extingue desde el momento en que se inicia la contracción. La puesta en funcionamiento del huso (por estiramiento del músculo) envía, inmediatamente, a la médula una información sobre la longitud momentánea del músculo. El órgano tendinosos de Golgi está situado en la unión tendón/músculo, este informa a la médula espinal sobre el grado de tensión del músculo. A diferencia del huso neuromuscular, reacciona en el momento del estiramiento, pero también en el momento de la contracción muscular (Habiz, 1994).

Asimismo, es conviene destacar otras aferencias como lo son las cutáneas, articulares, vestibulares, las cuales se describen a continuación. El grupo de las aferencias cutáneas es heterogéneo, ya que incluyen diferentes receptores cutáneos y fibras nerviosas aferentes, por ejemplo, los mecanorreceptores de presión, las vibraciones y los nociceptores sensibles al dolor (Snell, 2009). Las aferencias articulares como los receptores articulares (corpúsculos de Ruffini y corpúsculos de Pacini) se localizan en la cápsula de la articulación y son sensibles a la presión y a la tensión capsular. En relación con las aferencias vestibulares, es importante resaltar que el sistema vestibular está situado en el oído interno e incluye dos tipos de receptores: los otolitos, sensibles a la posición de la cabeza y su aceleración lineal, y los canales semicirculares sensibles a la rotación de la cabeza y a la aceleración angular. Las aferencias vestibulares se distribuyen hacia los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo y el cerebelo donde convergen con información visual. Los núcleos vestibulares dan lugar en la rotación de la cabeza a los reflejos vestibuloculares encargados de estabilizar el

entorno visual y durante el desplazamiento lineal a los reflejos vestibulocervicales que regulan el tono muscular y los movimientos de la cabeza y de las extremidades en el desequilibrio. Las aferencias visuales contribuyen a mejorar el control postural seguido por las aferencias propioceptivas y vestibulares, su papel se vuelve fundamental cuando existe una disminución de las aferencias de otros orígenes (Snell, 2009).

Finalmente, se encuentran los receptores sensitivos, los cuales pueden clasificarse en cinco tipos funcionales básicos (Snell, 2009):

1. Mecanorreceptores: responden a una deformación mecánica.
2. Termorreceptores: responden a los cambios de la temperatura; algunos receptores responden al frío y al calor.
3. Nociceptores: responden a cualquier estímulo que produzca algún daño en el tejido
4. Receptores electromagnéticos: los conos y los bastones de los ojos son sensibles a los cambios de la luz.
5. Quimiorreceptores: responden a cambios químicos asociados al gusto y el olfato y a las concentraciones sanguíneas de oxígeno y dióxido de carbono.

Equilibrio, SD y DI

Las dificultades en el control de equilibrio son frecuentemente descritas en portadores con SD y DI y al relacionarlas con la precisión del control motor, suelen presentar movimientos torpes. Estos movimientos parecen torpes porque los individuos son lentos en la adaptación de tareas, siendo menos capaces de hacer ajustes posturales anticipatorios (Almeida et al., 2000). Con respecto a la coordinación motora no existe un consenso sobre las posibles causas, sin embargo, en algunos casos, se deben a la integración sensoriomotora anormal, límites cognitivos o tener una relación directa con la hipotonía. Algunos autores proponen (Webber, Virji-Babul, Edwards, & Lesperace, 2004) que para individuos con SD los movimientos desajustados pueden ser resultado de un sistema nervioso central (SNC) que entiende de sus límites funcionales y prefiere resultados de movimiento seguros en vez de un fracaso total.

Los estudios que abordan el equilibrio en SD son pocos (Araujo et al, 2018; Fotiadou et al., 2017; Giagazoglou et al., 2013; Howe et al., 2007 y Patterson et al., 2018), sin embargo, está demostrado que el desenvolvimiento del equilibrio es particularmente más

atrasado que en individuos sin SD. Hay pocos datos sobre el control de equilibrio en condiciones estáticas en edades superiores a los 10 años (Vuillerme, Marín & Debu, 2001)

Ahmadi y Daneshmandi (2013) estudiaron los efectos de un programa de ejercicios de estabilidad sobre la condición física de niños con DI. Los resultados de la prueba de equilibrio estático mostraron que los niños con DI en el grupo de entrenamiento mejoraron significativamente en la prueba de equilibrio estático después de la intervención (Ahmadi & Daneshmandi, 2013)

Giagazoglou et al (2012) evaluaron los efectos de un programa de hipoterapia sobre el equilibrio estático y la fuerza en adolescentes con discapacidad intelectual. El programa de intervención de hipoterapia dio lugar a mejoras significativas en parámetros de fuerza, y en la tarea de equilibrio más compleja (es decir, de pie sobre una pierna) (Giagazoglou, Arabatzi, Dipla, Liga, & Kellis, 2012).

Jankowicz-Szymanska et al (2012) estudió el efecto del entrenamiento físico sobre el equilibrio estático en jóvenes con discapacidad intelectual. Su resultados conducen a la conclusión de que los ejercicios con el uso de superficies inestables mejoran la sensibilidad profunda en personas con retraso mental leve (Jankowicz, Mikolajczyk, & Wojtanowski, 2012)

Oviedo et al (2014) investigaron el efecto de un programa combinado de actividad física utilizando entrenamiento aeróbico, de fuerza y equilibrio en la aptitud cardiovascular. El grupo de intervención aumentó la aptitud cardiovascular, la fuerza de agarre, la fuerza de las piernas, y equilibrio después del período de entrenamiento. El grupo de control no mostró cambios en ningún parámetro (Oviedo, Guerra-Balic, Baynard, & Javierre, 2014).

La capacidad de equilibrio, un componente estratégico de las capacidades de coordinación está sujeta a varios factores. Caídas resultando en lesiones, son muy comunes en las personas con ID debido a la mala capacidad de equilibrio que puede interpretarse como un indicador de desarrollo incompleto (Enkelaar, Smulders, Van Schorojenstein, Geurts, & Weerdesteyn, 2012)

El equilibrio y las deficiencias motrices son más evidentes entre las personas inactivas con DI que podrían ser particularmente susceptibles a la pérdida del funcionamiento básico y limitar aún más el autonomía en las actividades de la vida diaria (Giagazoglou, y otros, 2013)

Algunos estudios han medido el equilibrio en individuos con DI y muestra una capacidad reducida en comparación con la población general (Dellavia, Pallavera, Orlando & Sforza, 2009). Sin embargo, estos estudios solo midieron el equilibrio en de una sola manera (uno o dos subsistemas) y en pequeñas poblaciones de personas mayores

El sistema propioceptivo

El sistema propioceptivo fue definido por primera vez en 1906 por Charles Scott Sherrington como la sensación de posición y movimiento de las extremidades. Este neurólogo se refería al sistema propioceptivo como la información aferente que llega desde los propioceptores localizados en las articulaciones, tendones y músculos, y que contribuye a la conciencia de las sensaciones musculares, de la postura segmentaria (estabilidad articular) y de la postura global (equilibrio postural) (For Vanmeerhaeghe, 2008).

Otra definición es la de Roberts (2003) que trata sobre la conciencia de la posición articular (sensación de posición) y la conciencia del movimiento en el espacio (cinestésica); y retroalimentación del mecanorreceptor que ejercen un efecto continuo reflejo e inconsciente sobre el tono muscular y el equilibrio, mediante el circuito de motoneuronas gamma, para mantener la estabilidad dinámica de las articulaciones. Sin embargo, en este artículo se define la propiocepción como el tipo de sensibilidad del sistema somatosensorial que participa en mantener la estabilidad dinámica de la articulación, lo que se consigue mediante la detección de las variaciones de presión, tensión y longitud de los diferentes tejidos articulares y musculares (For Vanmeerhaeghe, 2008).

Ahora bien, el rol del mecanorreceptor en el control del sistema neuromuscular es muy complejo y todavía se encuentran en discusión algunos aspectos que están involucrados en la actividad motora. Como ya se mencionó anteriormente, las aferencias articulares en el control motor, dentro del cual se incluye la posición y el sentido del movimiento (propiocepción) necesitan de la participación del mecanorreceptor (receptores articulares, cutáneos y musculares). Cuando estos receptores son estimulados, con una intensidad suficiente, generan impulsos aferentes que se propagan hasta el SNC. Estas señales aferentes son mediadas en tres niveles del SNC: la médula espinal, el tronco cerebral y los centros cognitivos (córtex). El SNC procesará estas señales aferentes y generará respuestas motoras (eferentes) que modularán la actividad muscular (Snell, 2009 y For Vanmeerhaeghe, 2008).

El deterioro del control de la postura y del equilibrio pueden ser el resultado de modificaciones de las propiedades intrínsecas de los sistemas sensoriomotores, como las vinculadas a su envejecimiento (por ejemplo: disminución de la agudeza visual, reducción de las informaciones somestésicas por el sedentarismo), asimismo, la reducción de las capacidades neuronales de integración multimodal debido a la edad o a la carga atencional (control postural y actividad cognitiva alterada), la menor eficiencia de los efectores musculares que regulan el mantenimiento de la postura (atrofia muscular, enfermedad neuromuscular) o, incluso, disfunciones de estructuras nerviosas centrales implicadas en las sinergias posturales y la ejecución de los planes motores (Lacour, 2013).

