

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE EDUCACION Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE EDUCACION FÍSICA DEPORTES Y RECREACION



EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN PRINCIPALMENTE
PROPIOCEPTIVO EN EL CONTROL POSTURAL DE JÓVENES CON DEFICIENCIA
MENTAL LEVE

FRANCISCO REINALDO MORA BELTRAN
CRISTIAN MARTINEZ SALAZAR PROFESOR PATROCINANTE
JORGE LORCA TAPIA PROFESOR COPATROCINANTE
TEMUCO NOVIEMBRE 2011

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE EDUCACION Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE EDUCACION FÍSICA DEPORTES Y RECREACION



EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN PRINCIPALMENTE
PROPIOCEPTIVO EN EL CONTROL POSTURAL DE JÓVENES CON DEFICIENCIA
MENTAL LEVE

TESIS CONDUCENTE A MAGISTER EN EDUCACION FÍSICA CON MENCIÓN EN
MOTRICIDAD HUMANA

TEMUCO NOVIEMBRE 2011

AGRADECIMIENTOS.

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a mis padres quienes desde un comienzo y con su firme convicción creyeron en mí y de una u otra forma me brindaron su sabiduría y la confianza en cada proyecto que inicié. Cada uno, desde el lugar donde se encuentren espero haber retribuido, en parte, el esfuerzo y esmero que siempre hicieron por cada iniciativa que emprendí.

A mi profesor guía Señor Cristian Martínez Salazar por sus acertadas orientaciones y sugerencias, su constante dedicación y entrega en la dirección de ésta tesis.

A los docentes de la universidad Santo Tomás de Temuco, Ronnie Sanzana Jara Kinesiólogo, a Miguel Oyarce Moraga Ingeniero en Informática y Katherine Muñoz Urrutia Psicóloga por su desinteresada labor, múltiples enseñanzas y un constante apoyo, sin los cuales no hubiera sido posible terminar esta investigación.

A mi esposa e hijos que día a día, han sabido soportar mis variados estados de ánimo sin que ello haya disminuido el cariño y aprecio que sienten por mí.

RESUMEN.

El control postural depende de la función coordinada de tres sistemas: visual, vestibular y somatosensorial. Los efectos de cada uno en la postura han sido investigados en diversos estudios, sin embargo, cuando la población es discapacitada estos son limitados.

La presente investigación cuantitativa cuasi-experimental se enfoca en la influencia del sistema propioceptivo en el control postural de jóvenes con discapacidad intelectual a través de la aplicación de un programa de 12 semanas, de ejercicios preferentemente propioceptivos por medio de una evaluación oscilográfica pre y post intervención.

Se selecciono una muestra por conveniencia de 16 sujetos de edad entre 19 y 26 años (22 +/- 2,98), con deficiencia mental leve los que fueron evaluados con un oscilógrafo postural (posturógrafo estático) utilizando el test de Romberg, donde se consideraron los parámetros posturográficos de: energía de bandas de frecuencia, energía total relativa, área y velocidades del centro de presión e índice de Romberg.

Posterior a la aplicación del programa, la mayoría de los resultados indicaron una disminución en los parámetros considerados, sin embargo, sólo en algunos de ellos se obtuvo un valor estadísticamente significativo. Entre ellos, es posible identificar, la disminución de la energía de bandas de frecuencia utilizadas por el sistema vestibular y propioceptivo en la fase de SEG, la velocidad del centro de presión en el eje Y de la fase de SEG y el índice de Romberg. La validez de la investigación se realizo con un intervalo de confianza del 95% (valor $p < 0,05$) a través de la prueba Shapiro Wilk, desde la cual se efectuaron las inferencias a partir de la comparación de las medias de tendencia central, desviación estándar y media aritmética.

Palabras claves: Control postural, deficiencia mental, posturografía, programa propioceptivo.

ABSTRACT

Postural control depends on the coordinated function of three systems: visual, vestibular and somatosensory. The effects of each in the position have been investigated in several studies; however, when the population is disabled they are limited.

This quasi-experimental quantitative research focuses on the influence of proprioceptive postural control in young with intellectual disabilities through the implementation of a 12-week proprioceptive exercises preferably through a pre and post assessment intervention oscillographic.

We selected a convenience sample of 16 subjects aged between 19 and 26 years (22 ± 2.98), with mild mental retardation that was assessed with an oscillograph postural (static posturógrafo) using the Romberg test, which posturográficos of parameters considered: energy of frequency bands, total energy relative velocities of the center area and pressure and rate of Romberg.

Following the implementation of the program, most of the results indicated a decrease in the parameters considered, however, only some of them obtained a statistically significant value. Among them, it is possible to identify energy reduction of frequency bands used by the vestibular system and proprioceptive SEG phase, the speed of center of pressure on the Y axis of the SEG phase and the rate of Romberg. The validity of the research was performed with a confidence interval of 95% ($p < 0.05$) by Shapiro Wilk test, from which inferences were made from the comparison of the means of central tendency, arithmetic mean and standard deviation.

Keywords: postural control, mental impairment, posturography, proprioception program.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
CAPÍTULO II.....	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 DESARROLLO MOTOR.....	7
2.1.1 Modelos explicativos del desarrollo motor.....	7
2.1.2 Etapas del desarrollo motor.....	9
2.1.3 Bases neurológicas del movimiento humano.....	12
2.1.4 Desarrollo motor desde una mirada psicomotriz.....	15
2.2 CONTROL POSTURAL.....	18
2.2.1 Sistemas sensoriales.....	19
2.2.2 Estrategias motoras del control postural.....	21
2.3 EQUILÍBRIO POSTURAL.....	23
2.3.1 Equilibrio Estático.....	23
2.3.2 Equilibrio Cinético.....	24
2.3.3 Equilibrio Dinámico	24
2.4 CENTRO DE PRESIÓN Y CENTRO DE GRAVEDAD.....	24

2.5 DESARROLLO DEL CONTROL POSTURAL.....	26
2.6 POSTUROGRAFIA.	26
2.6.1 Plataformas posturográficas o dinamométricas.....	27
2.7 DISCAPACIDAD INTELECTUAL.	33
2.7.1 Discapacidad intelectual leve.	36
2.8 ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.	37
CAPÍTULO III	40
III. METODOLOGÍA.....	41
3.1 Tipo de estudio.....	41
3.2 Unive rso.	41
3.3 Población de estudio.	41
3.4 Muestra.	41
3.5 Instrumentos de recolección de datos.	42
3.6 Plan de análisis de los datos.....	42
3.7 Criterios de inclusión.	42
3.8 Criterios de exclusión.	43
3.9 Hipótesis.	43
3.10 Objetivo.	46
3.11 Variables.	46
3.12 Estrategia propuesta.....	47
CAPÍTULO IV	52
IV.PRESENTACION DE LOS RESULTADOS-.....	53
4.1 Resultados previos a la aplicación del programa de ejercicios propioceptivos.....	53
4.1.1 Energía por bandas de frecuencia y energía total relativa (ETR).....	53
4.1.2 Área del centro de presión (ACoP).	56

4.1.3 Velocidad del centro de presión en los ejes Y, X y velocidad media.....	57
4.1.4 Índice de Romberg.....	59
4.2 Resultados de la comparación entre pre y post programa de ejercicios propioceptivos.....	60
4.2.1 Energía por bandas de frecuencia en fase de seguimiento (SEG).	60
4.2.2 Energía por bandas de frecuencia en fase vista al frente (VF).	62
4.2.3 Energía por bandas de frecuencia en fase ojos cerrados (OC).	64
4.2.4 Energía total relativa en fases SEG, VF y OC.....	65
4.2.5 Área del centro de presión en fases SEG, VF y OC.	67
4.2.6 Velocidad del centro de presión en fase de seguimiento (SEG).....	68
4.2.7 Velocidad del centro de presión en fase vista al frente (VF).....	70
4.2.8 Velocidad del centro de presión en fase ojos cerrados (OC).....	71
4.2.9 Índice de Romberg.....	73
CAPÍTULO V	75
V.INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.	76
5.1 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PREVIO A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA PRINCIPALMENTE PROPIOCEPTIVO.	76
5.1.1 Energía de bandas de frecuencia.	76
5.1.2 Energía total relativa.....	76
5.1.3 Área del centro de presión.	76
5.1.4 Velocidad del centro de presión.	77
5.1.5 Índice de Romberg.....	77
5.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE LOS VALORES POSTUROGRAFICOS ENTRE PRE Y POST PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.....	78
5.2.1 Energía de bandas de frecuencia.	78
5.2.2 Energía total relativa.....	78

5.2.3 Área del centro de presión.....	79
5.2.4 Velocidad del centro de presión.....	79
5.2.5 Índice de Romberg.....	80
5.3 DISCUSIÓN.....	81
5.4 CONCLUSIÓN.....	87
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	96
ANEXO N° 1.....	97
ANEXO N° 2.....	99
ANEXO N° 3.....	100

INDICE DE TABLAS.

Tabla 4. 1 Energía por banda de frecuencia y Energía Total Relativa (ETR). Fase seguimiento (SEG).....	53
Tabla 4. 2. Energía por banda de frecuencia y ETR. Fase Vista al Frente.	54
Tabla 4. 3 Energía por banda de frecuencia y ETR. Fase Ojos Cerrados.....	54
Tabla 4. 4 Área del Centro de Presión en las fases de Seguimiento, Vista al frente y Ojos Cerrados.....	56
Tabla 4. 5 Velocidad del Centro de Presión: eje X, Y, y velocidad media. Fase Seguimiento....	57
Tabla 4. 6 Velocidad del Centro Presión: eje X (Vx), eje Y (Vy) y Velocidad Media (Vm) Fase Vista al Frente.....	57
Tabla 4. 7 Velocidad del Centro Presión (Vx, Vy,) y Vm en Fase Ojos Cerrados.	58
Tabla 4. 8 Índice de Romberg:	59
Tabla 4. 9 Media y DS de energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios, fase seguimiento.....	60
Tabla 4. 10 Valor P por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios, fase seguimiento.	61
Tabla 4. 11 Media y DS de energía por bandas de frecuencia Pre y Post programa ejercicios fase VF.....	62
Tabla 4. 12 Valor P, energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios Fase Vista al frente.....	63
Tabla 4. 13 Media y DS energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios. Fase Ojos Cerrados.	64
Tabla 4. 14 Valor P, energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios. Fase Ojos Cerrados.....	64
Tabla 4. 15 Media y DS de ETR por fases SEG, VF y OC, Pre y Post Programa Ejercicios.	65
Tabla 4. 16 Valor P, ETR por fases SEG, VF y OC, Pre y Post Programa Ejercicios.....	66
Tabla 4. 17 Media y DS Área centro presión por fases SEG, VF y OC, pre y post programa ejercicios.....	67
Tabla 4. 18 Valor P Área centro presión por fases, pre y post programa ejercicios.....	67

Tabla 4. 19 Media y DS Velocidades del centro de presión en la fase de seguimiento, pre y post programa ejercicios.....	68
Tabla 4. 20 Valor P Velocidades centro presión fase seguimiento, pre y post programa ejercicios.....	69
Tabla 4. 21 Media y DS. Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios.....	70
Tabla 4. 22 Valor P Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios.....	70
Tabla 4. 23 Media y DS Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios.....	71
Tabla 4. 24 Valor P Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios:.....	72
Tabla 4. 25 Media y DS Índice de Romberg, pre y post programa ejercicios.....	73
Tabla 4. 26 Valor P Índice de Romberg.	74

INDICE DE FIGURAS.

- Figura 2.1.** Estabilograma: trazado superior, oscilaciones posturales derecha-izquierda. Trazado inferior, oscilaciones posturales antero-posterior. En abscisas, está ubicado el tiempo. En ordenadas, la amplitud de las oscilaciones en centímetros.....28
- Figura 2.2** .- Bandas de frecuencia en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados.. 30
- Figura 2.3** .-Estatocinesiograma: señala el origen y el desplazamiento del centro de presión dentro del baricentro de sustentación, lo que permite observar su área. El eje X muestra los movimientos de derecha- izquierda, y el eje Y muestra los movimientos de anterior a posterior. 31

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 4. 1 Promedio Energía por banda de frecuencia y ETR en las fases seguimiento, vista al frente y ojos cerrados.....	55
Gráfico 4. 2 Área Centro Presión por fases pre-programa ejercicios.....	56
Gráfico 4. 3 Velocidades del Centro de Presión (V_x , V_y , y V_m) en fases Seguimiento, Vista al Frente y Ojos Cerrados.....	58
Gráfico 4. 4 Índice de Romberg	59
Gráfico 4. 5 Energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios- Fase seguimiento.	61
Gráfico 4. 6 Energía por bandas de frecuencia pre-post programa ejercicios. Fase VF.....	63
Gráfico 4. 7 Energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios- Fase OC:	65
Gráfico 4. 8 Energía total relativa por fases, pre y post programa ejercicios.....	66
Gráfico 4. 9 Área centro presión por fases, pre y post programa ejercicios.....	68
Gráfico 4. 10 Velocidades centro presión fase seguimiento, pre y post programa ejercicios.	69
Gráfico 4. 11 Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios. ...	71
Gráfico 4. 12 Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios: ..	73
Gráfico 4. 13 Índice de Romberg, pre y post programa ejercicios:	74

INTRODUCCIÓN

En relación a los discapacitados intelectuales, desde hace un tiempo, la mayoría de esta población ha sido escolarizada o asiste regularmente a los diversos establecimientos de educación especial existentes o han sido integrados gradualmente a los establecimientos de enseñanza básica o media común. Sin embargo, este proceso de integración al igual que en otros países, ha presentado diversos inconvenientes de diversa índole, probablemente sustentado en la mirada o paradigma que el estado ha tenido en relación a las personas con discapacidad basado en su rol asistencial en el tratamiento de sus deficiencias estructurales o funcionales en los ámbitos de salud, educación, participación social, etc. conducentes a tener una buena vida o bienestar en la sociedad, y no en el respecto de los derechos humanos de las personas con discapacidad con el fin de promover y garantizar el pleno respeto de la dignidad y la igualdad de derechos de todas las personas poniendo énfasis en la funcionalidad y vida independiente. A ello se suma las creencias y prácticas sociales que restringen la participación en diversos dominios tales como educacional, laboral, recreacional, etc. En este sentido, cabe mencionar la importancia del educador y de la sociedad misma en la discriminación y menoscabo que inconscientemente desencadena en el niño o joven cuando lo hace consciente de su déficit, segregándolo del cuerpo social y lo ubica en una posición menos favorable que al resto de sus compañeros, provocando un deterioro de su condición y de su personalidad. (Sánchez y Gilver, 2009).

En este mismo sentido, se propicia en el desarrollo de esta investigación, una mirada de la motricidad en esta población, basado en las concepciones teóricas aportadas a principios del siglo XX por Ernes Dupré (1904) y posteriormente Picq y Vayer (1960) profesores que sistematizaron diversos aportes que provenían de la medicina y psiquiatría para proponer un programa de educación psicomotriz (citado por Llorca M. y cols, 2002). Así como de Shumway-Cook y Woollacott (1995), quienes realizaron sus aportes en la investigación del control motor y los trastornos que ocurren con el control de la postura y el equilibrio.

A partir de ésta premisa se presenta un proyecto que por su intermedio permitirá conocer, a través del método científico, las características del control postural de jóvenes con esta

discapacidad ante lo cual se aplicará una evaluación con un equipo de posturografía cuya característica permite identificar el predominio de alguno de los sistemas sensoriales (visual, vestibular o propioceptivo) que intervienen en la mantención del control postural en la posición bípeda estática.

Posteriormente y siguiendo con la investigación se confeccionará un programa de ejercicios principalmente propioceptivos creado a partir de los métodos de rehabilitación confeccionados por Frenkel (2007), Antolín (1989) y Carrasco (2003), cuyos trabajos han sido utilizados en la Rehabilitación de personas con trastornos del equilibrio, reeducación propioceptiva y la fuerza muscular y propiocepción de las extremidades inferiores. Este programa se aplicara a un grupo de jóvenes que presentan discapacidad intelectual por un periodo de 12 semanas y se evaluará los efectos de este en su control postural estático.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde los primeros meses de vida, los niños comienzan a percibir elementos de su propio cuerpo a través del tacto, primero tocan su boca y llevan sus manos juntas sobre su pecho, luego los dedos de los pies y manos se entrelazan y permiten movimientos de los distintos segmentos dentro de su campo visual. Esta información unida a la información propioceptiva permite que ellos identifiquen las posturas que adopta su cuerpo y sus partes y construyan su esquema corporal necesario para relacionarse en el espacio circundante el cual aumentará notoriamente cuando adquieran la postura erguida.

El desarrollo de esta postura en el niño con discapacidad intelectual, en cambio, resulta perturbado según algunas investigaciones que indican deficiencias en las coordinaciones, el equilibrio y en general de su motricidad gruesa y fina, lo que incide en la estructuración de su propia imagen, concepto y esquema corporal. (Arnáiz, 1984; García y Berruezo, 1994 y Guimaraes de Rezende et al., 2009)

Las informaciones de investigaciones acerca el control postural en jóvenes con discapacidad intelectual realizadas en Chile son escasas. Sólo se conocen algunos estudios acerca de los perfiles psicomotores de personas con deficiencia mental Ferrándis y Gútiez, 2002; Linares, 1997).

La utilización de la posturografía como un medio para conocer el control postural estático de un individuo en Chile es incipiente y en su mayoría es utilizada para conocer el efecto de lesiones del sistema musculoesquelético y su relación con el control postural en personas jóvenes (González y Keglevic 2004a; Oyarzo y Villagrán, 2004). Aunque también se ha utilizado para conocer el balance en población adulta. (Gatica et al., 2010).