Como se mencionó anteriormente, durante el desarrollo motor, el equilibrio es crucial para controlar y adquirir habilidades motoras. Para caminar, independiente, debe de lograrse primero el control del equilibrio estático; la capacidad insuficiente para controlar la postura durante el proceso de desarrollo ralentiza la adquisición de movimiento y locomoción (Galli et al., 2008).

El retraso en el control del motor y su desarrollo están estrechamente relacionados con la discapacidad intelectual (Pratt & Greydanus, 2007). Las personas jóvenes con discapacidad intelectual muestran defectos funcionales en tres dominios de aprendizaje, cognitivo, afectivo y social, también como en otras áreas. En particular, muestran un retraso en el área de desarrollo motor, que incluye aptitud física y habilidades motoras, dentro del dominio psicomotor (Vliet, Rintala, & Frojd, 2006). La población infantil y juvenil con discapacidad intelectual tienen graves dificultades en mantener una postura correcta y / o su equilibrio cuando se está de pie (Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010). Además, mientras el desarrollo físico se completa hasta cierto punto, varias de sus funciones motoras siguen siendo deficientes (Chaiwanichsiri, Sanguanrungrasirikul, & Suwannakul, 2000). Existen estudios previos que han informado que el balanceo postural en bípedo de adolescentes con discapacidad intelectual es mayor que en los individuos sin discapacidad intelectual, lo que indica que puede llevar a problemas del equilibrio estático (Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010).

Finalmente, respecto al entrenamiento neuromotor, Gaber, Blissmer & Deschenes (2011) realizan una descripción de un programa de ejercicio regular que incluye

entrenamiento cardiorrespiratorio, resistencia, flexibilidad y ejercicio neuromotor para mejorar y mantener la condición física y la salud. Este estudio examina los beneficios potenciales para cada uno de los componentes del programa de ejercicios enumerados, junto con el nivel de evidencia, actualmente, disponible para respaldar las recomendaciones dadas (Garber, Blissmer, & Deschenes, 2011).

El entrenamiento de ejercicio neuromotor es el cuarto componente de las pautas de la asociación americana de medicina del deporte (ACSM) de prescripción del ejercicio, incluyen una categoría con el término ejercicio neuromuscular (Williams & Wilkins, 2011).

El entrenamiento de ejercicio neuromotor incorpora varias habilidades motoras, que incluyen el equilibrio, la coordinación, la marcha, la agilidad y el entrenamiento propioceptivo. Algunas actividades que combinan ejercicio neuromotor, ejercicio de resistencia y flexibilidad (por ejemplo, tai chi, yoga) también entran dentro de esta categoría las recomendaciones definitivas sobre la cantidad de entrenamiento de ejercicio neuromotor, las cuales aún no están disponibles debido a la variabilidad en los estudios de investigación. La recomendación del ejercicio neuromotor es de al menos de 2 a 3 días por semana, como fue realizado en este estudio, y se señala que los programas beneficiosos suelen incluir al menos de 20 a 30 minutos por sesión (hasta un total de 60 minutos o más por semana) (Garber, Blissmer, & Deschenes, 2011). No tenemos datos con los cuales comparar si esta recomendación puede tener beneficios en la población de nuestra investigación.

Capítulo III. METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Esta investigación es de tipo cuantitativo con un diseño cuasiexperimental, ya que, aunque sí tuvo mediciones repetidas, no se aleatorizaron los grupos, debido a que no era necesario porque se compararían las condiciones DI y SD, y tampoco tuvo grupo control.

Participantes

La población estuvo compuesta por seis hombres y siete mujeres, las trece personas participantes tienen DI con edad promedio de 23 años, todos participantes de un programa de natación en la Universidad Nacional, Costa Rica (ver tabla 1). Las personas participantes estudiadas fueron elegidas por conveniencia según el siguiente criterio de inclusión: población con SD y DI que sean practicantes de natación activos (que nadaran mínimo tres días a la semana). Adicional, se solicitaron otros criterios de inclusión como que no tuvieran experiencia en programas de entrenamiento con equilibrio y control motor, no tener alteraciones de los sistemas nerviosos centrales, periféricos, auditivos, visuales, vestibulares y ortopédicos. Además, con habilidad de atender sesiones grupales.

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

Instrumentos y materiales

Se recolectó la información con los siguientes documentos e insumos: carta de consentimiento informado, la cual fue firmada por el tutor del atleta, cuestionario de recolección de datos, bitácora de registro diario de sesiones y reporte de observaciones importantes, y la escala de equilibrio.

Con respecto a la escala de 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 (Aricci et al, 2009; Bernhatdt, Ellis, Denisenko & Hill; Cohen, Blatchly &

Gombash,1993; Cohen, 1993; De Kegel et al,2011; Geldhof et al., 2006; Suttanon, Hill, Dodd & Said; Rombaut y otros.,2011).

Asimismo, esta escala se utiliza, frecuentemente, para la evaluación geriátrica y en pacientes con trauma craneoencefálico, los cuales también suelen tener trastornos de equilibrio como los participantes de SD (Cohen, Blatchly, & Gombash, 1993). La prueba m- CTSIB ha sido validada en diferentes grupos de población con trastornos de equilibrio como por ejemplo: Alzheimer (Suttanon, Hill, Dodd, & Said, 2011), síndrome de Ehlers–Danlos (Rombaut et al., 2011), pacientes con enfermedad cerebrovascular (Bernhardt, Ellis, Denisenko, & Hill, 1988), adulto mayor (Aricci et al,2009; Bulat et al., 2007 y Cohen, 1993;) y niños (Geldhof et al., 2006; De Kegel et al., 2011). En esta prueba se utilizan las siguientes cuatro condiciones: ojos abiertos superficie estable, ojos abiertos superficie inestable, ojos cerrados superficie estable y ojos cerrados superficie inestable.

El procedimiento se realiza de la siguiente manera: se le pide a la persona participante que mantenga la posición durante 30 segundos. El sujeto permanece de pie con los brazos cruzados sobre el pecho, con las manos en los codos. Luego, se realizan tres intentos de 30 segundos (30 segundos/intento) en cada una de las cuatro condiciones. Después, se cronometra el tiempo en el cual el sujeto permanece en cada condición. Si el sujeto permanece 30 segundos en una posición, se pueden calificar el resto de los intentos de esa posición con 30 segundos y pasar a la siguiente condición. La máxima puntuación en cada condición son 90 segundos, y la máxima puntuación del test son 360 segundos (Shumway-cook & Woollacot, 1985), la cual se puede utilizar en esta población, ya que es una prueba sencilla, en la que interactúan los siguientes sistemas: somatosensorial, visual y vestibular, estos son esenciales para valorar el control postural (Peterka, 2002). Los resultados de m-CTSIB pueden ser interpretados como una organización sensorial normal o identificarse problemas sensoriales, un aspecto de interés en este estudio por ser información relacionada con el equilibrio.

Asimismo, se utilizó un equipo Wii con plataforma (WBB), este procesa información similar a las plataformas de laboratorio y registra los movimientos del centro de presión, todos estos datos pueden ser usados para el análisis del equilibrio postural estático. Las pruebas m-CTSIB con el uso del WBB tienen validez y confiabilidad para cuantificar los movimientos del centro de presión (COP) durante las mencionadas evaluaciones, las

cuales se utilizaron en este estudio (Clark, Bryant, Mc Crory, Bennell & Hunt, 2010 y Scaglioni & Aragón, 2014).

Además, se utilizaron nueve tablas estabilizadoras de entrenamiento y tres bolas marca “theraband” con tres niveles de dificultad, los cuales son un insumo de entrenamiento que posee tres densidades, desde la más firme que es la azul hasta un nivel de mayor dificultad que es de color negro. Las tablas estabilizadoras están diseñadas para mejorar el equilibrio y tienen una superficie estriada para aumentar la percepción del equilibrio, la superficie inferior está redondeada para lograr un equilibrio de 360 grados. No existe una estructuración de los ejercicios de entrenamiento neuromotor por lo que se diseñó uno propio. Incluso, se realizó la prueba de Roberg también llamada maniobra de Romberg (García y Álvarez, 2014). En este test se solicita a la persona que se ponga de pie con ambos pies muy cercanos y con los ojos abiertos, luego se le pide que los cierre. La presencia de una prueba de Romberg positiva es un indicio de una lesión en la vía propioceptiva.

Procedimiento

La primera etapa consistió en ubicar las personas participantes que cumplieron con los criterios de inclusión para el estudio. Después de localizarlas, se citaron a una reunión con sus respectivos tutores para explicarles la investigación. Posterior, se les solicitó la autorización y firma en el consentimiento informado.

El estudio inició con mediciones del equilibrio mediante la aplicación de un test de CTSIB (pretest), luego se inició la aplicación del tratamiento, que consistió en un entrenamiento neuromotor durante cuatro semanas, después se realizaron las mediciones (postest) y las personas participantes llevaron a cabo su rutina de natación con una carga constante durante el tratamiento.

El tratamiento fue de tres veces por semana durante cuatro semanas, esta dosificación es indicada como adecuada por DiStefano, Clark y Padua (2009). Las sesiones tuvieron una duración aproximada de 30 minutos, 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, Clark, & Padua, 2009). El entrenamiento neuromotor se realizó integrando los tres sistemas del

equilibrio: el visual, vestibular y propioceptivo. Además, este entrenamiento tuvo incremento sensoriomotriz progresivo (Freeman, Dean, & Hanham, 1965)

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

Con respecto a la valoración de equilibrio estático, el protocolo establecido indica que la persona participante debe mantenerse erguido sobre ambos pies desnudos, con talones separados, con brazos al costado y relajados. De tal manera que se evaluaron 90 segundos en total y se solicitó que fijaran su mirada al frente y enfocaran su vista en una señal en la pared. La persona participante debió mantenerse en posición bípeda, y solo recibía información ambiental. Posteriormente, durante 30 segundos se le solicitó que mantuviera la posición bípeda y que simultáneamente cerrara los ojos, después se repitió, pero en una superficie inestable.

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 los sujetos (Wallmann, 2002). Los datos fueron capturados por la tabla Wii y, posteriormente, se almacenaron en 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 tres sesiones semanales de 30 minutos en las que se combinaron trabajo en superficies inestables con trabajo propioceptivo, a través de métodos continuos y en circuitos. Los ejercicios se realizaron en cadenas cinéticas del tren inferior y se hicieron de manera progresiva, se empezó con una serie de tres repeticiones durante la primera semana con ocho ejercicios y se terminó con 12 ejercicios de alta complejidad, de 15 repeticiones para la última semana de intervención. Los ejercicios fueron ejecutados en diferentes grados de complejidad, en posición bipodal con ojos abiertos y cerrados, en superficies estables e inestables, de ejercicios de baja, mediana y alta complejidad.

Análisis estadístico

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

Capítulo IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de estadística descriptiva e inferencial.

Tabla 1.

Características generales de los participantes

Edad (años)*		25 - (20)
Sexo**	Masculino	6
	Femenino	7
Años de nadar*(años)		9 - (10,75)
Patología** (cantidad de personas)	SD	6
	DI	7

* Valores dados en medias y rangos intercuartiles

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.

Resultados del Análisis de Varianza para la variable OAE (ojos abiertos estable)

Fuente de Varianza		
	F	Significancia
Condición	0,792	0,393
Mediciones	0,197	0,666

Fuente: elaboración propia

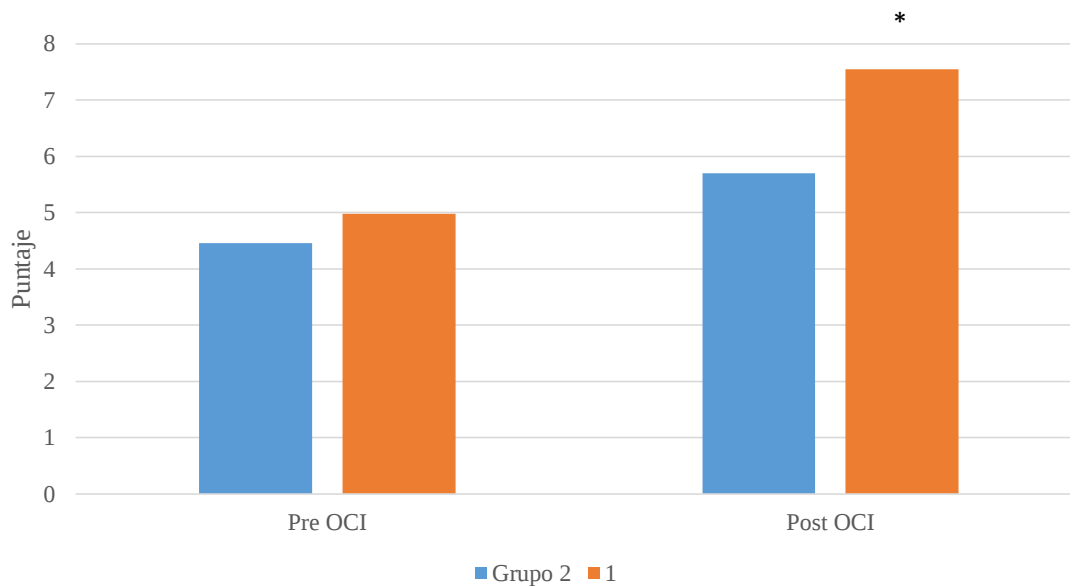
De acuerdo con la tabla anterior, se puede deducir que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable mediciones ($F = 0,792$; $p = 0,393$), ni por grupos ($F = 0,197$; $p = 0,666$). En otras palabras, después del tratamiento implementado no hubo cambios significativos en ninguna el equilibrio OAE, ni por grupos ni por mediciones

Tabla 3.

Estadística descriptiva para la variable OCI (ojos cerrados inestable).

	Condicio n	Promedi o	Desviación Estándar	n
Pre_OCI	1	4,98000	,737817	6
	2	4,45614	1,395043	7
	Total	4,69792	1,128618	13
Post_OCI	1	7,54900	3,101803	6
	2	5,70243	3,764670	7
	Total	6,55469	3,466010	13

Fuente: elaboración propia



* $p < 0,05$

Figura 1. Promedios de los puntajes del pretest y postest del grupo 1 y 2 de la variable OCI (ojos cerrados inestable)

Tabla 4.

Resultados del Análisis de Varianza para la variable OCI (ojos cerrados inestable)

Fuente de Varianza	F	Significancia
Grupos	6,066	,032*
Mediciones	,952	,350

$p < 0,05$

Fuente: elaboración propia

En la figura 1 y la tabla 4, se puede deducir que sí hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable mediciones y (F = 0,952; p = 0,350) por grupos (F = 6,066; p = 0,032). Después del entrenamiento neuromotor implementado hubo cambios significativos en la variable equilibrio OCI por condición.

Tabla 5.

Resultados del Análisis de Varianza para la variable OAI (ojos abiertos inestable)

Fuente de Varianza	F	Significancia
Grupos	2,484	,143
Mediciones	,852	,376

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla 5, se puede deducir que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la variable 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 OAI ni por grupos ni por mediciones.

Tabla 6.

Resultados del Análisis de Varianza para la variable OCE (ojos cerrados estable)

Fuente de Varianza	F	Significancia
Condiciones	,801	,390
Mediciones	0,716	0,415

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior, 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 significativos en el equilibrio OCE ni por grupos ni por mediciones.

Capítulo V. DISCUSIÓN

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

En la revisión de la literatura previamente expuesta, describe que existen programas de entrenamiento que tienen beneficios el equilibrio en las personas con discapacidad intelectual, (Araujo et al, 2018; Fotiadou et al., 2017; Giagazoglou et al., 2013; Howe et al., 2007 y Patterson et al., 2018). Nuestro estudio también encontró que un entrenamiento neuromotor mejora el equilibrio en personas con discapacidad intelectual.

Un aspecto muy importante es que los estudios de entrenamiento de equilibrio nombrados anteriormente se realizaron en personas con discapacidad intelectual con desacondicionamiento físico, por lo que previo a la intervención no tenían ninguna adaptación neuromuscular, esto podría ser una ventaja para la mejora del equilibrio. En nuestro estudio se trataba de atletas nadadores y según el autor Aemkova, (2014) los atletas tienen mejor estabilidad que las personas desentrenadas y esto puede atribuirse principalmente a la adaptacion deportiva.

El equilibrio da al ser humano, características básicas y funcionales como lo es la bipedestación y la deambulación, estas se encuentran en una relación armoniosa debido a la estabilidad postural que se adquiere mediante una adaptación adecuada entre los músculos tónicos y fásicos del cuerpo humano en una posición de equilibrio estable (De Moya, Bermeu & Vivas, 2005). Al mejorar esta estabilidad postural en las personas con necesidades especiales, se genera un conocimiento más cercano acerca de la influencia de varios subsistemas sensoriales para el equilibrio estático en población con discapacidad intelectual (Blomqvist, 2011).

Los aspectos del neurodesarrollo y problemas de equilibrio de la población con SD han sido analizados en varios estudios (Villarroya, Gonzalez, & García, 2012; Cabezas, García, & Centeno, 2010). En los individuos con déficit intelectual existe una tendencia a presentar valores inferiores en los componentes de aptitud física (coordinación, manipulación, locomoción) cuando se comparan con individuos sin discapacidad (Maia,

2002). En nuestra intervención a pesar de conocer esa referencia, no se realizaron adaptaciones o modificaciones de los ejercicios neuromotores ya que son individuos con independencia funcional y activos físicamente. Esto genera un conocimiento importante en cuanto a que en relación a los entrenamientos neuromotores, estos no necesitan de adaptación y modificaciones para personas con discapacidad. Esta investigación determinó que puede existir mejoría del equilibrio a pesar de esas condiciones descritas. Lamentablemente, no se encontraron estudios de valoración de equilibrio estático en población con discapacidad entrenada, por lo que no se permitió realizar una comparación de datos, tampoco se encontraron estudios con una estructura parecida a la de esta investigación.

El instrumento de valoración que se utilizó fue el Test m-CTSIB, para evaluar el equilibrio, este ha sido utilizado en otras poblaciones con déficit de equilibrio (Cohen, Blatchly, & Gombash, 1993). Esta valoración, anteriormente, se había utilizado para evaluar el equilibrio estático en poblaciones con SD y DI, los investigadores Villarroya, González, Moros, Marín, & Moreno (2012) compararon el equilibrio estático y concluyeron que un programa de rehabilitación adecuado en aferencias sensoriales podría ser una medida útil para mejorar el equilibrio, lo cual también comprobado con el presente estudio.