A nivel internacional los trabajos de investigación se dirigen principalmente a utilizar la posturografía como medio de evaluación en individuos jóvenes o adultos mayores con trastornos del equilibrio, principalmente del sistema vestibular (Lázaro et al., 2005;Ortuño et al. 2008)

desconociéndose si existen trabajos que permitan conocer por este medio el perfil postural de poblaciones o etnias, géneros o grupos de diferentes edades, en nuestro caso el de jóvenes con discapacidad intelectual leve. El objetivo de esta investigación tiene por finalidad conocer la condición postural, por medio de la posturografía, de poblaciones jóvenes que presentan discapacidad intelectual.

La estimulación de la propiocepción corporal es utilizada como un medio posible para intervenir en el control postural (Mochizuki y Amadi, 2006; Lephart et al., 2003). Por ello, que es posible encontrar diversos programas de entrenamiento basados en la estimulación propioceptiva con la finalidad de reeducar el control postural. Dichas investigaciones se refieren principalmente a sujetos deportistas que tienen por finalidad, el prevenir o rehabilitar lesiones en sus extremidades inferiores especialmente en las articulaciones de tobillos (Mcguide y Keene, 2006; Fort et al., 2011) así como en individuos mayores con enfermedades degenerativas como el síndrome de Parkinson (Gago y Seco, 2008). Sin embargo, se desconoce la efectividad de programas de ejercicios basados en la estimulación propioceptiva en la postura erguida de la población con discapacidad intelectual.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1 DESARROLLO MOTOR.

En el presente capítulo de marco teórico, se realizan algunas consideraciones del desarrollo motor en el cual se hace referencia a las dos principales corrientes que dieron lugar al actual concepto. Se dan a conocer en forma resumida las etapas del desarrollo motor y se definen los conceptos de desarrollo, crecimiento y maduración, así como se analizan las bases neurológicas del desarrollo de la motricidad, la importancia del equilibrio y la coordinación en el proceso de desarrollo.

2.1.1 Modelos explicativos del desarrollo motor.

El desarrollo humano comprende todas las transformaciones que continuamente se producen a lo largo de la vida. En esta misma línea y relacionándonos con el sentido de ésta investigación, a continuación nos dedicaremos a analizar el desarrollo motor humano.

Si actualmente el concepto de desarrollo motor está definido, este ha sido el resultado de muchos años de investigación en las que dos corrientes, una europea y la otra americana, han logrado consensuar y unificar lo que se entiende hoy en día como concepto.

Al remontarnos a sus orígenes, es la perspectiva europea la que inicia los estudios alrededor del año 1900 con E. Dupré (citado por Calmels, 2003) quien introduce en el discurso médico el término de “debilidad motriz”. Asimismo, en los años 20, Gessell, tras estudiar la conducta anormal inicia sus estudios e investigaciones en la conducta normal.

Los años 50 y 60 se manifiestan como los años donde la educación Física, como cuerpo del conocimiento, se destaca en el estudio del Desarrollo Motor Infantil. Las conductas motrices son

estudiadas para comprender mejor la adquisición de habilidades deportivas y lúdicas. Estas habilidades van siendo descubiertas como potencialmente valiosas para los niños afectados por problemas de aprendizaje.

El periodo de 1960 a 1980 se caracteriza por los estudios realizados por parte de psicólogos y pedagogos para comprender y resolver diversos problemas de aprendizaje y de desarrollo motor infantil: Kephart (1971) establece y relaciona la importancia de las percepciones visuales con el desarrollo motor del niño, Le Boulch entre 1966 al 1987 introduce el método de la psicokinética el cual considera a la educación física en el contexto de las ciencias de la educación como una ciencia del movimiento humano aplicada al desarrollo de la persona y Pikler en 1969 realiza sus estudios niños y niñas con carencia de una familia y establece un método en el que predomina la libertad y espontaneidad del movimiento frente a la restricción o intervencionismo del adulto.

Da Fonseca en 1980, manifiesta su interés por el desarrollo infantil como elemento imprescindible para el acceso a los procesos superiores del pensamiento.

El desarrollo motor humano manifiesta para Da Fonseca, la progresiva evolución humana hacia una mayor y mejor integración, planificación y regulación de las acciones. Este desarrollo neurológico y motor se produce en un individuo inmerso en un mundo sociocultural, en una civilización en la que tiende a adaptarse y a apropiarse de la experiencia sociohistórica. (Ruiz, 1994a).

Desde la perspectiva americana, el movimiento psicomotor surge como reacción a unas prácticas corporales rígidas y poco adaptada a la singularidad. Aparece la Educación Motriz que trata de cambiar las prácticas motrices en el medio escolar. En este sentido Williams en 1983 declara que el desarrollo perceptivo-motor es más adecuado que solamente el desarrollo motor destacando que el primero se refiere al dominio de las conductas motrices básicas o fundamentales que permiten al sujeto una relación con su medio ambiente.

Por su parte Cratty el año 1986 realiza numerosos estudios e investigaciones sobre el desarrollo infantil, a partir de diversos aspectos de la conducta humana y Gallahue en 1982 realiza un intento de explicación sobre el desarrollo Motor Infantil. Parte de la base de la existencia de una serie de fases en el desarrollo motor, las cuales corresponden cronológicamente con momentos concretos de la vida, destacando así mismo la existencia de diversos estadios en cada una de las fases. A partir de la base de una pirámide, donde se sitúan los movimientos reflejos característicos del recién nacido, llega al vértice de la misma con la especialización motriz, donde se ubica el dominio deportivo. Las fases intermedias son momentos de Ajuste y momentos de especialización de las habilidades motrices básicas (Cratty, 2003; citado por Castañer y Camerino, 2001).

En conjunto con la existencia de tales fases o estadios Gallahue considera una serie de factores físicos que influyen en el desarrollo motor. La fuerza, la resistencia muscular, la resistencia cardiorespiratoria, la flexibilidad son factores relacionados con el concepto de Aptitud Física y van a contribuir a la plena expresión de la motricidad.

Una vez conocidos los orígenes y modelos explicativos del desarrollo motor, a continuación se dará a conocer en forma resumida la evolución del desarrollo motor en relación a la secuencia del desarrollo y a sus etapas.

2.1.2 Etapas del desarrollo motor.

Las habilidades motoras de los niños ha constituido el tema de numerosos estudios de psicología infantil. Una forma de describir el desarrollo de las habilidades motoras consiste en especificar las características principales de estas etapas.

- **Motricidad prenatal.**

Es el periodo comprendido entre la concepción hasta el nacimiento. A su vez está subdividido en cigótico, embrionario y fetal. Sus características principales consisten en inicio de movimientos lentos de escasa amplitud seguidos de otros bruscos, rápidos y de mayor

coordinación. La reactividad fetal posee inicialmente efectos de masa y escasa diferenciación hacia una mayor localización y diferenciación.

- **Motricidad posnatal.**

Con el nacimiento se produce el paso de un medio fluido (líquido amniótico) a uno gaseoso (aire). Este cambio desencadena una serie de nuevas adaptaciones así como, funciones de la respiración, circulación y digestión.

Tomando en cuenta a muchos autores como Ajuriaguerra, Cratty y Ausubel, se ha dividido esta etapa neonatal en: los comportamientos reflejos, los no reflejos y la evolución del tono (citados por Ruiz, 1994b).

Este periodo se caracteriza entre otros aspectos en la conquista de la verticalidad y la locomoción, lo cual supone un nivel de desarrollo muscular en el niño que permite el soporte del peso corporal, un nivel de desarrollo neurológico que presupone el control motor de las extremidades inferiores así como, un grado de experiencia que permite expresar al exterior las posibilidades de acción.

- **Primera infancia.**

La marcha es de gran importancia para el desarrollo motor en este estadio. Esta y la posición erguida implicaran la pluralidad de ejes perceptivos que caracterizan sólo al hombre. Al aumentar el caudal sensorial y perceptivo del niño le llevara a ampliar su mundo espacial abriéndose nuevas posibilidades para sus facultades. Ballesteros señala, que el niño va a asimilar su esquema corporal, haciéndose cargo del cuerpo del que dispone y actúa obteniendo en esquema vivencial de su corporeidad (citado por Franco, 1988).

- **Segunda infancia.**

Esta etapa se extiende entre los 4 y los 6 años. A los cuatro el niño es capaz de mantener su cuerpo sobre un solo pie, trepar y saltar medianamente, jugar en el columpio y tener una coordinación mucho más fina.

A los cinco años, posee un control mayor de la actividad corporal general. Salta sin dificultad usando los pies en forma alternada, se mantiene de puntillas durante unos segundos, anda en bicicleta atrayendo la atención con sus actuaciones.

En otras palabras, el niño camina con gran madurez, manifiesta automatismo en su acción, fluidez en su paso, coordinación entre los diversos segmento corporales, adaptabilidad a los diferentes terrenos, entonces podemos decir que su marcha es como la del adulto.

- **Niñez.**

Es un período que se caracteriza por un lento y contante incremento de la talla y el peso, de una progresiva organización de los sistemas motor y sensorial y es una edad propicia para los aprendizajes prácticos.

En estas edades, los investigadores han tratado de analizar la evolución cronológica de las conductas motrices y del rendimiento motor. De las conclusiones obtenidas por los investigadores es posible decir que tanto las habilidades motrices básicas como las cualidades físicas evolucionan con la edad. Entre las conclusiones están:

Las habilidades motrices fundamentales se encuentran bien desarrolladas al inicio de este periodo, existe una mayor estabilidad y control de todos los comportamiento motrices, lo cual se manifiesta en una mayor coordinación y mejor ajuste espacio-temporal.

Gracias al mejor control corporal, se desarrollan cualidades físicas que van a mejorar el rendimiento motor en tareas de fuerza, velocidad, resistencia, equilibrio y coordinación.

El lanzamiento, salto, recepción, golpeo, puntapié, etc., avanzan en eficiencia y precisión manifestando madurez.

El proceso de socialización y las expectativas que la sociedad tiene de cada uno de los sexos, materializa las diferencias entre varones y mujeres. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, las posibilidades de aprendizaje motor son iguales para ambos sexos.

En general, este período se caracteriza por la transición desde habilidades motrices fundamentales hacia el inicio de los primeros juegos y habilidades deportivas.

- **Adolescencia.**

A pesar de ciertos problemas motrices pasajeros, experimentados en este periodo, el conjunto de las cualidades físicas mejora considerablemente. Se produce un marcado aumento de la fuerza, resultado directo del aumento en la secreción de ciertas hormonas como la testosterona (varones), lo que provoca un aumento de la masa muscular y de la capacidad contráctil del músculo. También la capacidad aeróbica se ve fuertemente incrementada, siendo éste el periodo óptimo para el perfeccionamiento de la resistencia.

- **Madurez.**

Entre los 20 y los 28 años se concluye el crecimiento, aunque algunos autores lo ubican entre los 18 y 21 años. Son los años en los que se localiza la máxima capacidad de rendimiento físico en personas normales. Con el tiempo se manifiesta mayor rigidez torácica y mayor acumulo de grasa subcutánea, vicios posturales, problemas cardiovasculares y la aparición de enfermedades degenerativas. El enlentecimiento en todas las manifestaciones corporales y conductuales es un fenómeno progresivo.

2.1.3 Bases neurológicas del movimiento humano.

El cerebro es el órgano más complejo del organismo del ser humano. Sus características estructurales y funcionales son de una alta complejidad, y sin duda, quedan aún muchos enigmas por resolver. Lo importante es comprender de qué manera se relacionan el cerebro con el comportamiento motor. Para responder esta pregunta nos remitiremos al Modelo de Luria, que explica las unidades funcionales que posee el sistema nervioso central.

Para la realización de cualquier actividad de tipo voluntaria, es necesario un mínimo de nivel de vigilia y por tanto de tono muscular y cortical. La primera unidad funcional está encargada de estas funciones, además es la responsable de recibir y emitir impulsos hacia la periferia. Da Fonseca dice “efectivamente la primera unidad funcional del cerebro trabaja en íntima relación y en estrecha colaboración con los sistemas superiores corticales, en todas las manifestaciones de la actividad consciente del ser humano, tanto se trate de la programación de acciones voluntarias, como se trate de procesos de decodificación y de codificación simbólica”.

La segunda unidad tiene por función la de captar, procesar y almacenar la información que proviene del exterior, así como la de preparar los programas o respuestas. Para tales funciones está conformada por las áreas primarias, encargadas de recibir y enviar estímulos, áreas secundarias que permite combinar información perceptivo-motor y áreas terciarias encargadas de funciones cognitivas y simbólicas. Además integra y complementa la actividad de zonas visuales, auditivas y táctiles-kinestésicas de las áreas secundarias. (Células asociativas). Por su parte, las áreas terciarias corresponden a centros que permiten complementar y asociar las zonas sensoriales de las áreas secundarias.

Finalmente la tercera unidad funcional, está referida a programar, regular y verificar la actividad mental. (Regulación de actividades de alta complejidad). Da Fonseca plantea que esta unidad es eminentemente eferente, ya que es la encargada de la actividad voluntaria de la persona (Da Fonseca, 1998).

En el “Modelo de Luria”, estas tres unidades funcionales, actúan en conjunto de manera de poder realizar la actividad consciente, en este caso, un movimiento de carácter voluntario (citado por Ruiz, 1994c).

Es necesario mencionar otras teorías del desarrollo motor, las que explican cómo se va logrando el movimiento voluntario en relación a diversos factores que influyen en su adquisición. Le Boulch en 1982 lo plantea a través del desarrollo psicomotriz partiendo desde la imagen corporal (Le Boulch, 1995). También alrededor de esos años Gallahue lo explica a partir

de los movimientos reflejos del neonato hasta llegar a la especialización motriz donde se ubica el dominio deportivo, y Cratty en 1986 plantea la existencia de nexos o conexiones funcionales entre los cuales se encuentran lo perceptual, motor, verbal y cognitivo, que se relacionan entre sí para la adquisición de la madurez perceptivo motriz.

En la ley céfalo-caudal, desde su inicio, el niño controla la musculatura más cercana a su cabeza y de manera progresiva, este control se va desplazando hacia las extremidades inferiores y la ley próximo-distal, plantea que este control se obtiene primero en la zona más cercana al tronco, para luego, ir adquiriéndolo gradualmente en dirección a las extremidades. Por ejemplo, en sus inicios de manipulación, el infante realiza para coger objetos toda la extremidad superior con movimientos de rastrillo, luego logra utilizar toda su mano, y por último, centraliza sus movimientos en los dedos para poder realizar la pinza digital (Shumway-Cook y Wollacott 1995b).

Respecto de las ideas antes señaladas, referidas al desarrollo motor, es necesario hacer mención de la influencia de diversos factores que determinan en gran medida el grado de logro motriz. Estos factores se conocen como la herencia, la maduración y el ambiente.

La herencia, es conocida como el potencial motriz que cada persona trae consigo. Por su parte la maduración permite que el organismo esté en condiciones necesarias e ideales para los diferentes logros motrices. Y, finalmente el ambiente está relacionado con la cantidad y calidad de oportunidades de práctica motriz que se otorgan. Hace referencia al entorno sociocultural en que se encuentran inmersas las personas. Es considerado el factor que más incide en el desarrollo motor. (Granda y Alemany, 2002; Gallahue y Ozmun, 2006).

En el contacto con el medio, el niño a través de sus vivencias, va explorándose y explorando su mundo circundante y mediante esta exploración, va percibiendo su entorno, acumulando conocimiento y valorándose al darse cuenta que día a día es más capaz.

En las primeras etapas de la vida, es a través de su motricidad en que pone en contacto con el entorno, con las personas y objetos. El movimiento es el medio para conocerse y conocer lo que lo rodea. Las experiencias motrices que experimenta en esta etapa deben ser ricas tanto desde la perspectiva cuantitativa como cualitativa. Para ello, es necesario favorecer el contacto con familiares, adultos más cercanos y pares o amigos con que se relaciona y el sistema educativo formal, fundamentalmente las clases de educación física.

He aquí la importancia del rol que asumen quienes guían los procesos de aprendizaje motrices formales. El docente desempeña un rol esencial al incentivar y provocar en el niño nuevas posibilidades de práctica motriz que aseguren nuevos ajustes de la conducta. Por medio de los aprendizajes motrices se dará autonomía e independencia a niños y niñas incidiendo positivamente en lo afectivo, fundamentalmente en su autoestima, y a través de su quehacer motriz, podrán interactuar positivamente con sus pares pudiendo lograr un beneficio en el aspecto socio-afectivo.

2.1.4 Desarrollo motor desde una mirada psicomotriz.

Dicen Bobath y Bobath (1992), que todavía en el útero, el niño ejerce presión contra la pared uterina y contra otras partes de su cuerpo cuando moviliza sus extremidades, proporcionándose estimulación táctil y propioceptiva. Después del nacimiento, continúa tocando y explorando su cuerpo; sus dedos entran en su boca; más tarde sus dedos de pies y manos entran en contacto, entrelazándose. De esta forma, tocando su cuerpo y moviéndose, dándose cuenta de que puede mover sus manos dentro de su campo visual, el niño desarrolla una percepción del cuerpo durante los primeros 18 meses, una sensación de sí mismo como entidad separada de su medio, un conocimiento de sí mismo basado en sensaciones visuales, táctiles y propioceptivas (Fernández, 2007a).

Así, muy lentamente, el niño va construyendo su esquema corporal y en referencia con él, organiza el mundo que lo rodea; o sea, los objetos y las personas. Es necesario que conozca su propio cuerpo, como premisa para llegar al conocimiento de los cuerpos externos a él. El cuerpo

nos sitúa en el espacio, y nos permite establecer los puntos de referencia. Wallon (1959), expuso que el esquema corporal, es el resultado y la condición de las relaciones precisas entre el individuo y su medio. Afirmaba este autor, que para la construcción de la personalidad del niño, un elemento básico indispensable, es la representación más o menos global, más o menos específica y diferenciada que tiene de su propio cuerpo (citado por Fernández, 2007b).