En relación con las medidas para evaluar la influencia postural, estas se encuentran relacionadas con la manifestación del centro de presión (COP), la cual fue valorada en el WBB (Scaglioni & Aragon, 2014). Según esta valoración 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), los 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 frecuentemente descritas 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) y determinar cuál es 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 directamente a las caídas

Por consiguiente, los resultados indican que, previo al entrenamiento, las aferencias sensoriales de los sujetos con SD y DI no se encontraban afectadas. El instrumento m-CTSIB permitió conocer el estado de las aferencias sensoriales relacionadas con el equilibrio: somatosensorial (propioceptivo, cutáneo y articular), visual y vestibular, así como evaluar la interacción entre ellas, y comprobó que fueron modificadas como consecuencia de la intervención realizada (Aricci et al., 2009; Bernhatdt, Ellis, Denisenko & Hill; Bulat et al., 2007; Cohen, Blatchly & Gombash, 1993; Cohen, 1993; De Kegel et al., 2011; Geldhof et al., 2006; Suttanon, Hill, Dodd & Said; Rombaut y otros). Ya que la comparación intergrupar 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. Los resultados de esas pruebas se presentan en la tabla 3.

El análisis de los datos de la primera valoración, mostró que antes de comenzar el programa neuromotor los sujetos 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 RM, ya que, según la literatura, tienden a presentar trastornos de equilibrio y postura (Vuijk, Hartman, Scherder, & Visscher, 2010). Estos hallazgos pueden contribuir a una mejor comprensión del equilibrio en el deporte y puede servir de base para diseño de programas de entrenamiento de equilibrio específicos a las personas ya entrenadas.

Capítulo VI. CONCLUSIONES

Existen diferentes métodos que mejoran el equilibrio estático, en este caso con la aplicación de un entrenamiento neuromotor hubo diferencias significativas en el equilibrio estático entre personas con DI en la categoría de superficie inestable ojos cerrados. Aunque en las otras categorías no hubo mejoría, es importante señalar que en esta investigación los individuos son personas nadadoras activos, de este modo podría concluirse que el entrenamiento de natación podría surgir como aporte al equilibrio estático 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 realizados 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. Esta investigación sí lo estructuró, pero no hay datos de otros estudios para comparar. Sin embargo, 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. Por lo que esta formulación del programa estructurado puede utilizarse en otros estudios futuros.

La capacidad de controlar el equilibrio es un prerrequisito importante para las actividades funcionales y la falla en este control puede limitarlas seriamente. Por lo tanto, es necesario mejorar el equilibrio en las personas con SD y DI ya que muchos de ellos tienen características físicas especiales que afectan el desempeño motor. Su condición, generalmente, lleva a estas personas a una inactividad, lo que contribuye a más aspectos físicos negativos. Los programas deportivos involucran al sistema motor, el cual es responsable de ejecutar respuestas musculoesqueléticas coordinadas.

Capítulo VII. RECOMENDACIONES

Los avances en el campo de la discapacidad intelectual suceden con mucha rapidez, lo que obliga a replantearse la concepción de la misma para generar conocimientos nuevos y actualizados que permitan mejorar la vida de las personas con esas características

Después de la finalización de este estudio, se presentan algunas sugerencias para futuros estudios en el ámbito de equilibrio y entrenamiento neuromotor en población con SD y DI: primero, se debe alargar la dimensión de la muestra, segundo, ampliar el entrenamiento neuromotor, tercero, efectuar este estudio en poblaciones con edades similares.

Asimismo, es fundamental contar con estilos de vida que fomenten las actividades físicas, muchas personas con discapacidad intelectual no lo realizan por falta de oportunidades o barreras de acceso. Si estas personas tienen un estilo de vida sedentario tienen posibilidad de magnificar las características motoras inherente en el SD y DI. Por lo que para evitar ese efecto negativo se sugiere más programas que impulsen el ejercicio físico. Para fomentar la inclusión estos programas deberían realizarse en forma conjunta con personas sin discapacidad.

Los programas que existen en la UNA, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, mejoran la condición física que es base de salud y bienestar. Estos programas deben considerarse modelo de atención para toda la población con discapacidad y ser accesibles. Se confirma con certeza que esta población encara grandes barreras para su desenvolvimiento en el área deportiva, y este tipo de programas ayudan, en gran medida, a eliminar esas barreras. Se recomienda que las personas con discapacidad participen en un mismo entorno con personas sin discapacidad, y así contribuir en el proceso de integración.

Muchas veces, los programas específicos para mejorar el equilibrio en poblaciones especiales suelen ser costosos y necesitan insumos especiales para la ejecución, por lo que se recomiendan programas integrales como el que desarrolla la Universidad Nacional. Ya que existen muchos beneficios para las personas con SD y DI, cuando practican actividad

física regularmente, al igual que en la población general, este beneficio se presenta como un retraso en la aparición de enfermedades degenerativas, un aumento de la fuerza muscular lo cual refuerza las articulaciones la postura del individuo y así también, se podría evitar la hipermovilidad articular y frenarse la hipotonía muscular propia del SD.

Además, se considera de interés aumentar el conocimiento del control postural en un grupo con SD y DI que analice el desplazamiento de COP en diferentes condiciones relacionadas al equilibrio para así visualizar y comparar. Además, es importante saber cómo estas condiciones afectan a SD y DI, con el fin de tener un conocimiento más profundo del proceso organizativo sensorial, y comparar los impactos en el equilibrio estático.

Una última recomendación es realizar este estudio en población con DI que practique un deporte diferente a la natación y valorar si es el entrenamiento de natación el que potencializa los beneficios de los programas de equilibrio.

Hasta ahora, hay pocos estudios de investigación sobre el equilibrio estático para personas con discapacidad intelectual. Durante este estudio, fueron encontradas muchas dificultades, especialmente con respecto a interés y atención de los sujetos para un buen desempeño de los ejercicios. La apropiada aplicación del programa de ejercicio fue simple, pero requirió un cierto nivel de habilidad intelectual; por lo tanto, es muy difícil proporcionar intervenciones de ejercicios a personas con discapacidad intelectual, en donde se debe tener en cuenta que la cantidad de personas con la discapacidad intelectual que practican un deporte es pequeña, por lo tanto, se necesitan más estudios detallados para explorar aspectos como el equilibrio estático.

Futuros trabajos deben de estar dirigido a explorar práctica de entrenamiento de equilibrio en personas con discapacidad intelectual entrenados. Además, alternativas para evaluación de la estabilidad postural del ejercicio bajo condiciones dinámicas y la capacidad de las personas para controlar la posición del cuerpo después del ejercicio ya que en nuestro caso, la intervención se realizó previo a los entrenamientos habituales de natación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, G., Narconi, N., Tortoza, C., Ferreira, S., Gotlieb, G., & Corcos, D. (2000). Sensorimotor Deficit in Down Syndrome. Implications for facilitating motor performance. *Human Kinetics*, 603-640.
- Alves, S. A., Troca, M. J., & Montesinos, M. L. (2011). NMDA-mediated regulation of DSCAM dendritic local translation is lost in a mouse model of Down's syndrome. *The Journal Neuroscience*, 30(40), 7713-7744.
- Anacker, S., & Di Fabio, R. (1992). Influence of sensory inputs on standing balance in community-dwelling elders with a recent history of falling. *Physical Therapy*, 575-581.
- Andriolo, Dib, E., Ramos, Atallah, & Silva, D. (2005). Aerobic exercise training programmes for improving physical and psychosocial health in adults with Down syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*.
- Araujo, D., Martins, Freitas, Camargos, Mota, & Safons. (2018). An Exploration of Equine-Assisted Therapy to Improve Balance, Functional Capacity, and Cognition in Older Adults With Alzheimer Disease. *J Geriatr Phys Ther*.
- Aricci, Faria, Alves, Coimbra, & Coimmbra. (2009). Sensory interection on stactic balance: a comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatry Gerontol Int*, 165-171.
- Barrett.K, Barman.S.M, Boitano.D, & Brooks, H. (2010). *Ganong Fisiologia Médica*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Bernhardt, J., Ellis, P., Denisenko, S., & Hill, K. (1988). Changes in balance and locomotion measures during rehabilitation following stroke. *Physiotherapy Res*, 109-122.
- Bhagwan, s. G. (2011). Effect of strenght and balance training in children with Dowwn yndrome. *Clinical Rehabilitation*, 425-432.
- Block, M. (1991). Motor development in children with Down Syndrome: a review of the literature. *Adapted hysical Activity Quarterly*, 179-209.
- Blomqvist. (2011). Test-retest reliability, smallest real difference and concurrentvalidity of six different balance test on young people with to moderate. *Chasteredd society of Physiotherapy*, 313-319.
- Blomqvist, S., Olsson, J., Wallin, L., Wester, A., & Rehn, B. (2013). Adolescents with intellectual disability have reduced postural balance and muscle performance in trunk and lower limbs compared to peers without intellecctual disability. *Research In Developmental Disabilities*, 198-206.
- Bodde, A. E., & Seo, D. (2009). A review of social and environmental barriers to physical actuvity for adults with intellectual disabilities. *Disability Health Journal*, 2(2), 57-66.