La construcción del esquema corporal, es un proceso de construcción lenta, en la que los nuevos elementos se van sumando poco a poco, derivados de la maduración y de los aprendizajes que van teniendo lugar.

Esta información que brinda principalmente el tacto y la visión, unida a la información propioceptiva (percepciones artrocinéticas o cinestésias), permiten que el niño identifique la postura que adopta su cuerpo y sus partes; así como las posibilidades de movimiento que posee. El espacio corporal, de apresamiento, va ampliándose hasta el espacio de acción y éste hasta el espacio de la realidad e incluso al espacio de la intención, del deseo.

Sin embargo, la experiencia social también aquí, es decisiva. Antes de llegar a conocer el cuerpo de uno mismo, se conoce el del otro. Refieren Mora y Palacios, que el bebé de pocos meses ya explora el rostro de su madre y poco a poco, va identificando sus partes: ojos, nariz, boca, y reconociendo y atribuyendo significado a la expresión determinada por la posición de las cejas y labios. Opinan que el niño aprende a sonreír, cuando percibe la sonrisa de quien se coloca cara a cara con él, le habla y le ofrece juego. Así mismo, obtiene información sobre otros segmentos corporales (manos, dedos, pies, etc.), percibiéndolo en los demás. Esta información se va entretejiendo con la experiencia del propio cuerpo percibido y la experiencia sentida del propio movimiento y la postura (citado por Fernández 2007c).

Más adelante, el niño en edad preescolar, "va a hablar para sí mientras juega, y con su habla va a dirigir su acción. Va a ir contándose a sí mismo lo que hace y lo que piensa hacer". Este tipo de habla va a acompañar secuencias de actos motores a interacciones entre el cuerpo y el resto del

mundo, que van a quedar organizadas y controladas por el código simbólico del lenguaje (Fernández, 2007d).

La evolución del esquema corporal, está estrechamente relacionada al desarrollo psicomotor. Le Boulch ha distinguido tres etapas en la evolución del esquema corporal:

1.- Etapa del cuerpo vivido (hasta los tres años); caracterizada por un comportamiento motor global, con repercusiones emocionales fuertes y mal controladas. A los tres años, el niño ha conquistado el "esqueleto" de un yo, a través de la experiencia práxica global y de la relación con el adulto.

2.- Etapa de discriminación perceptiva (de tres a siete años); la cual se caracteriza por el desarrollo progresivo de la orientación del esquema corporal y la afirmación de la lateralidad. Hacia el final de esta etapa, el niño es capaz de dirigir su atención sobre la totalidad de su cuerpo y sobre cada uno de sus segmentos corporales.

3.- Etapa del cuerpo representado (de siete a doce años); la cual se corresponde sobre el plano intelectual con el estadio de "las operaciones concretas" de Piaget. En este estadio, juega un papel decisivo el "esquema de acción", aspecto dinámico del esquema corporal y verdadera imagen anticipatoria, por medio de la cual el niño hace más consciente su motricidad.

La última etapa, constituye el estadio de la coordinación y de la sincronización de los datos aportados por la propia vivencia, sobre todo en su aspecto perceptivo-cognitivo (Le Boulch, 1987).

Como afirmara Le Boulch, un esquema corporal mal definido, significará un déficit de la relación sujeto-mundo exterior, que se traduce sobre el plano de la percepción (déficit de la estructuración espacio-temporal), de la motricidad (torpeza, incoordinación, malas actitudes), y de la relación con el otro (incidencia sobre el plano relacional) (Le Boulch, 1987).

La meta del desarrollo psicomotor, refieren Palacios y Mora, es el control del propio cuerpo hasta ser capaz de sacar de él todas las posibilidades de acción y expresión que a cada uno le sean posibles. Ese desarrollo implica un componente externo o práxico (la acción), pero también un componente interno o simbólico (conocido como la representación del cuerpo) (citado por Fernández 2007e).

2.2 CONTROL POSTURAL.

El control postural, es el grupo de procesos con el que el sistema nervioso central genera los modelos de la actividad muscular necesaria para regular la relación entre el centro de masa del cuerpo (CDM) y la base de sustentación (BDS), a la vez se relaciona con la capacidad que tiene el ser humano para poder controlar y coordinar el movimiento de todos sus segmentos corporales y con ello la postura, constituyendo la base de la actividad motriz y la autonomía del individuo, teniendo como resultado, la estabilidad y orientación postural en posición bípeda (Bankoff et al, 2007).

La estabilidad postural puede definirse como el mantenimiento de la posición erecta durante la bipedestación estática o estando un individuo inmóvil, con el fin de que el centro de gravedad se encuentre dentro de los límites de estabilidad, permitiendo una armonía entre las fuerzas desestabilizadoras y estabilizadoras que son ejercidas sobre el cuerpo (Freitas y Barela, 2006a).

La orientación postural corresponde a cada parte del cuerpo que busca mantener una relación correcta entre ellos y el medio, para ubicar al cuerpo en su totalidad dentro su base de sustentación (Freitas y Barela, 2006b).

La postura erecta en bipedestación es posible debido a la acción de la contracción tónica de los músculos de la nuca, del tronco y de los miembros inferiores, con predominio de los extensores sobre los flexores. Sin embargo, esta posición tiende a desestabilizarse constantemente

por los movimientos de la cabeza, tronco y de los miembros superiores, así como la gravedad. Ello desencadena la puesta en acción de un mecanismo de corrección postural que modifica el grado de contracción y distribuye las activaciones e inhibiciones.(Shumway-Cook y Woollacott 1995c). Pero también, este control postural resulta de la acción de los componentes neurales o sistemas aferentes (sensoriales).

2.2.1 Sistemas sensoriales.

La información del estado obtenida por los distintos receptores, es transferida al sistema nervioso central (SNC), estando los centros principales en el tronco cerebral, ganglios de la base y hemisferios cerebrales a nivel del área motora suplementaria y del lóbulo cerebral derecho. Los ganglios de la base y el tronco cerebral son los centros reguladores de los ajustes de la postura. El cerebelo regula los movimientos y los hemisferios representan todo el sistema corporal.

Como se ha dicho anteriormente para mantener el equilibrio se necesita información sobre las posiciones relativas de las diversas partes del cuerpo y la magnitud de las fuerzas que están actuando. Para ello requerimos de tres tipos de sistemas sensitivos: Visual, Somatosensorial y Vestibular. Estos actúan integradamente y de manera diferenciada para cada perturbación que ocurre en el cuerpo (Mochizuki y Amadio, 2006).

- **Sistema visual.**

El sistema visual recibe la percepción de los objetos en el espacio y del movimiento de las extremidades. Los reflejos generados por este sistema son los más lentos de los tres implicados en el control del equilibrio. La información captada por la retina se recibe en el cerebro en al menos dos regiones: una para identificar los objetos y otra para la captación de los movimientos.

Así, la información sensorial visual, permite a través de la visión horizontal, establecer diversas estrategias de equilibrio que logran estabilizar la cabeza en el espacio aún cuando el individuo este realizando tareas dinámicas como cabalgar en el campo o mantenerse en una

plataforma móvil. (Buchanan y Horak, 1999; De Nunzio y Schieppati 2007 y Schieppati et al., 2002).

La eficacia de la visión en el control postural depende de la agudeza visual, el contraste, la distancia de los objetos y las condiciones de iluminación del lugar. Se conoce que el control del equilibrio es mejor cuando la distancia es menor a 2 metros.

- **Sistema somatosensorial.**

Este sistema produce información sobre la posición del cuerpo en el espacio relativo a la superficie de soporte, información de la posición de la velocidad relativa de los diferentes segmentos del cuerpo y produce información sobre las presiones (Cuccia, y Caradonna, 2009).

Los receptores de este sistema corresponden a los husos musculares tipo I y II, el órgano de Golgi, y los articulares, mecanorreceptores cutáneos y subcutáneos: Meissner y Merkel en la capa superficial y, los de Ruffini y Paccini de las capas profundas (López, 2008).

- **Sistema vestibular.**

El sistema vestibular produce información de la posición de la cabeza con respecto a la fuerza de gravedad y las fuerzas de inercia.

Los receptores vestibulares se encuentran en el interior del laberinto membranoso o aparato vestibular, dentro del laberinto óseo del hueso temporal, lleno de endolinfa. Los receptores se distribuyen en cada conducto semicircular, la mácula sacular y la mácula utricular.

El sistema vestibular es sensible a las fuerzas de gravedad. Tanto el utrículo como el sáculo, se estimulan por aceleraciones lineales y por cambios de la orientación de la cabeza en relación con la gravedad. Mientras que los canales semicirculares se estimulan por aceleración angular. La información recibida simultáneamente por los laberintos, es transmitida a través del nervio vestibular a los núcleos vestibulares, cuyos impulsos ascienden por el fascículo longitudinal medial hasta los pares craneales III, IV y VI, los que contribuyen a las respuestas oculo-vestibulares. Además, los impulsos procedentes de los núcleos vestibulares descienden por

los tractos vestibuloespinales interno y externo y proporcionan inervación a los músculos extensores de la cabeza, el tronco y extremidades para contrarrestar el efecto de la gravedad y mantener la postura erecta (Bartual y Pérez, 1999; Torricelli, 2007).

La indemnidad de estas aferencias es absolutamente necesaria para mantener la postura. Ellas obligan a permanentes ajustes que además deben ser integrados con los movimientos voluntarios del SNC, utilizando circuitos corticales, troncoencefálicos y espinales. Estos tres niveles de control motor están interconectados para permitir la coordinación y variación de respuestas motoras, llamadas estrategias motoras posturales (Kandel et al., 2001).

2.2.2 Estrategias motoras del control postural.

El sistema postural depende de un sistema de entrada que recoge información, un centro de integración que recibe, discrimina y elabora, y un sistema efector que permite las respuestas adecuadas para mantener la postura.

Para que se produzcan los ajustes posturales, el sistema nervioso recurre a diferentes estrategias motoras, que liberan al cerebro de controlar continuamente el balance, dando independencia a los músculos que participan en éste. Tales estrategias son:

- **Estrategia de tobillo.**

Esta estrategia descrita por Nashner, se utiliza al estar el sujeto en bipedestación y al recibir pequeñas perturbaciones del equilibrio. Al estar bien apoyado los pies en el suelo se puede utilizar el brazo de palanca del conjunto del pie situando su eje de rotación a nivel de la articulación tibiotarsiana, comportándose como un péndulo invertido (citado por Shumway-Cook y Woollacott 1995d).

Como la vertical de gravedad cae siempre por delante del eje de los tobillos, el peso del cuerpo crea un par mecánico alrededor de éste, que tiende siempre a hacer caer al sujeto hacia

adelante. Los músculos posteriores de las piernas ejercen un par mecánico igual y de sentido contrario que impiden esta caída (sinergia muscular). (Horak y Nashner, 1986).

Los estudios demuestran que estos músculos son los primeros en responder a una perturbación del equilibrio; después, los músculos del muslo, seguidos por las reacciones de los de la cadera, siendo la secuencia motriz distoproximal. Explica el comportamiento del hombre como un péndulo invertido, el cual oscila alrededor del eje de sus tibiotarsianas, manteniendo el centro de gravedad (CDG) en su posición dentro de la base de soporte. Según un estudio realizado en España, las oscilaciones anteroposteriores predominan sobre las medio-laterales, lo que permitiría explicar el mayor control a nivel de tobillos (González y Keglevic, 2004b; Baydal et al., 2004a y Villeneuve, 2008).

- **Estrategia de cambio de peso.**

El balance medio-lateral puede controlarse utilizando esta estrategia, trasladando el peso del cuerpo desde una pierna hacia la otra. La articulación principal es la cadera, que mueve el centro de gravedad en un plano frontal, oponiendo la abducción-aducción con inversión-eversión de los tobillos (Gagey y Weber, 2001a).

- **Estrategia de Suspensión.**

La articulación principal en esta estrategia son las rodillas. Esta estrategia baja el CDG del cuerpo abruptamente mediante la flexión de rodillas, con asociación de flexión de tobillos y cadera. Al bajar en CDG aumenta la dificultad de mantener el balance dinámico, porque el cuerpo tiende a caerse por inestabilidad de ésta posición (Gagey y Weber, 2001b).

- **Estrategia de Cadera.**

Ante una situación en que los pies estén apoyados en un estrecho arco plantar o cuando la superficie de apoyo es inestable el sujeto adopta la movilización de la pelvis para mantener su vertical de gravedad dentro de los límites del polígono de sustentación. Los estudios de electromiografía (EMG) muestran que los glúteos son los primeros en responder a una alteración del equilibrio, volviéndose la secuencia motriz próximodistal (ojos cerrados). Además se observo

que es frecuentemente utilizada en personas mayores, y cuando la base de sustentación es reducida, ya que al disminuir la base de apoyo, disminuye el brazo de palanca (Baydal et al., 2004b; González y Keglevic, 2004c).

En contraste con la estrategia de tobillo, la estrategia de cadera es efectiva cuando ocurre un desplazamiento rápido del CDG, ya que produce una respuesta rápida en el tronco.

Las investigaciones realizadas por Wollacott et al., (1986), permitieron demostrar que los adultos mayores presentaban latencias al inicio mucho más lentas en los dorsiflexores de tobillos en respuesta a los movimientos perturbadores en el plano sagital. Ellos utilizaban las estrategias de cadera frente a las perturbaciones posturales en posición bípeda en comparación a los adultos jóvenes.

2.3 EQUILIBRIO POSTURAL.

El control del equilibrio es uno de los aspectos del control postural. A partir de la posición de pie erecta, las reacciones al equilibrio son complejas ya que se oponen a la tendencia natural de la caída.

Existen tres formas de equilibrio: Estático, Cinético y Dinámico.

2.3.1 Equilibrio Estático.

El cuerpo está en equilibrio y en reposo, puede estar sentado o de pie, pero inmóvil. En este caso sólo actúa la fuerza de la gravedad. Este es el resultado del tono postural, que es una contracción muscular sostenida, tono muscular, que hace posible el mantenimiento de la postura erecta. Su aprendizaje es lento y exige el desarrollo de un mecanismo neuromuscular en el que se integran y elaboran una gran cantidad de reflejos, especialmente tónicos. (Shumway-Cook y Woollacott 1995c).

2.3.2 Equilibrio Cinético.

El cuerpo en equilibrio es sometido pasivamente a un movimiento de traslación rectilíneo y uniforme (viajar en avión, ascensor, etc.). En este caso actúa la gravedad y la fuerza que origina la traslación.

2.3.3 Equilibrio Dinámico.

El individuo realiza movimientos parciales o totales del cuerpo, cambia activamente de posición en el espacio, de lo que resulta un desplazamiento. En este caso actúan, simultáneamente, sobre el cuerpo, la gravedad y varias fuerzas de diversas direcciones. El equilibrio se mantiene cuando el centro de gravedad o punto sobre el que actúa la resultante de todas las fuerzas que inciden simultáneamente en cada instante, incluida la gravedad, queda dentro del área que constituye la base de sustentación. El mantenimiento del equilibrio se consigue mediante un complejo proceso neuromuscular denominado equilibración o control postural.

Las alteraciones del equilibrio tienen un impacto negativo en casi todas las actividades de la vida diaria, y por lo tanto influyen en la capacidad de vivir independientemente. Normalmente, el mantenimiento de la postura erecta en bipedestación no requiere de un esfuerzo consciente, se obtiene naturalmente mediante la integración de los sistemas visual, vestibular y somatosensorial que conjuntamente producen una rápida y eficaz información, la cual es integrada en la zona de la corteza cerebral con informaciones desde el cerebelo. El cerebro puede desechar o seleccionar información para producir o ejecutar una actividad motora determinada de control postural. (Redfern et al., 2001; Sanz et al., 2004 y Mochizuki y Amadio 2006b).

2.4 CENTRO DE PRESIÓN Y CENTRO DE GRAVEDAD.

El centro de presión (CoP) es el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas verticales en la superficie o soporte y representa el resultado colectivo del sistema de control postural y de la fuerza de gravedad. (Palmieri et al., 2002b).

La oscilación del cuerpo durante la postura erecta se investiga usualmente mediante la utilización de plataformas dinamométricas, un instrumento de medida sobre el cual los individuos permanecen de pie durante el experimento. La variable más común para analizar es la oscilación del CoP, que resulta de la aplicación de fuerzas en la superficie del soporte. El desplazamiento del CoP representa la suma de acciones del sistema del control postural y de la fuerza de gravedad. Debido a las oscilaciones del cuerpo y las fuerzas de inercia, la proyección del CoP es diferente del CDG sobre la superficie del soporte (Chaudhry et al, 2005).

Los pies representan la base para una buena postura, soportando fundamentalmente la postura bípeda y siendo esenciales para el equilibrio en la marcha. Cuando un individuo está en posición bípeda sobre ambos pies, el peso se distribuye en el 57% en el retropié y el 43% en el antepié (Monteiro et al., 2007).

El control postural durante la deambulación, bipedestación o sedestación representa la habilidad del ser humano para mantener el CoP, que coincida con la proyección perpendicular del CDG, dentro de los límites de estabilidad. Los límites de estabilidad es un área en el espacio en el que el cuerpo puede mantener su posición sin modificar la base de soporte. Estos límites no son fijos y cambian de acuerdo con las condiciones de actividad del sujeto, situación del aparato locomotor, estados emocionales o aspectos relacionados con el entorno. Si en algún momento el CoP cae fuera de los límites de estabilidad, la caída es inevitable, a menos que se realice una brusca corrección. El sistema de equilibrio evita la caída mediante continuos ajustes de la postura en bipedestación y minimiza las influencias desestabilizadoras como la gravedad u otro vector de fuerza (Chaudhry et al., 2005).

Las alteraciones externas que afectan a la postura y el equilibrio pueden ser mecánicas, desplazando el CDG de la base de sustentación. De la misma manera alguna información externa sensorial puede producir trastornos entre los sistemas visual, vestibular o somatosensorial (ejemplo, si vemos como se mueve un tren desde el andén de la estación nos da la sensación de que nos movemos, aunque estamos inmóviles)

La evolución del equilibrio, de las posturas y los desplazamientos y el propio dominio progresivo del propio cuerpo, permiten en cada momento de la vida organizar los movimientos, construir y mantener un íntimo sentimiento de seguridad postural, esencial para la constitución de la imagen del cuerpo, de la armonía del gesto y de la eficacia de las acciones. Esto tiene repercusiones en la constitución de la personalidad en su conjunto y en la organización y representación del espacio. Esta concepción ha permitido integrar una mirada científica neurofisiológica del proceso de construcción del equilibrio postural reconociendo la continuidad genética del desarrollo motor (Pikler E., citado por Ruiz, 1994).

2.5 DESARROLLO DEL CONTROL POSTURAL.

Desde que nace el niño va adquiriendo diferentes posturas en su desarrollo según su maduración neurológica, esto le permite cambiar desde la horizontalidad a la verticalidad, reducir su base de sustentación, la elevación, paulatinamente, del centro de gravedad, y la verticalización de la cabeza. Todas aquellas posturas intermedias permiten al niño percibir todas las partes activas del cuerpo y su propia capacidad para hacerlos funcionar en el momento más adecuado con una permanente regulación. Esta percepción y autorregulación son esenciales en la eficacia de sus actos y en la construcción del esquema corporal.

La aparición del control postural comienza en el segmento de la cabeza y el primer sentido que planifica el control cefálico es la visión, cuando los niños comienzan a sentarse independientemente, aprenden a coordinar la información sensorio-motora que relaciona los segmentos de la cabeza y del tronco, acorde al desarrollo progresivo.

2.6 POSTUROGRAFIA.

La Posturografía es una técnica que permite definir objetivamente la posición media del cuerpo y medir los diminutos movimientos que se producen durante la posición bípeda. Físicamente mide la posición del centro de presión, es decir, el punto de aplicación de las fuerzas

que se oponen al desplazamiento de la plataforma bajo el impulso de la masa corporal. (Gagey y Weber, 2001).

Para que los resultados sean comparables, no sólo la plataforma debe ser normalizada, sino también el ambiente, especialmente el visual. Por su parte el auditivo tampoco debe desviar la atención del individuo evaluado. Ya que su nivel de vigilia desempeña un rol importante en la respuesta postural.

2.6.1 Plataformas posturográficas o dinamométricas.

Una plataforma dinamométrica es un instrumento que permite la medida y el análisis de la fuerza de reacción que un individuo ejerce sobre el suelo en la ejecución de un movimiento o gesto determinado. Es decir, es un sistema de análisis de la fuerza que el pie ejerce sobre el plano de apoyo durante la bipedestación estática o durante la marcha. Tiene su fundamento en la tercera ley de Newton, principio de acción-reacción, que dice que puede obtenerse el valor de una fuerza externa ejercida sobre una superficie al encontrar la fuerza que origina, pero en magnitud y dirección opuesta.

Desde que se desarrolló la primera plataforma dinamométrica, el año 1952 en la Universidad de Berkeley, California, EEUU, se han descrito varios tipos de plataformas para la medición de la fuerza ejercida por un individuo en los tres ejes (X, Y y Z).

La transformación de la fuerza de reacción en una señal electrónica se realiza basándose en dos tecnologías de transductores: extensiométricos y piezoeléctricos. Ambas tecnologías utilizan una plataforma rígida de acero montada sobre cuatro columnas en las que se encuentran los transductores. Cuando se ejerce presión sobre la plataforma se producen pequeñas presiones sobre las columnas que la soportan y esto origina cambios en los receptores de las señales.

El Posturógrafo utiliza un estabilograma que permite registrar y juzgar las variaciones de los movimientos sagitales con respecto a los movimientos frontales (González y Keglevic 2004d).

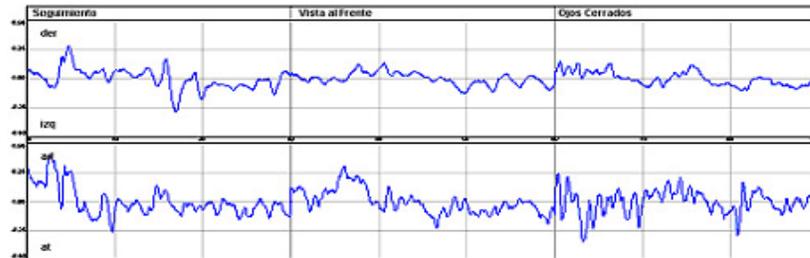


Figura 2.1. Estabilograma: trazado superior, oscilaciones posturales derecha-izquierda. Trazado inferior, oscilaciones posturales antero-posterior. En abscisas, está ubicado el tiempo. En ordenadas, la amplitud de las oscilaciones en centímetros

- **Tipos de plataformas.**

- **Posturografía estática:** es aquella técnica que utiliza plataformas dinamométricas fijas para medir las oscilaciones del centro de presión durante la bipedestación estática o inmóvil mientras el sujeto mira a un punto fijo a la altura de los ojos. Existen variantes de este método: con ojos abiertos o cerrados, con cabeza en hiperextensión o normal, con suelo firme o inestable (gomaespuma) o usando un balancín. La Posturografía estática utiliza el Test de Romberg para obtener los resultados de los desplazamientos del centro de Presión. El objetivo de cada fase de este test consiste en lo siguiente:
- **Seguimiento (SEG):** busca medir la habilidad de control postural del paciente basado en el lazo viso-motor, observando un círculo en una pantalla de un osciloscopio e intentar controlar su cuerpo para reducirlo al mínimo.
- **Vista al Frente (VF):** busca obtener el oscilograma de la situación más natural de postura, basada en los lazos propioceptivos, vestibular y visual, por medio de la mantención del balance estando en posición bípeda con la mirada al frente.

- **Ojos Cerrados (OC):** busca obtener, principalmente, la respuesta del sistema vestibular y propioceptivo, permaneciendo en posición bípeda estática con los ojos cerrados.

El test de Romberg compara la oscilación postural espontánea con los ojos abiertos frente a la oscilación que se produce con los ojos cerrados para identificar alteraciones del sistema somatosensorial periférico y la función vestibulo-espinal (extremidades, tronco) (Test de Romberg, 2006).

- **Posturografía Dinámica:** utiliza una plataforma dinamométrica montada sobre un soporte capaz de trasladarse horizontalmente, inclinarse adelante o atrás, y/o rotar alrededor de un eje co-linear con los tobillos. En algunos casos, el movimiento está acoplado al del sujeto para mantener constante el ángulo del tobillo con la finalidad de disminuir la información de los propioceptores de esta articulación, pero también pueden estar rodeadas de un entorno visual capaz de desorientar al sujeto. (Norré, 1994).

- **Parámetros posturográficos.**

- **Bandas de Frecuencia del Centro de Presión.**

El posturógrafo expresa la energía total relativa para la fase: seguimiento, vista al frente y ojos cerrados utilizada en los rangos de frecuencia donde oscila la postura bípeda estática. Por medio de un gráfico de barras se determina la cantidad de energía utilizada en los rangos de frecuencia 0.0625 (1/16) Hz, 0.0125 (1/8) Hz, 0.25 (1/4) Hz, 0.5 (1/2) Hz, 1 Hz, 2 Hz y 4 Hz, ya que se conocen éstas como el espectro en que oscila el centro de presión del hombre en bipedestación. Las frecuencias que oscilan entre 0 – 0,5 representan las oscilaciones controladas del centro de presión. Las bandas de frecuencia de 0,5 – 1,5, reflejan la energía muscular comprometida en la recuperación del equilibrio, por lo tanto expresan una mayor utilización de energía. (González y Keglevic, 2004e, Gagey y Weber 2001).

Específicamente, cada rango de frecuencia, señala qué sistema es el involucrado. Los rangos de frecuencia menor a 0,1 Hz participa el sistema visual. La banda de 0,5 Hz muestra la participación de los otolitos, y entre 0,5 y 1 Hz participan los canales semicirculares, ambos del

sistema vestibular. Las bandas 1Hz y mayor a 1Hz corresponde a la acción del sistema somatosensorial o propioceptivo. (Redfern, 2001; Gatica, 2010).

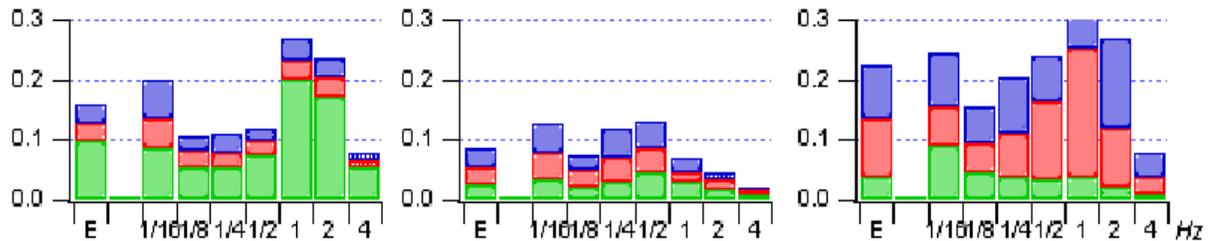


Figura 2.2 .- Bandas de frecuencia en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados.

- **Energía Total Relativa (ETR).**

Corresponde a la suma de la energía de cada banda de frecuencia utilizada en cada fase (Artificio, 2005).

- **Área Centro Presión (ACoP).**

La plataforma mide físicamente la posición y el recorrido del centro de presión, es decir, al punto de localización del vector de las fuerzas verticales de reacción del suelo. Representa el promedio de todo el peso que está en contacto con la superficie del suelo. (Winter D., 1995).

El posturógrafo expresa las oscilaciones de este centro de presión en coordenadas ordenadas en función del tiempo, teniendo de esta manera, dos gráficos, uno en el eje X (Movimientos laterales) y un eje Y (Movimientos anteroposteriores) para cada una de las fases, permitiendo objetivar la estrategia motora utilizada para mantener al sujeto dentro de la base de sustentación.

El área del centro de presión se puede graficar y observar en un estatocinesiograma mostrando el registro de la representación vectorial de la proyección del centro de Presión.

En este caso, su registro permite conocer la posición media de la proyección del CoP en la abscisa y en la coordenada, la longitud total del trazado que muestra la distancia recorrida por el CoP, y la capa exterior de esta longitud delimita una superficie que mide la presión del sistema postural.

Los límites de normalidad del área del centro de presión, en la fase de ojos abiertos se encuentran entre 0,039 y 0,21 mts.2, y su media es de 0,091 mts.2, en cambio, en la fase de ojos cerrados el límite menor corresponde a 0,079 y el mayor es 0,638 mtrs.2; por su parte la media equivale a 0.225 mts.2 (Gagey y Weber, 2001).

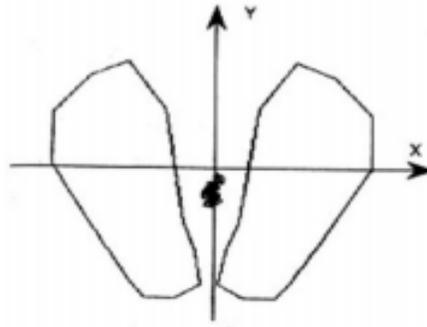


Figura 2.3 .-Estatocinesiograma: señala el origen y el desplazamiento del centro de presión dentro del baricentro de sustentación, lo que permite observar su área. El eje X muestra los movimientos de derecha- izquierda, y el eje Y muestra los movimientos de anterior a posterior.

- **Velocidad del centro de presión en el eje X, Y, y velocidad media (V_x , V_y y V_m).**

Corresponde a la velocidad que el centro de presión se mueve dentro del baricentro de presión en los ejes X e Y, y se expresa en metros por segundo. Desplazamientos máximos mediolateral (X) y anteroposterior (Y) (mm.): representan el punto más lejano en los ejes mediolateral y anteroposterior al que se desplaza el centro de presión durante el tiempo de registro.

Velocidad media es una estimación de la velocidad media de desplazamiento del centro de presiones del sujeto durante toda la prueba, expresada en metros por segundo. Para realizar este cálculo, la aplicación calcula la distancia total recorrida por el centro de presiones durante la prueba y la divide por el tiempo transcurrido. Este parámetro es importante para conocer la energía que consume el sujeto para mantener el equilibrio e informa de la magnitud del desplazamiento del centro de presiones durante el tiempo del registro,

independientemente de la superficie en la que ha oscilado.(Ortuño et al., 2008)

La velocidad media estima cuánto se movió el sujeto durante cada fase y en cada eje (Martin et al., 2004).

- **Índice de Romberg (IR).**

Considerando el test, el índice de Romberg indica la variación en la utilización de componentes vestibulares, visuales y somatosensorial (propioceptivo) en la mantención del balance en las fases vista al frente y ojos cerrados respectivamente, es decir, permite apreciar en qué medida un individuo utiliza uno de los sistemas con mayor predominio en el control de su postura. Este índice se calcula dividiendo el área del centro de presión, utilizada en la fase ojos cerrados por el área de la fase vista al frente, multiplicada por 100.

$$\text{Índice de Romberg: } (\text{Área CoP OC} / \text{Área CoP VF}) \times 100$$

Este índice o cociente representa la estabilidad del sujeto para permanecer en posición bípeda con los OA y OC. Si el cociente es igual a 100 significa que el sujeto es tan estable en ambas situaciones y no requiere de la visión para controlar su postura ortostática. Normalmente al cerrar los ojos, el valor aumenta un 150%, de manera que el promedio en OC es 250 pero los valores normales pueden oscilar entre 112 y 677. Estos valores de normalidad se calculan con un índice de confianza $p < 0.05$.

En relación al predominio de un sistema sobre otro para mantener la postura bípeda estática, se dice:

- 1.- Menor a 100, significa que el individuo utilizó mayormente el componente Somatosensorial o Propioceptivo.
- 2.- Valores entre 100-130 quiere decir que se utilizó principalmente el componente Visual.

3.- Mayor a 130 significa que el individuo utilizó mayormente el componente Vestibular (Gagey, 2001).

2.7 DISCAPACIDAD INTELECTUAL.

En general, es posible resumir la evolución histórica de las concepciones del retraso o deficiencia mental refiriéndose a dos momentos históricos, uno antes del siglo XIX donde el concepto no se diferenciaba de otras alteraciones y otro después cuando se diferenció claramente de la demencia y de otras patologías. En esta época surgió un creciente interés por el retraso mental, creándose organizaciones profesionales, publicación de revistas y se inician los intercambios internacionales.

A partir de 1959, las propuestas de la Asociación Americana sobre personas con Deficiencia Mental (AADM), que a partir de los años 80 pasó a denominarse Asociación Americana sobre personas con Retraso Mental, (AAMR) marcaron la pauta de la concepción más aceptada por profesionales y medios científicos. Sus criterios vienen siendo aceptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), incorporándolos a su sistema de Clasificación Internacional de Enfermedades, CIE 10(F70 y 79) y por la Asociación Americana de Psiquiatría.

Su definición decía:

“El retraso mental está relacionado con un funcionamiento intelectual general por debajo de la media, que se origina en el periodo de desarrollo, y se asocia con deficiencias en el comportamiento adaptativo” (Verdugo, 2003).

Posteriormente el año 1973 y 1983 se realizan nuevas adaptaciones a la definición hasta 1992, última fecha en que se modifica durante el siglo XX. Su definición decía:

“Retraso mental hace referencia a limitaciones sustanciales en el funcionamiento actual. Se caracteriza por un funcionamiento intelectual significativamente inferior a la media, que

generalmente coexiste junto a limitaciones en dos o más de las siguientes áreas de de habilidades de adaptación: comunicación, autocuidado, vida en el hogar, habilidades sociales, utilización de la comunidad, autodirección, salud y seguridad, habilidades académicas funcionales tiempo libre y trabajo. El retraso mental se ha de manifestar antes de los 18 años de edad”. (Luckasson et al., 2002).

En los inicios de la década del 2000 junto con la proclamación de la décima definición sobre el retardo mental, se inicia el proceso de cambio de la AARM por el de Asociación Americana de Discapacidad Intelectual y del Desarrollo (AAIDD, 2002) basado en el carácter peyorativo del término retraso mental debido a que reduce la comprensión de las personas con limitaciones intelectuales a una categoría diagnóstica nacida desde la perspectiva psicopatológica. La discapacidad intelectual debe concebirse desde un enfoque en que se manifieste en primer lugar a la persona como cualquier otro individuo de la sociedad.

Visto así el año 2002, la AAIDD la define como:

La definición de discapacidad intelectual basada en el Modelo Multidimensional de la Discapacidad Intelectual, dado por la AAIDD se refiere a la presencia de “limitaciones en el funcionamiento del estudiante, caracterizado por el desempeño intelectual significativamente por debajo de la media que se da en forma concurrente con limitaciones en su conducta adaptativa, manifestada en habilidades prácticas, sociales y conceptuales, y que comienzan antes de los 18 años”.(AAIDD, 2002)

Sin embargo, para su aplicación es necesario considerar dos premisas:

Una evaluación válida tiene presente la diversidad cultural y/o lingüística del estudiante, así como las diferencias en comunicación y en aspectos sensoriales, motores y de comportamiento (enfoque multidimensional de la Discapacidad Intelectual).

En un o una estudiante, las limitaciones coexisten con las capacidades.