- Bulat, Hart-Hughes, Ahmed., Quigley., Palacios, Werner, & Foulis. (2007). Effect of a group based exercise program on balance in elderly. *Clinics Interv Aging*, 655-660.
- cabezas, R., Garcia, X., & Centeno, R. (2010). Time and frequency analysis of static balance in young adults with Down syndrome. *Gait & Posture*.
- Carvalho, R., & Almeida, G. (2009). assesment of postural adjustments in person with intelectual disability during balance on the seesaw. *Journal of Intelectual Diability Research*, 389-395.
- Chaiwanichsiri, D., Sanguanrungsirikul, S., & Suwannakul, W. (2000). Poor physical fitnss of adolescents with mental retardation at Rajanukul School. *J Med Assoc Thai*, 1387-1392.
- chapman, R., & Hesketh, L. (2000). Behavior phenotpe of individuals with Down Syndrome. *Disabilities research reviews*, 84-95.
- Clark, R., Bryant, L., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of nintendo Wii balance board for assessment of standing balance. *Gait Posture*, 307-310.
- Cohen, H., Blatchly, C., & Gombash, L. (1993). A study of thr clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*, 73(6), 346-354.
- Conapdis. (2017). *Derechos de as personas con discapacidad en la legislacion costarricense*. San Jose: Consejo Nacional de Personas con Discapacidad.
- 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, 1045-1057.
- De Meur, A., & Staes.L. (1991). *Psicomotricidade: Educacao e reeducacao*. Sao Pablo: Editora Manole.
- De Moya, J., Bermeu.Y, B., & Vivas.B. (2005). Evaluacion y rehabilitacion del equilibrio mediante postulografia. *Instituto de biomecanica de valencia*.
- DiStefano, L., Clark, M., & Padua, D. (2009). Evidence supporting balance in healthy indiduals: a systematic review. *J Strength Cond Res*.
- For Vanmeerhaeghe, A. (2008). Efectos de un entrenamiento propioceptvo sobre la extremidad inferir en deportista jugadoras de Volleibol. *Apunts Med Esport*, 5-13.
- Fotiadou, E., Neofotistou, K., Giagazoglou, P., & Tsimaras, V. (2017). The Effect of a Psychomotor Education Program on the Static Balance of Children With Intellectual Disability. *J Strength Cond Res*, 1702-1708.
- Fradoca, S. (1999). *A condicao cardio-respiratoria do joven adulto deficiente mental com e sem Sindrome de Down praticante de remo*. Porto: faculdate de Ciencias do Deporte e de Educacao da Universidad do Porto.
- Freeman, M., Dean, M., & Hanham, L. (1965). The etiology and prevention of funtional inestabiity of the foot. *Journa of bone and joint surgery*, 669-677.

- Gabel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2017). Effects and Dose-Response Relationship of Balance Training on Balance Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport medicine journal*.
- Gagey, P.-m., & Webwe, B. (2001). *Posturologia: Regulacion y alteraciones de la bipedestacion*. España: Editorial Masson.
- Galli, Rigoldi, Mainardi, Tenore, Onorati, & Alberini. (2008). Postural control in patients with Down syndrome. *Disabil Rehabil*, 1274-1278.
- Garber, Blissmer, & Deschenes. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 1334-1359.
- Garcia, C., & Alvarez, S. G. (2014). La prueba de Romber y Moritz Heinrich Romber. *Rev Mex Neuroc*, 31-35.
- Geldhof, Cardon, Bourdeaudhuij, Danneels, Coorevits, Vanderstraeten, & Clerq, D. (2006). Static and dynamic balance: test-retest reliability and reference values in 9-10 years old children. *Erupean Journal Pediatric*, 779-786.
- Giagazoglou, P., Arabatzi, F., Dipla, K., Liga, M., & Kellis, E. (2012). Effect of a hippotherapy hippotherapy intervention program on static balance and strength in adolescents with intellectual disabilities. *Research Development Disability*, 2265-2270.
- 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, 2701-2707.
- Grandisson, M., Tetreault, S., & Freeman, A. R. (2012). Enabling integration in sports for adolescents with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 25(3), 217-230.
- Guerra, M. (abril de 2007). *Síndrome de Down y respuesta al ejercicio*. Obtenido de www.dtx.cesca.es.
- Guidetti, L., Fraciosi, E., Gallotta, M. C., Emerenziani, G. O., & Balldari, C. (2010). 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, 1070-1075.
- Hayakawa, K., & Kobayashi, K. (2011). Physical and motor skill training for children with intellectual disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 573-580.
- Henderson, S. (1986). Some aspects of the motor development of motor control in Downs Syndrome. *Themes in motor development*, 69-92.
- Hernández, O. C. (2013). Caracterización del Síndrome de Down en la población pediátrica. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 17(4).
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Howe, T., Rochester, L., Jackson, A., Banks, & Balir. (Octubre de 2007). *Exercise for improving balance in older people*. Obtenido de Cochrane Database Syst.

- Hrysomallis, C. (2011). Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221-232.
- Huotari, P., Nupponen, H., Mikkelsen, L., Laakso, L., & Kujala, U. (2011). Adolescent physical fitness and activity as predictor of adulthood activity. *Journal Sport Sciences*, 1135-1141.
- INEC. (2011). <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011>. Obtenido de Censo nacional de la población.
- Jeng, S. C., Yeh, K. K., & Liu, W. Y. (2013). A physical fitness follow-up in children with cerebral palsy receiving 12 week individualized exercise training. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 4017-4024.
- kegel, D., Dhooge, Cambier, Baetens, Palmans, & Vaenvelde, V. (2011). Test–retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children. *Gait Posture*, 679-685.
- Khalili, M. A., & Elkins, M. R. (2008). Aerobic exercise improves lung function in children with intellectual disability: A randomised trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 171-175.
- Korbel, J. O., Tirosh, W. T., Eckerhart, U. A., Chen, X. N., Kasowaki, M., & Dai, L. (2011). The genetic architecture of Down syndrome phenotypes revealed by high-resolution analysis of human segmental trisomies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(29).
- La forme Fiss, A. (2009). Effect of sensoriomotor groups on gross motor acquisition for young children with Down syndrome. *Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 158-166.
- Lacour, M. (2013). Fisiologia de equilibrio de los modelos geneticos a los enfoques cognitivistas. *Podologia*, 18/25.
- Lahtinen, U., Rintala, P., & Marlin, A. (2007). Physical performance of individual with intellectual disability: a 30 year follow up. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 2.
- Lephart, S. (1997). The role of proprioception in the managements and rehabilitation of atheletic injuries. *Am J port Med*, 25, 130-137.
- Lotan, Isakov, Kessel, & Merrick. (2004). Physical fitness and functional ability of children with inrellectual disability: effects of a short-term daily treadmill intervention. *Scientific World Journal*, 449-457.
- Luttegens, K. (1985). *kinesiologia:Bases cientificas del movimiento h=umano*. New York: Volege Publishing.
- Maia.L. (2002). *Estudos dos niveis de aptidao fisica em individuos deficientes mentais com e sem syndrome de Down*. Porto: Faculdade de Ciencia do Deporto e de Educacao Fisica da Universidade do Porto.
- Marloes, O.-G., Heidi, H., & Brigitte, C. (2014). A systematic review on the effecto fexercise interventions on challenging behavior for people with intelectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 1507-1517.
- Moreira, M., El Hanib, C., & Gusmao, F. F. (2002). Aspectos Geneticos e sociais da sexualidade en pessoas con Sindrome de Down. *Revista Brasileira psiquiatria*, 94-99.

- Murphy, N. A., & Carbone, P. S. (2008). Promoting the participation of children with disabilities in sports, recreation, and physical activities. *Pediatrics*, 121, 1057-1061.
- OMS. (2001). clasificacion Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud. CIF. En Santander (Ed.), *CIF* (pág. 19). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales. Secretaria general de asuntos sociales. Instituto de Migraciones y servicios sociales.
- Oviedo, G. R., Guerra-Balic, M., Baynard, T., & Javierre, J. (2014). Effects of aerobic, resistance and balance training in adults with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2624-2634
- Paeth, B. (2000). *Experiencia con el concepto Bobath: fundamentos, tratamientos y casos*. Barcelona: Editorial Medica Panamericana.
- Page, P. (2006). Sensoriomotor training: a global approach for balance training. (Elsevier, Ed.) *Journal of bodywork and movement herapies*, 77-84.
- Patterson, K., Wong, J., Nquyen, & Brooks. (2018). A dance program to improve gait and balance in individuals with chronic stroke: a feasibility study. *Top Stroke Rehabil.*
- Peterka, R. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol. Journal Neurophysiology*, 1097-1108.
- Porter, S. (2009). *Tidy Fisioterapia*. Barcelona, España: Churchil Livingstone.
- Pratt, H., & Greydanus, D. (2007). Intellectuel disability in children and adolescents. *Prim Care*, 375-386.
- Saenz, D., & Reina, R. (2014). *Actividades fisicas y deportes adaptados para personas con discapacidad*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Scaglioni, P., & Aragon, L. (2014). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board to assess standing balance and sensory integration in highly funtional older adults. *International Journal of Rehabilitation Research* , 138-143.
- Serra, M., & Sande, M. (2005). *Fisioterapia en neurologia, sistema respiratorio y aparato cardiovascular*. Barcelona: Masson.
- Shalock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V., Buntix, W. H., Coulter, M. D., Craig, E. M., . . . Yeager, M. H. (2010). *Intellectual disability. Definition, Classification, and Systems of Supports*. Washington D.C: American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.
- Shin, I., & Park, E. Y. (2012). Meta-analysis of the effect of exercise programs for individuals with intellectual. *Research in Develepmental Disabilities*, 6, 1937-1947.
- Shumway-cook, A., & woollacot, M. (1985). Dynamics of postural control in the child with Down Syndrome. *Physical Therapy*, 1315-1322.
- Silver, J. R. (2013). The making of Ludwinh Guttmann. *Journal of Medica Biography*, 229-238.
- Smith, B. (2008). Early onset of stabilizig strategies for gait and obstacles. *Gait & Psture*, 448-445.
- Snell.R. (2009). *Neuroanatomia Clinica* (6 Rd ed.). Argnetina: Editorial anamericana S.A.