El propósito de describir las limitaciones, así como las fortalezas, que presenta u o una estudiante, es desarrollar un perfil de los apoyos que necesita para aprender y participar.

La discapacidad intelectual implica necesidades educativas especiales (NEE) permanentes aunque no inmutables. Si se ofrecen los apoyos personalizados apropiados, durante un periodo prolongado, el funcionamiento en la vida del estudiante con discapacidad intelectual generalmente mejorará.

En relación a la definición de discapacidad intelectual y específicamente a las limitaciones significativas del funcionamiento intelectual, nos hace suponer que existen diferentes niveles de funcionamiento los cuales son obtenidos en la aplicación de la escala de inteligencia de Wechsler para adultos, Wais, adaptada para Chile por Berdicewski en 1960 y la nueva redacción al castellano del Manual de la Escala de Inteligencia de Wechsler para adultos (WAIS) realizada por Hermosilla en 1982, la que determina finalmente el Coeficiente Intelectual(CI) de los individuos. Así, se ha determinado una clasificación del rendimiento intelectual en base al CI estableciéndose los siguientes niveles:

<u>Categoría</u>	<u>Rango de Puntaje – CI</u>
Limítrofe	70 – 79
Discapacidad Intelectual Leve	50 – 69
Discapacidad Intelectual Moderado	35 – 49
Discapacidad Intelectual Grave o Severa	20 – 34
Discapacidad intelectual Profunda	Por debajo de 20.

A partir de esta clasificación es posible inferir que los jóvenes con discapacidad intelectual presentan diferentes características según la categoría a la que pertenecen, en relación a su conducta adaptativa, manifestada por diferencias comunicativas, de comportamiento, sensoriales y motoras.

Las siguientes son algunas de las características motrices más significativas:

- Alteraciones anatómico-funcionales debido a las diversas causas de los síndromes que la cursan con Deficiencia Mental.
- Retraso en el desarrollo y rendimiento motor en un promedio de dos años.
- Escaso equilibrio y locomoción deficitaria.
- Torpeza psicomotriz; dificultades en coordinaciones complejas y dificultades en destrezas manipulativas.
- La resistencia cardio-vascular es inferior a la media.

En general, el modelo de desarrollo es igual que el resto de los niños, pero con un ritmo más lento.(Bautista, 1991).

2.7.1 Discapacidad intelectual leve.

Representan alrededor del 70% de los casos de Discapacidad Intelectual. Las personas con Discapacidad Intelectual Leve presentan un Coeficiente Intelectual entre 50-69. La mayoría de las causas que lo desarrollan están asociadas a factores culturales y familiares. Pueden desarrollar habilidades sociales y de comunicación y tienen capacidad para adaptarse e integrarse en el mundo laboral. Presentan un retraso en las áreas perceptivas y motoras (Stefanini, 2004).

Los niños y jóvenes con deficiencia intelectual presentan varias áreas del desarrollo psicomotor deficitario, principalmente al equilibrio estático y dinámico, una deficiente imagen corporal que se traduce en el esquema corporal alterado además de presentar falta de coordinación motora, torpeza al caminar y estructuración. Lo anterior se manifiesta en una falta de control postural para mantener la postura estática así como para permanecer siempre equilibrado en la postura bípeda dinámica. (Picq y Vayer, 1977)

2.8 ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.

Martín (2001) se refiere al define entrenamiento deportivo como un proceso conducido planificadamente, el cual debe desarrollarse conforme a una representación de objetivos y generar modificaciones en el estamento de rendimiento motor, de la capacidad de acción y de la conducta del deportista.

Este debe presentar tres características según su definición:

El entrenamiento es un proceso. Este debe entenderse como un determinado flujo en el que se producen modificaciones del estado físico, psíquico, cognitivo y afectivo.

El entrenamiento tiene como objetivo la optimización del rendimiento, es decir, el logro de rendimientos máximos.

El entrenamiento debe realizarse sistemática y planificadamente. (Martin y cols. 2001).

Por su parte propiocepción ha sido definida como la información aferente captada desde la periferia, que contribuye a la mantención de la estabilidad articular (sentido de la posición de las articulaciones), la capacidad de identificar el movimiento a través de sensaciones musculares (cinestesia), control postural y control motor. (Riemann y Lephart, 2002).

El concepto del ejercicio propioceptivo para recuperar el control neuromuscular fue introducido inicialmente en los programas de rehabilitación en las áreas neurológicas así como en las deportivas. Se pensó que si los mecanorreceptores están presentes en los ligamentos, una lesión ligamentosa debería alterar la información aferente. El entrenamiento después de la lesión sería necesario para restablecer esta función neurológica alterada. Un ejemplo de ello bajo la mirada de rehabilitación neurológica corresponde al método Frenkel, utilizado por un médico para restablecer el equilibrio en enfermedades neurológicas como la ataxia cerebelosa. Asimismo, es utilizado para personas que presentan alteraciones del sistema vestibular (Mraz, et al., 2007) o

enfermedad de Parkinson (Gago y Seco, 2008). También para la prevención y tratamiento de lesiones deportivas; esguinces de tobillos en jugadores de fútbol, vóleybol, bailarines de Ballet entre otros (Fort et al., 2011) y para reducir el riesgo de caída en adultos mayores. (Thompson et al., 2003).

La conciencia propioceptiva o “cinestésica” es un aspecto del entrenamiento que se consigue con ejercicios específicos. El objetivo del entrenamiento propioceptivo es reconvertir las vías aferentes alteradas para mejorar el sentido de movimiento articular. El control neuromuscular de las articulaciones mediante propiocepción entra en acción a tres niveles distintos de la actividad motora del SNC:

Los reflejos a nivel medular participan en patrones de movimiento procedentes de niveles superiores del sistema nervioso. Esto permite el reflejo para la estabilización de la articulación durante circunstancia de presión excesiva alrededor de la articulación y tiene implicancias relevantes en la rehabilitación.

El segundo nivel de control motor localizado en el tronco encefálico recibe información de los mecanorreceptores articulares, sistema vestibular y el equilibrio corporal. Es posible emplear las acciones neuromusculares activadas o reactivadas que permite esta vía para procesar la información de estímulos aferentes y mejorar la función del tronco encefálico.

El nivel superior de función del SNC (corteza, ganglios basales y cerebelo) obtiene conciencia cognitiva de la posición y movimiento corporal en la que las órdenes motoras comienzan para movimientos voluntarios. El uso de la vía cortical permite movimientos repetidos y almacenados como órdenes centrales para ser realizadas sin una referencia continua de la conciencia. El entrenamiento cinestésico y propioceptivo son actividades que pueden mejorar esta función.

La incorporación de los tres niveles de control motor a las actividades para solucionar las deficiencias propioceptivas debe comenzar en las primeras fases del programa de intervención. El

objetivo a la hora de estimular los receptores musculares y articulares es conseguir la descarga aferente máxima al nivel del SNC respectivo. Para estimular la estabilización articular refleja que proviene de la médula espinal las actividades deben centrarse en cambios bruscos de posición articular que precisan control neuromuscular. La mejora de la función motora en el tronco encefálico puede lograrse con actividades posturales y de equilibrio con o sin información visual.

La estimulación máxima de la conversión de un programa motor consciente a inconsciente puede conseguirse con actividades de posición articular, sobre todo en los extremos del arco de movilidad. Las actividades como el entrenamiento del equilibrio y el de la recolocación articular, deben comenzar pronto durante el programa y su dificultad debe aumentar de forma gradual conforme al progreso de los sujetos (Frontera et al., 2008).

Para la confección del programa de entrenamiento de predominio propioceptivo, se consideraron como base del programa tres métodos de intervención dirigidos a individuos con algunas características de la población en estudio. En relación a los trastornos del equilibrio se consideró como referencia al Método Frenkel, doctor suizo que logró obtener una terapia rehabilitadora para personas con trastornos neurológicos como la ataxia cerebelosa mediante ejercicios sistemáticos y graduados del equilibrio. Otro método de intervención considerado para la confección del programa de entrenamiento de la investigación fue el Método TRAL (Terapia Rehabilitadora del Aparato Locomotor) que consiste en una técnica de reeducación neuromotriz dirigida al reequilibrio de las extremidades inferiores, fue creado por el fisioterapeuta español Pedro de Antolín Ruiz. Por último y de acuerdo a las características de la población de estudio se determinó considerar los aportes que realiza el profesor de estado en Educación General Básica con mención en educación física y psicomotricidad, Carlos Carrasco Varela al sistema educacional chileno en el libro “La educación física en el marco de la reforma curricular NB1 y NB2”. En dicho texto es posible encontrar una gran variedad de ejercicios de concienciación del propio cuerpo, de las funciones de sus partes, de sus movimientos y de su orientación espacio-temporal, constituyendo la base teórico-práctica del esquema corporal. Como dice Jean Le Boulch “el esquema de la actitud deseada por el sujeto, debe ser el único aspecto consciente en la actitud normal habitual” (Carrasco, 2003b).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de estudio.

Investigación Cuantitativa de tipo cuasi-experimental de corte longitudinal, con un diseño pre-prueba y post-prueba. Es decir, en donde se observan los datos de los parámetros de control postural obtenidos antes y después del período de doce semanas de estimulación principalmente propioceptiva a través de un análisis estadístico de los resultados con un software especializado para ello.

3.2 Universo.

Alumnos de ambos sexos integrantes del nivel laboral, matriculados en escuelas de educación especial de la comuna de Temuco durante el año 2010.

3.3 Población de estudio.

Alumnos de ambos sexos de 18 a 26 años matriculados durante el año lectivo 2010, pertenecientes al nivel laboral de la Escuela Especial Ñielol de Temuco, que presenten sólo deficiencia mental leve y que tengan una asistencia mínima del 75%.

3.4 Muestra.

Mediante un muestreo por conveniencia y considerando los criterios de inclusión y exclusión la muestra para el siguiente es de $n= 16$.

Los valores anteriores se obtuvieron basándose de la matrícula del año 2009 y serán ajustados a la realidad el año 2010.

3.5 Instrumentos de recolección de datos.

- **Oscilógrafo postural:** diseñado y fabricado en Chile por Art-Oficio Limitada (validado por el departamento de Biología de la U. de Chile).
- **Rango oscilógrafo:** entre 0,0625 Hz y 4Hhz.
- **Balanza analítica:** marca CAMRY modelo EF551BW. ISO 9001:2000 certificado por SGS.
- **Cpu.**
- **Programa de análisis posturográfico Igor Pro.**
- **Software estadístico Prisma Versión 5.0:** para recolección de datos y análisis estadístico.

3.6 Plan de análisis de los datos.

En el análisis estadístico se utilizó el programa Prisma 5.0 para Windows. Desde este, se realizó una comparación de datos paramétricos, a través de la prueba T- Students.

Para determinar la validez de la investigación se realizó con un intervalo de confianza del 95% (valor p : $< 0,05$) a través de la prueba Shapiro Wilk, desde la cual se efectuaron las inferencias a partir de la comparación de las medias de tendencia central (desviación estándar y media aritmética).

3.7 Criterios de inclusión.

- Jóvenes con déficit Intelectual Leve.
- Ambos sexos.
- Edad de 18 a 26 años.
- Alumnos pertenecientes al nivel laboral de la Escuela Municipal Especial Ñielol de la comuna de Temuco.
- Año lectivo 2010.

3.8 Criterios de exclusión.

Alumnos de ambos sexos que presenten:

- Alteraciones sensoriales no corregidas.
- Parálisis cerebral.
- Trastornos Generalizados del Desarrollo.
- Prótesis y/o alteraciones músculo-esqueléticas de miembros inferiores y tronco.
- Alteraciones genéticas, metabólicas y congénitas asociados a deficiencia mental Leve.

3.9 Hipótesis.

- **Hipótesis de investigación.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros del control postural, en jóvenes con deficiencia mental leve que son sometidos a un programa de ejercicios principalmente propioceptivo.

- **Hipótesis Nula.**

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros del control postural, en jóvenes con deficiencia mental leve que son sometidos a un programa de ejercicios principalmente propioceptivo.

- **Hipótesis específicas.**
- **Energía de bandas de frecuencia.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Energía de Bandas de Frecuencia en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Energía de Bandas de Frecuencia en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

- **Energía total relativa.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Energía Total Relativa en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Energía Total Relativa en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos

- **Área de centro de presión.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Área de Centro de Presión en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Área de Centro de Presión en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

- **Velocidad del centro de presión.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Velocidad de Centro de Presión en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Velocidad de Centro de Presión en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

- **Índice de Romberg.**

H1: Existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Índice de Romberg en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

H0: No existen diferencias significativas en los parámetros posturográficos de Índice de Romberg en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados después de la aplicación de un programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

3.10 Objetivo.

- **Objetivo General.**

Conocer los efectos de un programa de ejercicios principalmente propioceptivo en algunos parámetros del control postural, aplicado a jóvenes de ambos sexos que presentan deficiencia mental leve de 18 años a 26 años de la escuela especial Ñielol de Temuco durante un periodo de 12 semanas.

3.11 Variables.

- **Variables dependientes:**

- Energía por banda de frecuencia.
- Energía total relativa.
- Área del centro de presión.
- Velocidad del centro de presión (en el eje X , Y y la media).
- Índice de Romberg.

- **Variables Independientes:**

- Sexo (Cualitativa nominal).
- Edad: 18 a 26 años (Cualitativa de razón o de proporción).
- Déficit Mental Leve (Cualitativa de razón o proporción).
- Programa de Ejercicios de Estimulación Propioceptiva. (Cualitativa nominal)

3.12 Estrategia propuesta.

- 1.-** Se estableció contacto con la Sra. Jeannette Toy Arroyo, directora de la Escuela Especial Ñielol de la comuna de Temuco y solicitó autorización para la utilización de los espacios físicos que están bajo su dependencia.

- 2.-** Entrevista con la encargada de la unidad técnica del establecimiento para solicitar los cambios de horarios de los alumnos participantes de la investigación. A ello se suma una entrevista con cada docente que está a cargo de los alumnos que participan del proyecto con la finalidad de coordinar los nuevos horarios en que se ausentarán de sus clases.

- 3.-** Revisión y obtención de base de datos de los alumnos que participaron en la investigación desde Gabinete Técnico de la Escuela Especial Ñielol de Temuco.

- 4.-** Determinación de la muestra de los alumnos de ambos sexos cuyas edades se encuentren entre 18 y 26 años de edad a la fecha del 31 de Marzo del año 2010, pertenecientes al nivel laboral a los cuales se les aplicará la investigación.

- 5.-** Reunión con los alumnos seleccionados en que se les informa del proyecto y se les insta a participar debidamente con la autorización de sus padres.

- 6.-** Reunión informativa a los padres de los alumnos seleccionados para solicitar por carta, autorización por medio de un documento del consentimiento informado para la participación de sus hijos en la investigación. Esta participación incluye una evaluación postural con un equipo de Posturógrafo y la participación de los jóvenes en las clases del programa de entrenamiento en el establecimiento.

- 7.-** Solicitud a la directora de la Escuela de Kinesiología, Klga. Marlis Bernales Hermosilla, para autorizar la utilización del equipo de posturografía y la sala del laboratorio de Biomecánica de la Universidad Santo Tomas Sede Temuco para la realización de las evaluaciones y

reevaluaciones de los alumnos o el traslado del equipo de posturografía a la escuela especial Ñielol.

8.- Se solicitó al docente Miguel Oyarce Urrutia, ingeniero en informática su colaboración en el manejo del equipo de posturografía para los procedimientos de evaluación y reevaluación de los alumnos.

9.- Evaluación Posturográfica.

La primera evaluación de los alumnos seleccionados se realiza en el gimnasio de la escuela especial Ñielol.

Se procuró mantener un ambiente térmico, lumínico y acústico adecuado, para no alterar la concentración de los alumnos.

Los alumnos fueron evaluados descalzos, con pantalones cortos y se solicitó el uso de la menor ropa posible en tronco y extremidad superior. Posteriormente se realizó el procedimiento de evaluación con cada uno individualmente.

La evaluación que se utilizó para conocer los parámetros del control postural basado en el estudio de los movimientos del centro de presión en diferentes circunstancias, fue el Test de Romberg.

Dicha evaluación consta de tres sub-test de treinta segundos cada uno, durante la cual, el individuo de estudio se mantiene erguido con ambos pies descalzos sobre una plataforma, que mide físicamente la posición del centro de presión, con pantalones cortos y la menor ropa posible en tronco y extremidades superiores. Permanece bípedo con talones separados y pies a 30°, con los brazos al costado y relajado. El test completo tuvo una duración de 90 segundos.

La primera fase de 30 segundos se denomina Seguimiento (SEG) y consistió en explicar al alumno lo que debe realizar posteriormente. Se solicitó al alumno que observe un punto en la pantalla de un computador y que minimice el movimiento del punto el cual se mueve de acuerdo al control del cuerpo.

Durante esta fase la pantalla del oscilógrafo dibuja un círculo de color celeste, cuya línea representa el radio del vector del centro de presión y el alumno conscientemente debe disminuir el tamaño del círculo.

El inicio del registro de esta fase se produce cuando el círculo del centro de presión cambia a color rojo. El término de esta fase lo señala un estímulo auditivo.

La segunda fase también de 30 segundos se llama Vista al Frente (VF), en ella se solicitó al alumno que dirija la mirada hacia el horizonte en un punto situado a tres metros al frente de él en una postura relajada mantenga la posición inmóvil. La fase termina con el sonido auditivo.

En la última etapa de 30 segundos el alumno mantiene la posición bípeda quieta y simultáneamente cierra los ojos (OC), cuya condición debe ser observada por el examinador. Mientras se realiza la prueba el examinador debe estar atento a que el evaluado no cambie la posición de los pies sobre la plataforma, si esto llega a ocurrir debe reiniciarse la evaluación, abortando en cualquier momento en que haya ocurrido esta situación. El término de esta etapa lo señala un estímulo auditivo, lo que a la vez indica el término del test.

10.- Obtención de resultados y análisis de la 1º evaluación del control postural. Los datos son almacenados en el equipo, de donde posteriormente fueron estudiados y traspasados a un ordenador en donde se analizaron estadísticamente los parámetros del control postural obtenidos, por medio de los software Prisma 5.0 para Windows.

11.- La confección del programa de entrenamiento propioceptivo fue basado en algunos métodos dirigidos a individuos con trastornos del equilibrio, de la propiocepción y de la imagen, concepto y esquema corporal.

12.- Para la confección del programa de ejercicios de predominio propioceptivo se consideraron principalmente tres métodos (Frenkel, Antolín y Carrasco), el cual se aplicó durante un periodo de 12 semanas divididos en 3 etapas, realizadas los días Lunes, Miércoles y Viernes. Los contenidos y duración de cada una de las etapas es la siguiente:

1º Etapa. Esta etapa tiene una duración de 3 semanas y contempla:

- Ejercicios para Imagen Corporal; esta etapa tiene una duración de 2 semanas y tiene por objetivo nivelar los conceptos de imagen corporal así como de introducirlos al entrenamiento periódico.

- Ejercicios para Concepto Corporal: Tiene una duración de una semana y tiene por objetivo que el alumno adquiera conciencia de los diferentes movimientos y posiciones de los segmentos corporales en el espacio, para ello debe reconocerlos en su propio cuerpo y en el compañero.

2º Etapa. Contempla un periodo de 4 semanas que incluye:

- Ejercicios de Concepto y Esquema Corporal: Duración de 2 semanas. Su finalidad es afianzar los conceptos de posiciones corporales, en sí mismo y en el espacio y los utilice en la relación con sus compañeros y espacio circundante. Además se espera que los contenidos se aprendan desde lo conscientes a lo inconsciente.
- Ejercicios Propioceptivos de Miembros Inferiores y Equilibrio Postural. También se realizan durante 2 semanas. El objetivo es preparar al alumno a concientizar las sensaciones exteroceptivas y propioceptivas de las extremidades inferiores, haciendo incapié en planta de pie, tobillo, rodilla y cadera. A ello se suma la reeducación del equilibrio postural en posiciones bajas e intermedias.

3º Etapa. Tiene un tiempo de duración de 5 semanas.

- Ejercicios Propioceptivos y de Estimulación Vestibular. En la última etapa se refuerza el concepto de propiocepción en las extremidades inferiores, se suma el de fuerza de los músculos antigravitatorios y se reeduca el equilibrio postural estático y dinámico en posiciones altas, en altura con ojos abiertos y cerrados.

13.- Por su parte la metodología utilizada en las sesiones es la siguiente:

Las sesiones se realizaron tres veces a la semana en jornada de la mañana, con una duración de 45 minutos cada una.

La estructura de la clase fue de tipo esquema en la cual se identificaron tres fases:

1ª Fase de Calentamiento Previo, en la cual se preparó psicológicamente y de calentamiento inicial a los alumnos para la siguiente fase que será de mayor exigencia. Duración de ésta fase es de 10 minutos.

2ª Fase Específica consistió en ejercicios prioritariamente de tipo propioceptivo que implicaron reconocimiento de estructuras anatómicas (imagen corporal), de movilidad articular, fuerza muscular, especialmente de miembros inferiores, desplazamientos básicos. Además se

incluyó en esta fase el equilibrio estático y dinámico desde posiciones bajas de amplia base de sustentación a posturas alta y de reducida base de apoyo. Con ojos abiertos y cerrados. Las actividades dinámicas incluyeron el uso de implementos como, balones, cuerdas, bancas suecas, barra de equilibrio, tacos, cajones de diferentes alturas y otros. Esta fase tuvo una duración de 25 minutos.

3ª Fase Vuelta a la Calma tiene por objetivo la realización de la conciencia de cuerpo en relajación utilizando diversas formas de respiración y conciencia del cuerpo así como de diversas actividades de juego y competencias Su duración varió entre 10 a 15 minutos.

14.- Organización y planificación de la intervención de acuerdo a sus contenidos, duración del programa, distribución de los contenidos, frecuencias, tiempo de sesiones, horarios.

15.- Adquisición de los materiales con los cuales se trabajó en el gimnasio del establecimiento.

16.- Aplicación de un programa de ejercicios de estimulación principalmente propioceptiva a los jóvenes que participan de la investigación durante 12 semanas.

17.- El programa de ejercicios utilizado en la aplicación se encuentra explícito en Anexo 1.

18.- Transcurrido el tiempo de 12 semanas se terminó el programa con una reunión almuerzo en que participaron la mayoría de los jóvenes.

19.- Posteriormente con el equipo de posturografía se realizaron las reevaluaciones a los alumnos que participaron en la investigación con la colaboración del docente de informática.

20.- Obtención de los registros de las variables de los parámetros del control postural desde el programa computacional.

21.- Análisis de los resultados obtenidos en cada evaluación, comparación de los antecedentes y conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

IV.PRESENTACION DE LOS RESULTADOS-

4.1 Resultados previos a la aplicación del programa de ejercicios propioceptivos.

4.1.1 Energía por bandas de frecuencia y energía total relativa (ETR).

La unidad de medida utilizada para describir la energía por bandas de frecuencia es el joule y los estadísticos seleccionados para expresar los resultados son la Media y la Desviación Estándar.

Tabla 4. 1 Energía por banda de frecuencia y Energía Total Relativa (ETR). Fase seguimiento (SEG).

	Media	DS
1/16 Hz	0,08559	0,06001
1/8 Hz	0,03096	0,02308
1/4 Hz	0,03238	0,01912
1/2 Hz	0,04706	0,01522
1 Hz	0,01825	0,004300
2 Hz	0,007688	0,001311
4 Hz	0,002376	0,0003386
ETR	0,01991	0,009659

En las bandas de energía durante la fase de seguimiento, el promedio en la frecuencia de 16 hz. es mayor (0,08 J) en relación a las otras bandas.

Tabla 4. 2.Energía por banda de frecuencia y ETR. Fase Vista al Frente.

	Media	DS
1/16 Hz	0,07410	0,04514
1/8 Hz	0,02283	0,009447
1/4 Hz	0,02768	0,01637
1/2 Hz	0,03407	0,01255
1 Hz	0,01725	0,009385
2 Hz	0,006549	0,002592
4 Hz	0,001913	0,0004877
ETR	0,01991	0,01272

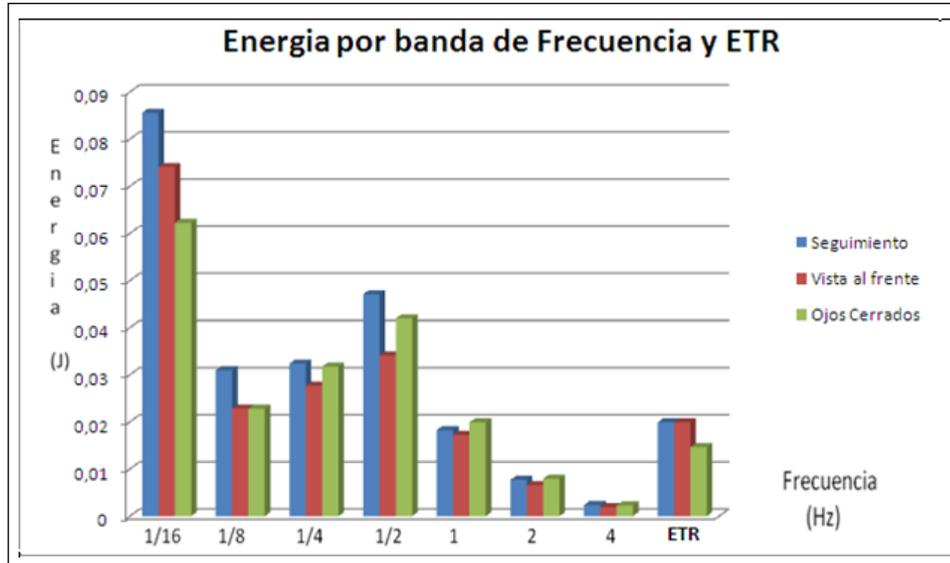
En las bandas de energía en la fase de vista al frente el promedio en la frecuencia de 16 hz. es mayor (0,07 J) en relación a las otras bandas.

Tabla 4. 3 Energía por banda de frecuencia y ETR. Fase Ojos Cerrados.

	Media	DS
1/16 Hz	0,06221	0,02890
1/8 Hz	0,02280	0,008169
1/4 Hz	0,03173	0,009913
1/2 Hz	0,04198	0,01021
1 Hz	0,01989	0,01017
2 Hz	0,007950	0,003243
4 Hz	0,002278	0,0006693
ETR	0,01464	0,01153

En las bandas de energía en la fase de ojos cerrados el promedio en la frecuencia de 16 hz es mayor (0,06 J) en relación a las otras bandas.

Gráfico 4. 1 Promedio Energía por banda de frecuencia y ETR en las fases seguimiento, vista al frente y ojos cerrados.



Fuente: Elaboración Propia.

A la luz de los resultados obtenidos en el gráfico en la etapa previa a la intervención del programa propioceptivo, es posible definir que en las bandas de energía durante la fase de seguimiento (SEG), el promedio en la frecuencia de 16 Hz es mayor (0,08 Joule) en relación a las otras bandas. Asimismo que en las fases de vista al frente (VF), el promedio en la frecuencia de 16 Hz también es mayor (0,07 J) y que en la fase de ojos cerrados (OC), el promedio en la frecuencia de 16 Hz continuó siendo mayor (0,06 J) en relación a las otras bandas.

Por lo anterior es posible inferir, que el promedio de las bandas de energía de las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, en las frecuencias de 16 Hz es mayor que en todas las otras bandas, lo que indica que los sistemas visual y vestibular prevalecen por sobre el sistema propioceptivo para la mantención de la postura bípeda estática.

A su vez, en relación al promedio de la energía total relativa, los parámetros registrados presentan similar valor en las fases de seguimiento y vista al frente (0,019 J) y menor valor en la fase ojos cerrados. (0,014 J) indicando que los individuos requirieron mayor energía en las

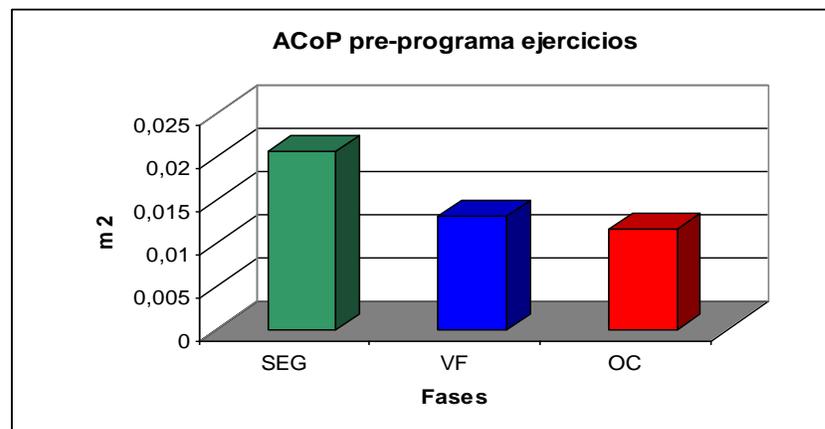
primeras fases de la evaluación (donde prevalecieron los sistemas visual y vestibular para mantener la postura), que en la fase OC donde no participa el sistema visual, indicando que la mantención de la postura fue realizada por el sistema vestibular y propioceptivo los cuales lograron adquirir una adecuada respuesta que permitió disminuir las oscilación del centro de presión, incidiendo en un menor gasto energético por parte de los sujetos con ojos cerrados.

4.1.2 Área del centro de presión (ACoP).

Tabla 4. 4 Área del Centro de Presión en las fases de Seguimiento, Vista al frente y Ojos Cerrados.

	Media	DS
ACoP SEG	0,02055	0,02126
ACoP VF	0,01309	0,01192
ACoP OC	0,01155	0,006105

Gráfico 4. 2 Área Centro Presión por fases pre-programa ejercicios.



Fuente: Elaboración Propia.

El presente gráfico permite observar el comportamiento del ACoP. Los resultados obtenidos, comparados con los valores de la población normal, señalan que la población de

estudio presenta valores inferiores en ambas fases del test, es decir, en la fase VF que corresponde a ojos abiertos (OA) y en la fase OC. Además es posible observar que el valor en la fase de SEG (0,02mts².) es mayor que en las fases VF y OC (0,013mts². y 0,011 mts².), indicando que el ACoP tuvo una mayor oscilación (amplitud) en la fase de seguimiento que en las siguientes fases.

4.1.3 Velocidad del centro de presión en los ejes Y, X y velocidad media.

La unidad de medida utilizada para expresar los resultados de la velocidad del centro de presión en los ejes Y, X y la velocidad media es m/s y los estadísticos son la media y la desviación estándar.

Tabla 4. 5 Velocidad del Centro de Presión: eje X, Y, y velocidad media. Fase Seguimiento.

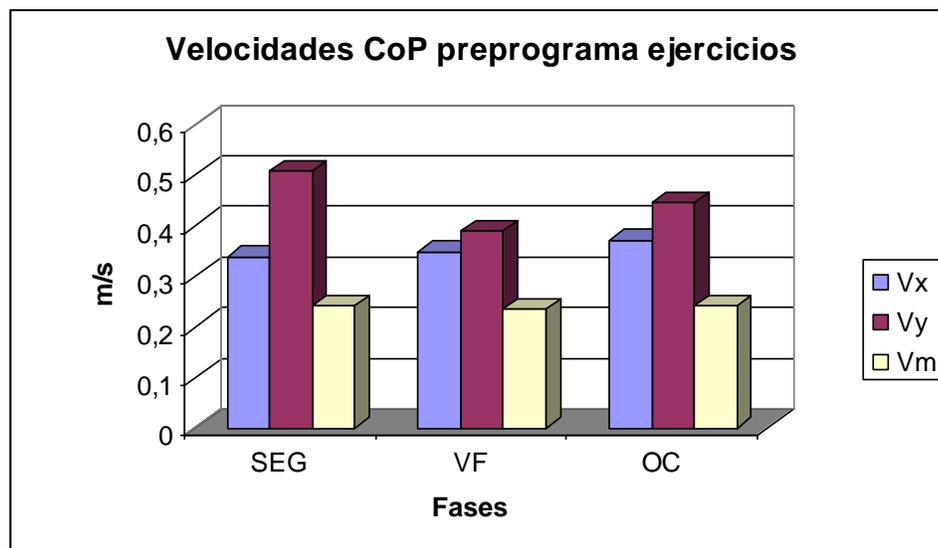
	Media	DS
Vel Eje X	0,3387	0,06785
Vel Eje Y	0,5073	0,1517
Vel Media	0,2405	0,01324

Tabla 4. 6 Velocidad del Centro Presión: eje X (Vx), eje Y (Vy) y Velocidad Media (Vm) Fase Vista al Frente.

	Media	DS
Vel Eje X	0,347	0,224
Vel Eje Y	0,389	0,148
Vel Media	0,233	0,015

Tabla 4. 7 Velocidad del Centro Presión (V_x , V_y ,) y V_m en Fase Ojos Cerrados.

	Media	DS
Vel Eje X	0,371	0,266
Vel Eje Y	0,444	0,105
Vel Media	0,241	0,016

Gráfico 4. 3 Velocidades del Centro de Presión (V_x , V_y , y V_m) en fases Seguimiento, Vista al Frente y Ojos Cerrados.

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente gráfico observamos los resultados de las velocidades del CoP y la velocidad media en las fases de SEG, VF y OC. Este señala que el CoP oscilo principalmente en el eje Y durante las tres fases de la evaluación, lo que indica la utilización de la estrategia motora del tobillo por parte de los sujetos de estudio para la mantención de la posición estática. A su vez los resultados indican que la velocidad de oscilación del CoP fue mayor en la fase de SEG del test.

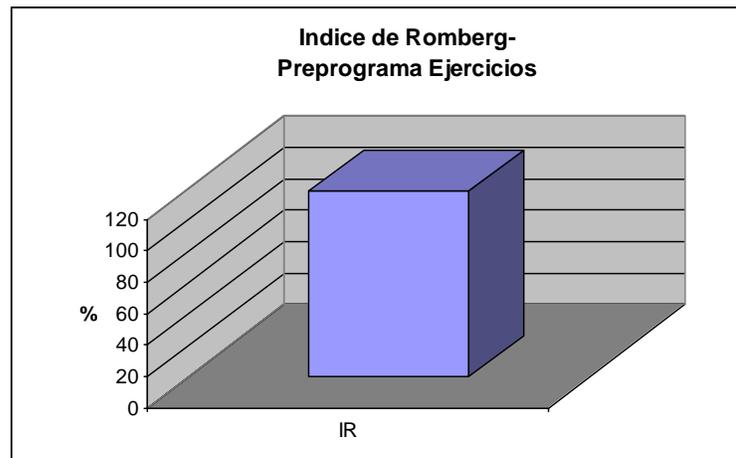
4.1.4 Índice de Romberg.

La unidad de medida que utiliza el índice de Romberg es el valor de un cociente que se expresa en porcentaje (%) y los estadísticos utilizados para expresar los resultados de este parámetro es la media y la desviación estándar.

Tabla 4. 8 Índice de Romberg:

	Media	DS
IR	118,5	47,66

Gráfico 4. 4 Índice de Romberg



Fuente: Elaboración Propia.