- Strokes, M. (2006). *Fisiología en la rehabilitación neurológica*. Madrid: Elsevier.
- Suttanon, P., Hill, Dodd, K., & Said, C. (2011). International Psychogeriatry. *Retest reliability of balance and mobility measurements in people with mild to moderate alzheimer's disease*, 1152-1159.
- Temple, V. A., & Barriers. (2007). Enjoyment and preference for physical activity among adults with intellectual disability. *International Journal of Rehabilitation Research*, 281-287.
- Temple, V. A., Frey, G. C., & Stanish, H. I. (2006). Physical activity of adults with mental retardation. Review and research needs. *American Journal Health Promotion*, 21-26.
- Temple, V. A., Frey, G. C., & Stanish, H. I. (2017). Interventions to promote physical activity for adults with intellectual disabilities. *Salud Publica de Mexico*, 59(4), 446-453.
- Torne, E., & Garcia, V. (2001). *Metodologia de la investigacion*. Obtenido de www.enferpro.com/investigcursred.htm.
- Torralba, M. A., Braz, M., & Rubio, M. J. (2014). La motivación en el deporte adaptado. *International Journal of Sports Psychology*, 6, 27-40.
- Tudella. (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*, 1514-1520.
- Verdugo, M. A., & Schalock, R. L. (2010). Ultimos Avances en el enfoque y concepcion de las personas con discapacidad intelctual. *Revista Española sobre discapacidad Intelectual*, 41, 7-21.
- Verhagen, E. (2004). The effect os a propioceptive balance board training programan for the prevention of ankle sprains. *American Orthopedic socety for sport medicine*, 1385-1392.
- Villarroya, A., Gonzalez, A., & Garcia, M. (2012). Staticstanding balance in asolescents with Down Sindrome. *Reasearch in Developmental Disabilities*.
- Villarroya, M., Gonzalez, A., Moros, T., Marin, M., & Moreno, L. (2012). Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 1394-1300.
- Vliet, v. d., Rintala, O., & Frojd, K. (2006). Physical Fitness profile of elite athletes with intellectual disability. *Scand J Med Sci Sports*, 417-425.
- Vuijk, P., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motro performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual funtioning. *Journal Intellectual Disabilities Research*, 955-965.
- Vuillerme, N., Marin, L., & Debu, B. (2001). Assessment of static postural control in teenegers with Down Syndrome. *Adapted physical Activity Quarterly*, 417-433.
- Wallmann, H. (2002). Balance. *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*.
- Warburton, D. E., Nicol, C., & Bredin, S. S. (2010). Health benefits of physical activity: the evidence. . *Canadian Medical Association Journal*, 801-809.

- Webber, A., Virji-Babul, N., Edwards, R., & Lesperace, M. (2004). Stiffness and Postural stability in adults with Down Syndrome. *Experimental Brain Research*, 450-454.
- weeks, D., Chua, R., & Elliott, D. (2000). *Perceptual-, motor behavior in Down Syndrome*. Illinois: Human Kinetics Ed.
- Whitney, S., Poole, J., & Cass, S. (s.f.). A review of balance instruments for older adults.
- WHO. (2009). Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva.
- WHO. (2010). *Global recommendation on physical activity for health*. Geneva.
- Williams, L., & Wilkins. (2011). American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 1334-1359.
- Zemkova, E. (2014). Sport-Specific Balance. *Sport Medicine*, 44, 579-590 .

ANEXOS

Anexo 1

Hoja de consentimiento informado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROGRAMA ENTRENAMIENTO SENSORIOMOTOR
SOBRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO EN NADADORES CON SÍNDROME DE DOWN Y
RETARDO MENTAL.

Las personas con síndrome de Down suelen tener algunas características como la hiperlaxitud. El ejercicio que actualmente realizan en natación ayuda a mantener una buena condición física y tono muscular, pero existe un tratamiento sensorio motor que puede ser coadyuvante al ejercicio que ya realizan. El averiguar si el nuevo tratamiento puede mejorar su equilibrio, es la razón por la que hacemos este estudio.

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Tanto si elige participar o no, continuarán todos los servicios que reciba en este centro deportivo y nada cambiará. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aun cuando haya aceptado antes.

Riesgos del programa de propiocepción: Pueden presentarse durante el ejercicio, leve pérdida de estabilidad o puede sentirse un poco cansado o cansada. No conocemos de otros riesgos o problemas.

Beneficios El entrenamiento sensorio motor, es un conjunto de ejercicios utilizados para ayudar a mejorar el equilibrio, control motor y estabilidad por ello a mejorar las capacidades funcionales, mejora el desarrollo de su fuerza muscular, flexibilidad, resistencia y prevenir lesiones.

Procedimiento: Esta investigación incluirá 3 valoraciones de su equilibrio y una serie de ejercicios que realizará antes o después de su entrenamiento. Estamos invitando a todos los nadadores con Síndrome de Down que entrenan en UNA. Realizaremos valoraciones y una serie de ejercicios semanales (ejercicios pasivos y activos y funcionales para mejorar el equilibrio y control motor). Necesitamos comparar los ejercicios porque no sabemos si los nuevos ejercicios funcionan en personas entrenadas. Para hacer esto, pondremos a los participantes en dos grupos. Los grupos son seleccionados por azar (al igual como lanzar una

moneda al aire). A los participantes de un grupo se les aplicaran los ejercicios mientras que a los participantes del otro grupo continuaran con el entrenamiento habitual. Los entrenadores de la salud les estarán observando cuidadosamente y también a los otros participantes durante el estudio. Si llega a preocuparnos algún ejercicio haremos cambios. Si existe algo que le preocupe o que le moleste sobre la investigación, por favor hable conmigo o con alguno de los otros investigadores.

Duración La investigación durará 8 semanas o 2 meses en total. Durante ese tiempo, será necesario que continúe sus entrenamientos habituales en la piscina.

Incentivos No se le dará ningún dinero o regalos por tomar parte en esta investigación.

Confidencialidad: El equipo de investigación mantendrá la confidencialidad de la información. Es posible que, si otros miembros de este centro deportivo saben que usted participa, puede que le hagan preguntas. Nosotros no compartiremos la identidad de aquellos que participen en la investigación. La información que recojamos por este proyecto de investigación se mantendrá confidencial. La información acerca de usted que se recogerá durante la investigación será puesta fuera de alcance y nadie sino los investigadores tendrán acceso a verla. El conocimiento que obtengamos por realizar esta investigación se compartirá con usted antes de que se haga disponible al público. Después de estos encuentros, se publicarán los resultados para que otras personas interesadas puedan aprender de nuestra investigación.

Derecho a negarse o retirarse Esto es una reconfirmación de que la participación es voluntaria e incluye el derecho a retirarse. Usted no tiene por qué participar en esta investigación si no desea hacerlo y el negarse a participar no le afectara en ninguna forma a que sea tratado en esta clínica. Usted todavía tendrá todos los beneficios que de otra forma tendría en esta clínica. Puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que desee sin perder sus derechos como paciente aquí. Su entrenamiento deportivo no será afectado en ninguna forma.

Usted no tiene por qué tomar parte en esta investigación si no desea hacerlo. Puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que quiera. Es su elección y todos sus derechos serán respetados. Si tiene cualquier pregunta puede hacerlas ahora o más tarde, incluso después de haberse iniciado el estudio. Si desea hacer preguntas más tarde, puede contactar cualquiera de las siguientes personas.

Firma del Participante _____

Fecha _____

Nombre del testigo _____

Firma del testigo _____

Fecha _____

He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento.
He tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que he dado mi consentimiento libremente.

Nombre del Investigador _____

Firma del Investigador _____

Fecha _____

Anexo 2

Formulario de valoración del m-ctsib

DESCRIPCIÓN: Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (M-CTSIB) (O Test de de evaluación de la interacción sensorial en el equilibrio modificado) El Clinical Test of Sensory interaction on balance fue creado por ShumwayCook A. y Horak F. B. (1986), para evaluar los sistemas sensoriales relacionados con el equilibrio: somatosensorial (propioceptivo, cutáneo y articular), visual, vestibular así como la interacción entre dichos sistemas.