El resultado de la investigación en los sujetos evaluados previo a la aplicación del programa de ejercicios propioceptivo para el índice de Romberg señala que el promedio es de 118,5%. Lo anterior indica que existe un predominio del sistema visual para la mantención de la postura bípeda estática en los sujetos de estudio como condición de base.

4.2 Resultados de la comparación entre pre y post programa de ejercicios propioceptivos.

Los estadísticos utilizados para el registro de los resultados entre la etapa previa y la posterior son la media, la desviación estándar y el valor P.

4.2.1 Energía por bandas de frecuencia en fase de seguimiento (SEG).

Tabla 4. 9 Media y DS de energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios, fase seguimiento.

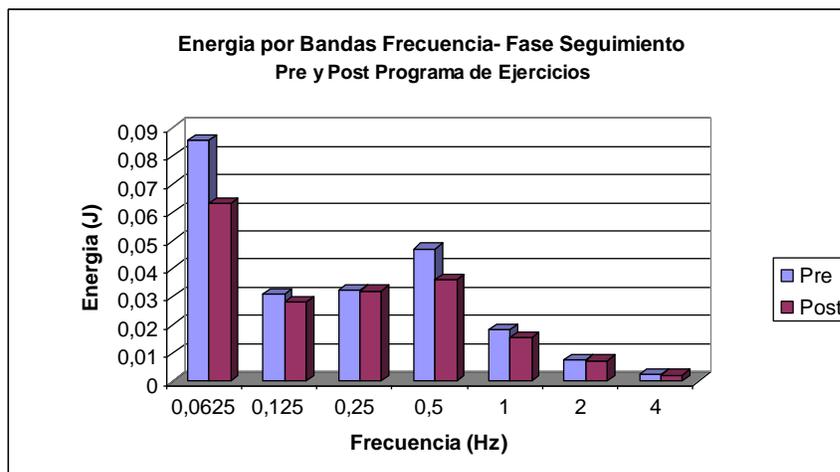
	Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
E.B. 0,0625 Hz	0,085	0,06	0,063	0,036
E.B. 0,125 Hz	0,03	0,023	0,028	0,016
E.B. 0,25 Hz	0,032	0,019	0,032	0,014
E.B. 0,5 Hz	0,047	0,015	0,036	0,015
E.B. 1 Hz	0,018	0,004	0,015	0,005
E.B. 2 Hz	0,007	0,001	0,007	0,002
E.B. 4 Hz	0,002	0,0003	0,002	0,0004

Los resultados de la energía de las bandas requerida para mantener la posición bípeda estática posterior a la ejecución del programa de ejercicios propioceptivos disminuyeron su valor, aunque no estadísticamente significativos, en las bandas correspondientes al sistema visual (0,0625 hz) y a los canales semicirculares del sistema vestibular, que corresponden a las bandas de 0,5 hz.

Tabla 4. 10 Valor P por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios, fase seguimiento.

	Valor P
E.B. 0,0625 Hz	0,194
E.B. 0,125 Hz	0,792
E.B. 0,25 Hz	0,645
E.B. 0,5 Hz	0,048
E.B. 1 Hz	0,019
E.B. 2 Hz	0,466
E.B. 4 Hz	0,07

El valor P describe los cambios estadísticamente significativos en la energía de las bandas de frecuencia de 0,5 Hz (0,048) y 1 Hz (0,019) posterior a la intervención en la fase de seguimiento.

Gráfico 4. 5 Energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios- Fase seguimiento.

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado del gráfico señala que la energía de las bandas de frecuencia en la fase de SEG muestra una diferencia estadísticamente significativa en las bandas de 0,5 y 1 Hz (0,04 J y 0,01 J), lo que señala que el sistema vestibular y propioceptivo presentaron un menor gasto de energía para la mantención de la postura estática en comparación con el sistema visual.

4.2.2 Energía por bandas de frecuencia en fase vista al frente (VF).

Tabla 4. 11 Media y DS de energía por bandas de frecuencia Pre y Post programa ejercicios fase VF.

	Pre-Programa		Post-Programa	
	Ejercicios		Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
E.B. 0,0625 Hz	0,074	0,045	0,06	0,056
E.B. 0,125 Hz	0,022	0,009	0,024	0,013
E.B. 0,25 Hz	0,027	0,016	0,025	0,012
E.B. 0,5 Hz	0,034	0,012	0,03	0,012
E.B. 1 Hz	0,017	0,009	0,012	0,003
E.B. 2 Hz	0,006	0,002	0,006	0,001
E.B. 4 Hz	0,001	0,0004	0,001	0,0003

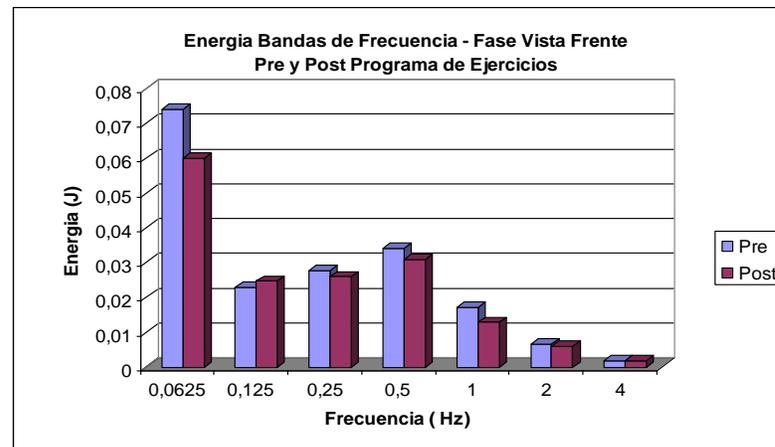
La energía de bandas de frecuencia correspondiente a la fase VF señala que ésta disminuyó en la mayoría de las bandas posterior a la intervención, aunque de manera no significativa.

Tabla 4. 12 Valor P, energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios Fase Vista al frente.

	Valor P
E.B. 0,0625 Hz	0,148
E.B. 0,125 Hz	0,55
E.B. 0,25 Hz	0,645
E.B. 0,5 Hz	0,47
E.B. 1 Hz	0,264
E.B. 2 Hz	0,47
E.B. 4 Hz	0,162

El resultado del valor P de la energía de bandas de frecuencia en la fase VF, no muestra diferencias estadísticamente significativas posteriores a la ejecución del programa de ejercicios.

Gráfico 4. 6 Energía por bandas de frecuencia pre-post programa ejercicios. Fase VF.



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico señala que, en esta fase, existe una disminución en la energía de todas las bandas de frecuencia, excepto la de 0,125 Hz, pero no hay una diferencia significativa en los resultados posterior al programa de ejercicios.

4.2.3 Energía por bandas de frecuencia en fase ojos cerrados (OC).

Tabla 4. 13 Media y DS energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios. Fase Ojos Cerrados.

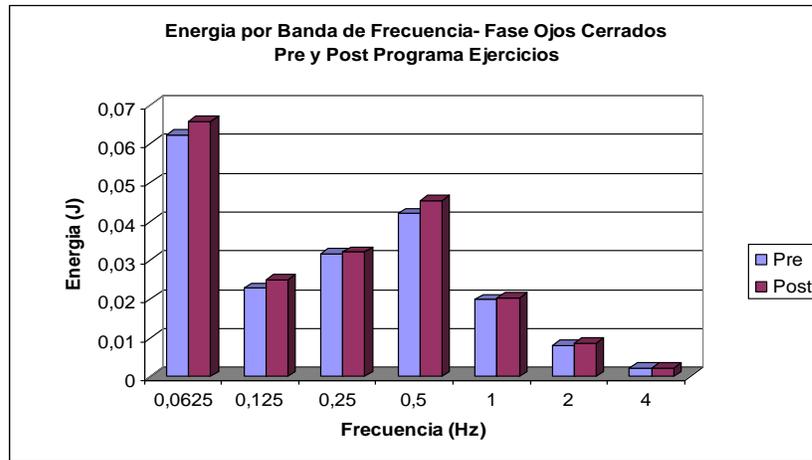
	Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
E.B. 0,062 Hz	0,062	0,028	0,065	0,034
E.B. 0,125 Hz	0,022	0,008	0,025	0,01
E.B. 0,25 Hz	0,031	0,009	0,032	0,014
E.B. 0,5 Hz	0,041	0,01	0,045	0,019
E.B. 1 Hz	0,019	0,01	0,02	0,007
E.B. 2 Hz	0,007	0,003	0,008	0,002
E.B. 4 Hz	0,002	0,0006	0,002	0,0005

El resultado de la energía de bandas de frecuencias que se mantuvo fue el correspondiente a la del sistema propioceptivo (4 Hz), los otros valores aumentaron.

Tabla 4. 14 Valor P, energía por bandas de Frecuencia Pre y Post programa ejercicios. Fase Ojos Cerrados.

	Valor P
E.B. 0,0625 Hz	0,8955
E.B. 0,125 Hz	0,4
E.B. 0,25 Hz	0,9315
E.B. 0,5 Hz	0,5485
E.B. 1 Hz	0,6936
E.B. 2 Hz	0,4701
E.B. 4 Hz	0,8734

El valor P de la energía de las bandas de frecuencia en la fase de ojos cerrados no muestra diferencia estadísticamente significativa posterior a la aplicación del programa de ejercicios.

Gráfico 4. 7 Energía por bandas de frecuencia pre y post programa ejercicios- Fase OC:

Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico señala un aumento en el gasto energético en todas las bandas de frecuencia durante esta fase, a excepción de la frecuencia de 4 Hz., interpretándose en que los sujetos de estudio presentaron una mayor oscilación y requerimiento energético de todos los sistemas participantes en el control postural, a excepción del sistema propioceptivo.

4.2.4 Energía total relativa en fases SEG, VF y OC.

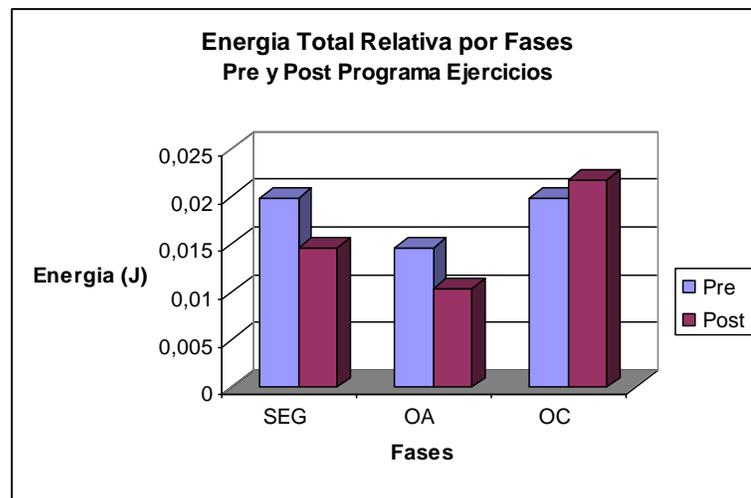
Tabla 4. 15 Media y DS de ETR por fases SEG, VF y OC, Pre y Post Programa Ejercicios.

	Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
ETR SEG	0,019	0,009	0,014	0,009
ETR VF	0,014	0,011	0,01	0,006
ETR OC	0,019	0,012	0,021	0,011

Tabla 4. 16 Valor P, ETR por fases SEG, VF y OC, Pre y Post Programa Ejercicios.

	Valor P
ETR SEG	0,099
ETR VF	0,391
ETR OC	0,5534

El valor P en la ETR muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa en las tres fases, posterior a la ejecución del programa de ejercicios.

Gráfico 4. 8 Energía total relativa por fases, pre y post programa ejercicios.

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico se puede apreciar que hubo una disminución en el gasto energético de la ETR en las fases de seguimiento y vista al frente posterior al programa de ejercicios, lo que demuestra que hubo una respuesta postural ante la intervención, realizada por parte del sistema propioceptivo, pero no de manera significativa. Lo contrario ocurre en la fase de ojos cerrados, en donde se produce un aumento de la energía total relativa, indicando que hay un mayor trabajo en la mantención de la postura bípeda en esta etapa.

4.2.5 Área del centro de presión en fases SEG, VF y OC.

Tabla 4. 17 Media y DS Área centro presión por fases SEG, VF y OC, pre y post programa ejercicios.

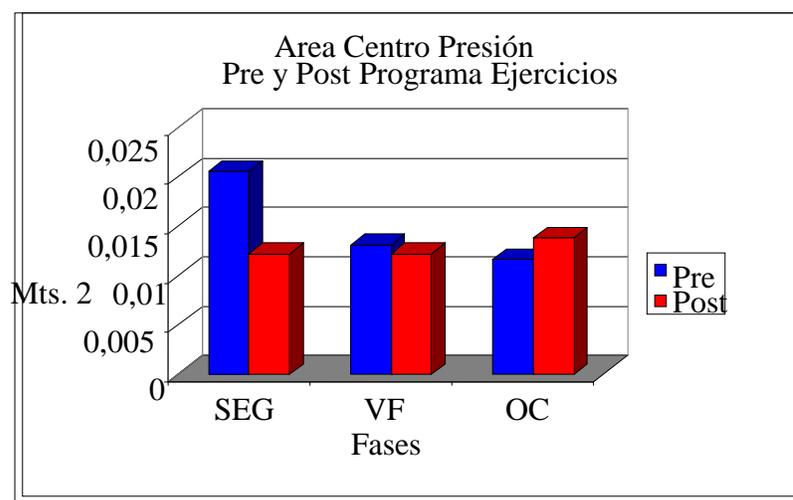
	Pre-Programa		Post-Programa	
	Ejercicios		Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
ACoP SEG	0,02	0,021	0,012	0,01
ACoP VF	0,013	0,011	0,012	0,016
ACoP OC	0,011	0,006	0,013	0,011

Tabla 4. 18 Valor P Área centro presión por fases, pre y post programa ejercicios.

	Valor P
ACoP SEG	0,575
ACoP VF	0,246
ACoP OC	0,973

El valor P del área del centro de presión, no muestra diferencias estadísticamente significativas, en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, posterior al programa de ejercicios, aunque la media si lo demuestra.

Gráfico 4. 9 Área centro presión por fases, pre y post programa ejercicios.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico se puede observar que hubo una disminución más marcada, pero no significativa, del ACoP en la fase de SEG, lo que indica que hay una menor oscilación del CoP dada por una mejor participación del sistema propioceptivo en esta fase por un mejor control del esquema corporal posterior al programa de ejercicios. Lo contrario se observa en la fase de ojos cerrados en donde hay un aumento no significativo del ACoP, lo que indica que se presentó una mayor oscilación tras la aplicación del programa.

4.2.6 Velocidad del centro de presión en fase de seguimiento (SEG).

Tabla 4. 19 Media y DS Velocidades del centro de presión en la fase SEG, pre y post programa ejercicios.

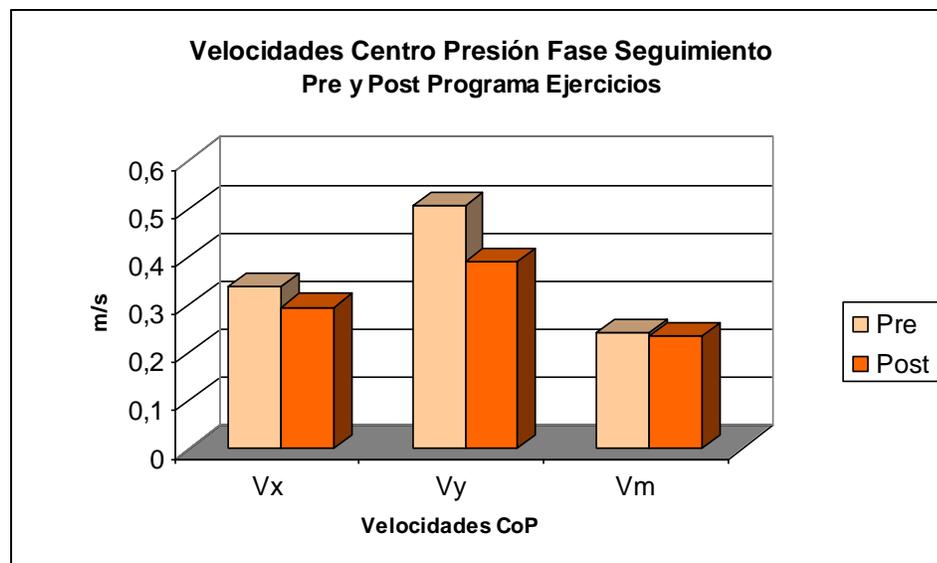
	Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
Vel eje X SEG	0,338	0,067	0,294	0,068
Vel eje Y SEG	0,507	0,151	0,39	0,109
Vel Media SEG	0,24	0,013	0,234	0,013

Tabla 4. 20 Valor P Velocidades centro presión fase seguimiento, pre y post programa ejercicios.

	Valor P
Vel eje X SEG	0,157
Vel eje Y SEG	0,005
Vel Media SEG	0,135

El valor P de las velocidades del centro de presión en la fase de seguimiento presenta un cambio estadísticamente significativo posterior a la ejecución del programa de ejercicios en el eje Y.

Gráfico 4. 10 Velocidades centro presión fase seguimiento, pre y post programa ejercicios.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico de las velocidades del CoP en la fase de seguimiento se muestra que hay una disminución significativa en la velocidad del CoP en el eje Y, interpretándose en que los sujetos de la investigación mejoraron estadísticamente en la utilización de la estrategia de tobillo para la mantención de la postura en esta fase posterior al programa de ejercicios principalmente propioceptivos.

4.2.7 Velocidad del centro de presión en fase vista al frente (VF).

Tabla 4. 21 Media y DS. Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios.