En individuos sanos, el principal sistema sensorial en el control del equilibrio, es la información somatosensorial procedente del pie en contacto con la superficie. En caso de conflicto entre la información procedente de los sentidos (por ejemplo cuando se va montado en un autobús en el que la vista informa de movimiento relativo de los objetos respecto del cuerpo, pero los sistemas somatosensorial y vestibular informan de lo contrario), el sistema nervioso central utiliza la información sensorial del sistema vestibular, para resolver dicho conflicto. La inestabilidad de los pacientes con problemas neurológicos, puede ser causada por una inapropiada interacción entre las tres informaciones sensitivas (sensory inputs) que proporcionan la información al sistema de control postural. El método Shumway-Cook A. y Horak F. B. (1986) consiste en pedirle al paciente que permanezca de pie en seis condiciones de interacción entre los sentidos, en las que se elimina la información procedente de alguno de los sentidos (ojos tapados-cerrados) o se proporciona información imprecisa (máscara que distorsiona la visión, superficie blanda).

MATERIAL NECESARIO: Cronómetro, superficie de gomaespuma, máscara, venda para tapar los ojos.

PROCEDIMIENTO: Se utiliza la posición de la primera condición (tipo de superficie normal (dura) y ojos abiertos), como línea base y el terapeuta observa los cambios en la dirección de los movimientos de balanceo en las siguientes 6 condiciones.

Se le pide al sujeto que mantenga la posición 30 segundos. El sujeto permanece de pie con los brazos cruzados sobre el pecho, con las manos en los codos. Se realizan tres intentos de 30 segundos (30 segundos/intento) en cada una de las seis condiciones. Se cronometra el tiempo que el sujeto permanece en cada condición. Si el sujeto permanece 30 segundos en una posición,

se pueden calificar el resto de intentos de esa posición con 30 segundos y pasar a la siguiente condición. La máxima puntuación en cada condición son 90 segundos. Y la máxima puntuación del test son 540 segundos (90 segundos*6 condiciones).

Se dará por terminado el intento si ocurre alguna de las siguientes circunstancias (Anacker & Di Fabio, 1992):

1. Si el sujeto mueve los brazos del pecho o mueve las manos de los codos.
2. Si flexiona una o ambas rodillas.
3. Levanta el talón o la punta del pie del suelo.
4. Da un paso para compensar la inestabilidad.

El balanceo a través de los tobillos mientras se mantiene la posición no es considerado como una condición para terminar el intento.

INTERPRETACIÓN: El análisis de los patrones de inestabilidad en cada una de las condiciones proporciona información sobre qué información de qué sentido depende el sujeto para mantener el equilibrio. Un marcado incremento del balanceo en las condiciones 3-6, en las que hay un conflicto sensorial, podría indicar un problema en la interacción sensorial. Las propias autoras del CTSIB advierten de que los terapeutas deben ser cuidadosos en la interpretación de la ejecución de este test, ya que muchos problemas sensoriales, motores y ortopédicos subyacentes pueden contribuir a la inestabilidad. La fiabilidad Test-retest para el CTSIB total es de $r=0,99$. El porcentaje de acuerdo entre observadores es del 68%-100% (Whitney, Poole, & Cass, 1998). En el estudio de la validez, (Anacker & Di Fabio, 1992) encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Las ventajas del CTSIB es que es fácil y rápido de administrar (5-7) minutos. Sin embargo, entre sus desventajas se encuentra que evalúa sólo el aspecto sensorial del equilibrio estático, y no la habilidad para resistir disequilibrios externos (Whitney, Poole, & Cass, 1998) (Shumway-cook & woollacot, 1985). No obstante la correlación existente entre el CTSIB y el Get Up and Go sugiere que puede haber una transferencial de la estabilidad en bipedestación estática en la varianza de las actividades que requieren equilibrio dinámico) (Anacker & Di Fabio, 1992).

En la presente tesis vamos a utilizar una versión modificada del Clinical Test of Sensory interaction on Balance, descrito por (Shumway-cook & woollacot, 1985): M-CTSIB. En la versión modificada de la prueba se pide a los participantes que permanezcan de pie

(bipedestación) 30 segundos con los pies separados a la anchura de los hombros y con los brazos cruzados sobre el pecho en cuatro condiciones sensoriales distintas: a) Con los ojos abiertos sobre una superficie estable (OASE). b) Con los ojos cerrados sobre una superficie estable (OCSE). c) Con los ojos abiertos sobre una superficie blanda (OASB). d) Con los ojos cerrados sobre una superficie blanda (OCSB). Correspondientes a las condiciones 1, 2, 4 y 5 de la prueba original. Proceso de la prueba: el procedimiento utilizado es el descrito por (Anacker & Di Fabio, 1992) .

Se pide al participante que permanezca de pie 30 segundos en las cuatro condiciones sensoriales distintas. Se interrumpe la prueba si además de darse alguna de las anteriores condiciones descritas por (Anacker & Di Fabio, 1992), la persona: pide ayuda manual porque pierde el equilibrio o abre los ojos prematuramente antes de completar el intento. Se registra el tiempo en segundos. Si se realizan intentos múltiples en ciertas condiciones, se obtendrá la media de esos intentos para calcular el cómputo total. En la versión modificada la puntuación máxima total es de 120 segundos, se obtiene el promedio de las puntuaciones en los intentos (30 segundos media*4 condiciones=120 segundos).

Interpretación: El aumento del balanceo o la pérdida del equilibrio con los ojos cerrados y en la superficie estable manifiesta un mal uso de las aferencias somatosensoriales del equilibrio, mientras que el aumento del balanceo o la pérdida del equilibrio sobre una superficie blanda puede indicar un mal uso de las aferencias visuales-vestibulares (es decir, ojos abiertos y superficie blanda) o sólo de las aferencias vestibulares (es decir, ojos cerrados y superficie blanda). Aunque no se hayan obtenido valores de corte para esta prueba en lo que respecta al riesgo de caídas, podemos usar la información derivada de cada condición de la prueba y determinar si la capacidad de utilización de las aferencias sensoriales para mantener el equilibrio erguido es normal o anormal. Permite personalizar el programa de ejercicio, con el fin de entrenar aquellas aferencias sensoriales de la persona mayor que se encuentren más afectadas. En la presente tesis vamos a utilizar el M-CTSIB, para conocer el estado de las aferencias sensoriales relacionadas con el equilibrio: somatosensorial (propioceptivo, cutáneo y articular), visual y vestibular, así como evaluar la interacción entre ellas. Y comprobar si pueden ser modificadas como consecuencia de la intervención realizada.

Condición1: Ojos abiertos, superficie estable (OASE)

Intento 1 Duración total: ____/30seg.

Intento 2 Duración total: ____/30seg.

Intento 3 Duración total: ____/30seg.

Condición 2: Ojos cerrados, superficie estable (OCSE)

Intento 1 Duración total: ____/30seg.

Intento 2 Duración total: ____/30seg.

Intento 3 Duración total: ____/30seg.

Condición 3: Ojos abiertos, superficie blanda (OASB)

Intento 1 Duración total: ____/30seg.

Intento 2 Duración total: ____/30seg.

Intento 3 Duración total: ____/30seg.

Condición 4: Ojos cerrados, superficie blanda (OCSB)

Intento 1 Duración total: ____/30seg.

Intento 2 Duración total: ____/30seg.

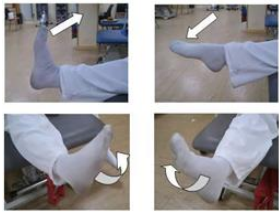
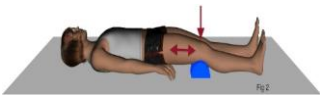
Intento 3 Duración total: ____/30seg.

Anexo 3

Chart de Anexo 3

DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Actividad grupal: Duración de la sesión: 30 minutos.

	EJERCICIO	SERIES y REP	TIPO	ILUSTRACIÓN
1	Movilizar el tobillo hacia adelante, hacia atrás, círculos hacia derecha y hacia la izquierda. Repita lo mismo en otro tobillo.	1 vez x10 segundos en cada movimiento.	Movilidad	
2	Acostado, mantenemos una postura relajada y presionamos con fuerza la pierna hacia abajo provocando la extensión de la rodilla con una contracción isométrica de la musculatura del cuádriceps, sostenemos la tensión unos 6 segundos y después dejamos de hacer tensión durante otros 6 segundos. Cambia de pierna.	Repite 2 veces y sostiene 6 segundos. Descansa 5 segundos.	Activación	
3	Puente: levante la espalda con sus rodillas dobladas y sus brazos en el piso. Se apoya en los talones y evite mover la cabeza. Mantiene esa posición 10 segundos.	Repite 5 veces y sostiene 10 Segundos. Descansa 5 segundos	Estabilidad y activación	
4	En posición de 4 puntos (como un gato). Mantenga esa posición con la espalda recta. Cabeza paralela al tronco. Pies en dorsiflexión.	2 veces x10 segundos. Descansa 10 segundos	Control motor y estabilidad	

5	Inicie en posición 4 puntos (gato), mantenga siempre la espalda recta y no levante ni baje la cabeza. Mantenga un brazo extendido y la pierna opuesta también extendida. En esa posición mantenga 10 segundos.	4 veces x10 segundos. En cada pierna. Descansa 10 segundos	Estabilidad y control motor	
6	Plancha: Inicie en posición prono, mantenga siempre la espalda recta y no levante ni baje la cabeza. Apóyese sobre los codos y los pies, mantenga las piernas extendidas. En esa posición mantenga 10 segundos. Si no es posible puede sostener 5 segundos.	Abdominales Isométricos 4 veces x10 segundos. Descansa 10 segundos	Estabilidad Estática. Superficie estable	
7	En apoyo de un pie sobre el suelo, con la rodilla ligeramente flexionada, manos sobre el pecho, mantener el equilibrio durante 10 segundos y después repetir el ejercicio, con los ojos cerrados.	2 veces x10 segundos cada pierna. Repite 2 veces x10 segundos con ojos cerrados	Estabilidad estática superficie estable	
8	En apoyo de un pie, con la rodilla ligeramente flexionada, manos arriba o manos al frente, mantener el equilibrio durante 10 segundos y después repite cerrando los ojos.	2 veces x10 Cada pierna Descansa 20 segundos en cada repetición.	Estabilidad estática superficie estable	
9	Agarrado de algo estable, sosténgase sobre las puntillas de los pies y luego sobre los talones. Una vez que logre eso, hágalo con los ojos cerrados.	2x30 segundos Descansa 30 segundos entre cada repetición. Repite 2x30 segundos con ojos cerrados.	Movilidad y estabilidad estática	

10	Cruce piernas una delante de otra (dedos delante del talón) y camine en línea recta sin sostenerse, camine despacio para no caerse. Repita el ejercicio pero con los ojos cerrados.	1x 1 minuto Descansa 30 segundos. Repite 1x30 segundos con ojos cerrados	Estabilida d dinámica	
11	Póngase sobre los 2 pies, sin zapatos sobre una superficie irregular (azul). Permanezca en esta posición durante 12 segundos sin sujetarse	2x12 segundos Superficie azul. Descansa 15 segundos Repite 2x12 con ojos cerrados	Estabilida d dinámica	
12	Posición sentado • Posición 1: Lleve el plato o tabla hacia delante. • Posición 2: Lleve el plato hacia atrás. Posición 3: Lleve el plato hacia la derecha. • Posición 4: Lleve el plato hacia la izquierda. • Posición 5: Realice círculos con el pie.	1x20 segundos moviendo hacia todas las posiciones descritas. Descansa 10 segundos Repite en el otro pie.	Movilida d	
13	En 4 puntos (gato) acostado sobre la bola, cabeza paralela al tronco, trate de mantener el equilibrio.	2x 10 segundos Descansa 15 segundos. Repita 2x 10 segundos con ojos cerrados	Balance dinámico	
14	Puente sobre bola: Acostado sobre la espalda con una bola debajo de los tobillos, levante la pelvis del piso en línea con el tronco. Mantenga y lentamente regrese. No permita que la bola se mueva.	3x 10 segundos Descansa 15 segundos entre cada ejercicio.	Balance dinámico	

15	Acostado con la bola debajo de la espalda y las rodillas doblada a 90 grados .Alterne levantar los brazos manteniéndolos rectos, Mantenga la pelvis y el cuello neutral No permita que la bola se mueva. No permita que la pelvis se caiga.	3x10 segundos Descansa 15 segundos entre cada ejercicio.	Balance dinámico	
16	Superman sobre bola. Acostado con la bola bajo el estómago. Estabilice con sus pies y alce el tronco. Estire sus brazos Estabilizar con los pies y levantar el tronco. Extienda los brazos hacia adelante en línea recta con su cuerpo. Pelvis neutral, y no hiperextender su espalda.	3x 10 segundos Descansa 15 segundos entre cada ejercicio. No permita que la pelota se mueva.	Balance dinámico	
17	Coloque la bola en la posición del puente. Mantenga la espalda estabilizada y las caderas alineadas con el tronco. Extienda lentamente una rodilla. Tenga cuidado de no dejar caer las caderas. Vuelva lentamente a la posición inicial. Repita en la otra pierna	3x10 segundos Descanse 15 segundos y repita	Balance dinámico	
18	Coloque la bola en la posición del puente. Mantenga la espalda estabilizada y las caderas alineadas con el tronco. Levante lentamente una rodilla hacia arriba, flexionando la cadera. Tenga cuidado de no dejar caer las caderas. Vuelva lentamente a la posición inicial. Repita en la otra pierna.	3x10 segundos Descanse 15 segundos y repita	Balance dinámico	
19	Sentado sobre una bola con los pies apoyados en el suelo, un compañero nos provoca pequeños desequilibrios en varias direcciones y debemos mantener la postura sin despegar los pies del suelo.	4 x 15 segundos Descansa 15 segundos. Espalda recta	Balance dinámico	

20	Sentado sobre una bola con los pies apoyados en el suelo. Debemos mantener la postura sin despegar los pies del suelo.	4 x 15 segundos Descansa 15 segundos Repite 2x 30 con ojos cerrados	Balance dinámico	
21	Sentarse en la pelota con la pelvis y el cuello en punto muerto. Levante el brazo y la pierna opuesta, manteniéndolos rectos. Alternar con el brazo y la pierna opuestos y repetir. No permita que la pelota se mueva.	4 x 15 segundos Descansa 15 segundos Repite 2x 30 con ojos cerrados	Balance dinámico	
22	Sentarse en la pelota con la espalda en posición neutral. Apriete los músculos abdominales mientras flexiona la cadera. Vuelve y repite en el otro lado. Mantener la pelota estable y evitar redondear hacia atrás.	2x10 segundos Progresivo Descansa 15 segundos y repite Cambia de pierna Espalda recta	Balance dinámico	
23	Sentarse en la pelota con la espalda en posición neutral. Apriete los músculos abdominales mientras estira la rodilla. Vuelve y repite con la otra pierna. Mantenga la bola estable	3x12 segundos Descansa 15 segundos Espalda recta.	Balance dinámico	
24	Póngase sobre los 2 pies, sin zapatos sobre una superficie gris. Permanezca en esta posición durante 12 segundos sin sujetarse.	3x12 segundos Superficie azul. Descansa 15 segundos Repite 2x12 con ojos cerrados	Estabilidad dinámica	
25	Póngase sobre los 2 pies, sin zapatos sobre una superficie azul. Permanezca en esta posición durante 12 segundos sin sujetarse.	3x12 segundos Superficie azul. Descansa 15 segundos. Repite 2x12 con ojos cerrados	Estabilidad dinámica	

26	De pie con ambos pies perpendicular a la tabla. Manténgase sobre la tabla en plano frontal.	3x5 segundos Descansa 15 segundos y repite	Balance dinámico inestable	
27	De pie con ambos pies perpendicular a la tabla. Manténgase sobre la tabla en plano frontal plano oblicuo	3x5 segundos Descansa 15 segundos y repite	Balance dinámico inestable	
28	De pie con ambos pies perpendicular a la tabla. Manténgase sobre la tabla en plano frontal plano sagital	3x5 segundos Descansa 15 segundos y repite	Balance dinámico inestable	
29	De pie con ambos pies sobre la tabla. Manténgase sobre la tabla en plano frontal mientras gira la cabeza.	3x5 segundos Descansa 15 segundos y repite	Balance dinámico inestable	

La descripción de la intervención del entrenamiento neuromotor fue la siguiente: se realizaron tres sesiones semanales de 30 minutos en las que se combinaron trabajo en superficies inestables con trabajo propioceptivo, a través de métodos continuos y en circuitos. Los ejercicios se realizaron en cadenas cinéticas del tren inferior y se hicieron de manera progresiva, se empezó con una serie de tres repeticiones durante la primera semana con ocho ejercicios y se terminó con 12 ejercicios de alta complejidad, de 15 repeticiones para la última semana de intervención. Los ejercicios fueron ejecutados en diferentes grados de complejidad, en posición bipodal con ojos abiertos y cerrados, en superficies estables e inestables, de ejercicios de baja, mediana y alta complejidad.

Anexo 4

Programación del entrenamiento

Programación Entrenamiento Sensoriomotor.		
Sesiones	Materiales	Guía de ejercicio
Sesión 1	Ninguno	1,2,3,5,6,7,8,12,13,16,18
Sesión 2	Ninguno	1,2,3,5,6,7,8,12,13,16,18
Sesión 3	Bola grande	1,2,5,6,7,8,12,18,38,39
Sesión 4	Bola grande	2,5,6,7,8,13,16,18,38,39
Sesión 5	Bola grande, foam azul.	2,7,8,10,25,28,39,43,44
Sesión 6	Bola grande,Foam azul	2,7,8,10,25,34,38,43,44
Sesión 7	Bola grande, foam azul.	1,7,8,13,18,25,30,38,42
Sesión 8	Bola grande, foam azul.	7,8,13,16,18,25,32,38,42
Sesión 9	Bola grande, foam azul, tabla.	13,14,15,16,28,29,30,32
Sesión 10	Bola grande, foam azul, tabla.	13,14,15,16,25,28,30,32
Sesión 11	Bola grande	13,14,15,16,25,28,42,43
Sesión 12	Bola grande	15,16,20,27,36,37,53,61,62,63
Sesión 13	Bola grande,plato gris, tabla,	16,18,23,24,25,34,36,37,47,61,62,63
Sesión 14	Bola grande,plato gris, tabla.	16,25,28,29,32,33,34,46,47,48,49,50,51
Sesión 15	Plato gris, tabla, Bola grande, plato azul grande	16,25,28,29,32,33,34,46,47,48,49,50,51,
Sesión 16	Bola grandes, plato azul grande, bola grande.	16,28,29,32,33,46,47,48,49,50,51,53