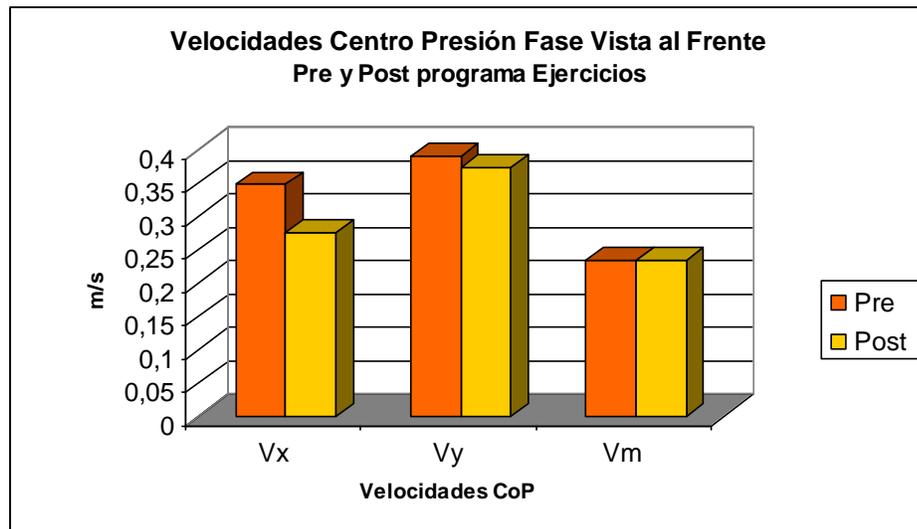
	Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
Vel eje X VF	0,347	0,224	0,276	0,054
Vel eje Y VF	0,389	0,148	0,372	0,125
Vel Media VF	0,233	0,015	0,227	0,008

Tabla 4. 22 Valor P Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios.

	Valor P
Vel eje X VF	0,357
Vel eje Y VF	0,843
Vel Media VF	0,393

El valor P de las velocidades del CoP posterior al programa de ejercicios, muestra que las diferencias no fueron significativas en fase VF.

Gráfico 4. 11 Velocidades centro presión fase vista al frente, pre y post programa ejercicios.



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico de las velocidades en la fase de vista al frente, se aprecia que hay una disminución mayor en la velocidad del eje X posterior al programa de ejercicios, pero no significativamente, presumiendo que los sujetos disminuyeron la velocidad en el uso de la estrategia de cadera para esta fase.

4.2.8 Velocidad del centro de presión en fase ojos cerrados (OC).

Tabla 4. 23 Media y DS Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios.

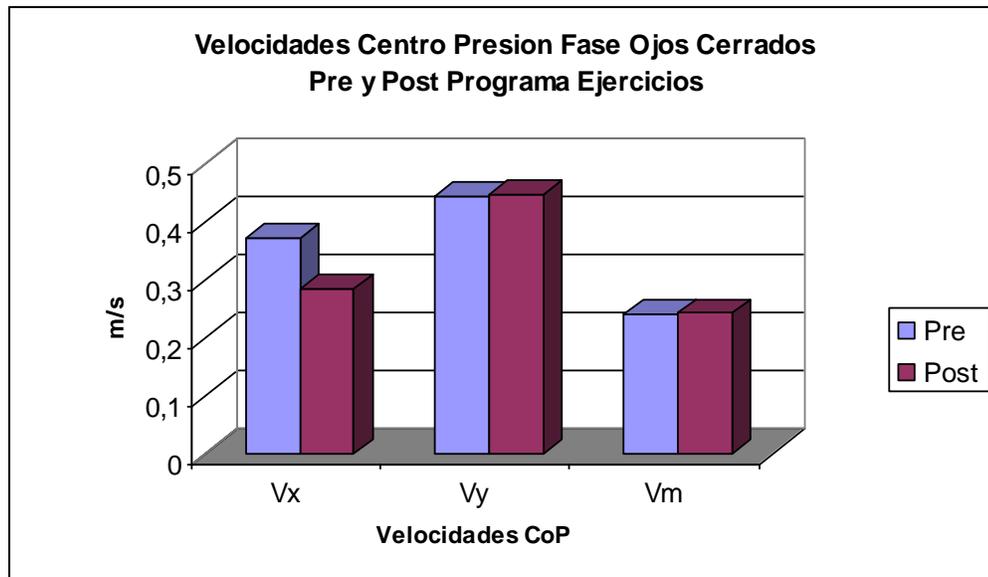
	Pre-Programa		Post-Programa	
	Ejercicios		Ejercicios	
	Media	DS	Media	DS
Vel eje X OC	0,371	0,266	0,284	0,064
Vel eje Y OC	0,444	0,105	0,447	0,102
Vel Media OC	0,241	0,016	0,242	0,013

Tabla 4. 24 Valor P Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios:

	Valor P
Vel eje X OC	0,430
Vel eje Y OC	0,929
Vel Media OC	0,599

El valor P de las velocidades del centro de presión en la fase OC, posterior al programa de ejercicios, no muestra diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 4. 12 Velocidades centro presión fase ojos cerrados, pre y post programa ejercicios:



Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico se puede apreciar que solo disminuyo de manera notoria la velocidad del eje X posterior al programa de ejercicios, pero no significativamente. Esto se puede interpretar que el centro de presión osciló menos en este eje, y fue mayor la velocidad de su oscilación en el eje Y, lo que indica que se mantuvo la utilización de la estrategia del tobillo.

4.2.9 Índice de Romberg.

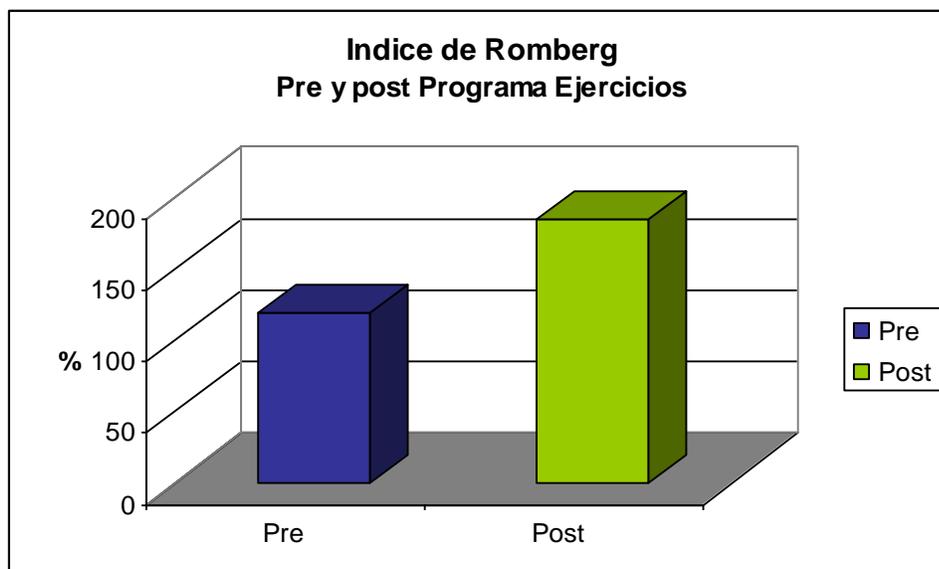
Tabla 4. 25 Media y DS Índice de Romberg, pre y post programa ejercicios.

Índice de Romberg				
Pre-Programa Ejercicios		Post-Programa Ejercicios		
Media	DS	Media	DS	
Índice Romberg	118,5	47,66	184,4	103,5

Tabla 4. 26 Valor P Índice de Romberg.

Valor P	
Índice Romberg	0,0371

El valor P del Índice de Romberg indica que hay una disminución estadísticamente significativa, posterior a la ejecución del programa de ejercicios propioceptivos.

Gráfico 4. 13 Índice de Romberg, pre y post programa ejercicios:

Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico del Índice de Romberg, muestra que posterior al programa de ejercicios, este presenta un valor de 184% lo que señala que el sistema predominante para la mantención de la postura estática bípeda es el sistema vestibular. En cambio inicialmente hubo una mayor participación del sistema visual. (IR: 118%).

CAPÍTULO V

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

V.INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PREVIO A LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA PRINCIPALMENTE PROPIOCEPTIVO.

5.1.1 Energía de bandas de frecuencia.

En relación a energía por bandas de frecuencia de las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, el promedio en las frecuencias de 16 Hz fue mayor que todas las otras bandas, lo que indica que los sistemas visual y vestibular prevalecieron por sobre el sistema propioceptivo para la mantención de la postura bípeda estática en esta población de estudio.

5.1.2 Energía total relativa.

A su vez, en relación al promedio de la energía total relativa, los parámetros registrados presentan similar valor en las fases de seguimiento y vista al frente (0,019 J) y menor valor en la fase ojos cerrados. (0,014 J) indicando que los individuos requirieron mayor energía en las primeras fases de la evaluación (donde prevalecieron los sistemas visual y vestibular para mantener la postura). Por su parte, en la fase OC donde no participa el sistema visual, la mantención de la postura fue realizada por el sistema vestibular y propioceptivo los cuales lograron adquirir una adecuada respuesta que permitió disminuir las oscilación del centro de presión, incidiendo en un menor gasto energético por parte de los sujetos.

5.1.3 Área del centro de presión.

El resultado encontrado del valor del área del centro de presión en la fase de SE (0,02) es mayor que en las fases VF y OC (0,013 y 0,011 mts²) indicando que el ACoP tuvo una mayor oscilación y dispersión de los individuos en esta fase en relación a las otras señalando que los sujetos de estudio requirieron mayor oscilación en el balance postural para mantener la

postura estática al inicio del test observado en la dificultad para disminuir el vector proyectado en la pantalla del oscilógrafo.

5.1.4 Velocidad del centro de presión.

Los valores encontrados en las velocidades del CoP y la velocidad media en las fases de SEG, VF y OC señalan que el CoP osciló principalmente en el eje Y, lo que indica la utilización de la estrategia motora del tobillo para la mantención de la posición estática durante las tres fases de la evaluación. Señalando además que la velocidad de oscilación fue mayor en la fase de SEG, lo que coincide con el mayor área del centro de presión en esta etapa, interpretándose en que los sujetos debieron oscilar en una mayor superficie y a mayor velocidad para la mantención de la postura estática y no perder el equilibrio postural..

5.1.5 Índice de Romberg.

El valor del promedio del índice de Romberg es de 118, 5, lo que indica que existe un predominio del sistema visual por sobre los sistemas vestibular y propioceptivo para la mantención de la postura bípeda estática en los sujetos de estudio de esta investigación en su condición de base.

5.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE LOS VALORES POSTUROGRAFICOS ENTRE PRE Y POST PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.

5.2.1 Energía de bandas de frecuencia.

La energía de las bandas de frecuencia utilizada en la fase de SEG muestra una diferencia significativa en las bandas de 0,5 y 1 Hz (0,04 J y 0,01 J), posterior a la intervención del programa de ejercicios principalmente propioceptivos, señalando en que los sistemas vestibular y propioceptivo presentaron un menor gasto de energía en esta fase en la mantención de la postura estática, en comparación con el sistema visual y con la etapa previa a la intervención. El valor P corrobora los cambios estadísticamente significativos en la energía de las bandas de frecuencia de 0,5 y 1 Hz posterior a la intervención del programa de ejercicios en esta fase.

Respecto a la energía utilizada en las bandas de frecuencias por los sujetos de estudio post-intervención del programa de ejercicios en la fase VF, sólo existe una disminución estadísticamente significativa en la banda 0,125 Hz correspondiente a la participación de los otolitos del sistema vestibular. Sin embargo, el valor P no muestra esta diferencia estadísticamente significativa posterior al programa de ejercicios.

Finalmente en la fase OC los resultados señalan un aumento en el gasto energético en todas las bandas de frecuencia, interpretándose en que los sujetos de estudio debieron realizar una mayor oscilación y requerimiento energético de todos los sistemas participantes para el control postural estático. A si mismo, este aumento en la oscilación no se aprecia en el valor P señalando que los cambios no fueron estadísticamente significativos.

5.2.2 Energía total relativa.

Los resultados indican una disminución en el gasto energético de la ETR en las fases de seguimiento y vista al frente posterior al programa de ejercicios, lo que demuestra que hubo una

respuesta del balance postural a la intervención, aunque no fue significativa. Por su parte en, la fase de ojos cerrados, se produce un aumento de la energía total relativa, indicando que hay un mayor trabajo en la mantención de la postura bípeda en esta etapa.

El valor P de la ETR corrobora que en la población de estudio, no existe alguna diferencia estadísticamente significativa en las tres fases de la evaluación, posterior a la aplicación del programa de ejercicios.

5.2.3 Área del centro de presión.

Los resultados post intervención del programa indicaron que en la fase de SEG hubo una disminución aunque no significativa del ACoP, lo que indica una menor oscilación del CoP ocasionada por una mejor participación del sistema propioceptivo debido a que los sujetos son capaces de reconocer y controlar de mejor forma sus extremidades inferiores y tronco producto de un mejor control del esquema corporal posterior al programa de ejercicios. Lo contrario se observa en la fase de ojos cerrados en donde hay un aumento, también no significativo del ACoP, lo que indica que se presentó una mayor oscilación interpretándose en que el sistema visual continúa siendo relevante en la mantención de la postura bípeda y cuando este sistema no está presente, se produce mayor área del centro de presión por aumento de la inestabilidad o desbalance postural.

El valor P del área del centro de presión, no muestra diferencias estadísticamente significativas, en las fases de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, posterior al programa de ejercicios.

5.2.4 Velocidad del centro de presión.

Los resultados de las velocidades del CoP en la fase de seguimiento, muestran que hay una disminución estadísticamente significativa en la velocidad del CoP en el eje Y, interpretándose en que los sujetos de la investigación mejoraron en la utilización de la estrategia de tobillo que

utilizan preferentemente en esta fase según su condición de base. La implementación de un programa basado en la estimulación de la propiocepción, preferentemente de las extremidades inferiores y más específicamente en la articulación de tobillos permite inferir y dar respuesta a la relación estimulación propioceptiva y control postural. El valor P de las velocidades del centro de presión en la fase de seguimiento corrobora el cambio estadísticamente significativo posterior a la ejecución del programa de ejercicios en velocidad del centro de presión en el eje Y.

Por su parte, en las fases vista al frente y ojos cerrados, el resultado demostró una disminución en la velocidad del eje X en relación al eje Y, señalando que los sujetos disminuyeron la velocidad en el uso de la estrategia de cadera. Esto se puede interpretar en que el centro de presión osciló menos en este eje en relación a la condición inicial de los sujetos, sin embargo, se mantuvo la utilización de la estrategia de tobillo (el eje Y), para la mantención de la postura estática en equilibrio. No obstante, el valor P de las velocidades del CoP indica en ambas fases que las diferencias no fueron significativas.

5.2.5 Índice de Romberg.

El resultado del Índice de Romberg, posterior a la ejecución del programa de ejercicios presenta un predominio del sistema vestibular en el control postural en la población, ya que este fue de 184 %, a diferencia que anterior a este hubo una mayor participación del sistema visual. (IR: 118%) cercano al índice de normalidad.

El valor P del IR indica que hay una disminución estadísticamente significativa, posterior al programa de ejercicios.

5.3 DISCUSIÓN.

Debido a la escasa información que existe para contrastar los resultados encontrados de las variables estudiadas que permiten conocer el estado de base de la población de estudio, así como aquellos resultados que se obtuvieron después de la aplicación del programa de ejercicios principalmente propioceptivos, es que la interpretación y discusión de esta tesis estará basada en valores de algunos parámetros posturográficos descritos en algunas investigaciones en relación a la normalidad de población francesa, Normes 85(1985) y Gagey y Weber(2001), y en la inferencia de los resultados encontrados en investigaciones con población de adultos mayores, deportistas o personas que presentan algunas alteraciones o enfermedades vestibulares que afectan el control postural.(Redferd, 2001, Gatica, 2010).

El gasto energético observado en las bandas de frecuencia en las tres fases del test, previo a la ejecución del programa de ejercicios, demuestra un mayor gasto por parte de la población de estudio en la fase de SEG, demostrando con ello la mayor dificultad que presentan los sujetos de la investigación para controlar su postura, debido a que la tarea que tienen que realizar en esta etapa del test consiste en disminuir un vector que aparece en una pantalla del oscilógrafo. Para ello los individuos deben comprender y controlar a la vez su cuerpo y balanceo, sin embargo, por sus propias características especiales la tarea se vuelve inestable, obteniendo como resultado una mayor oscilación de su cuerpo. Existen dos estudios (Carpenter y cols., 2004 y Monzani y cols., 2004) en que se señala la influencia de la ansiedad durante la aplicación de diversos test evaluativos corroborando la inferencia realizada en esta investigación considerando la población de estudio. Al transcurrir las siguientes fases, los sujetos son capaces de adaptarse a la evaluación; sin embargo, en la fase de ojos cerrados se produce un mayor gasto energético debido a que se elimina el input visual para mantener la posición bípeda estática, debiendo los sujetos hacer uso de un mayor gasto energético para mantener la postura estática en equilibrio situación similar a lo que ocurre en los adultos mayores (Abrahamova y Hlavacka, 2008). Norré en 1994 señaló que la contribución sensorial de la vista y la propiocepción era fundamentalmente necesaria, de manera que cuando se restringían la información visual y/o la propioceptiva, empeoraba el control postural.

Además estos resultados obtenidos son posibles de interpretarse a partir de que en la fase de SEG participa el sistema vestibular pero principalmente el propioceptivo el cual depende de la imagen y el esquema corporal. Ambos elementos además del aspecto cognitivo son esenciales para la ejecución de la tarea requerida en esta fase, ya que los sujetos deben controlar las oscilaciones de su cuerpo a partir de la percepción y conocimiento que tienen de él y así obtener un vector de menor diámetro, y por lo tanto lograr un buen equilibrio estático, condición en que en esta población se encuentra deficiente (Picq y Vayer, 1977; Jorca, 2002).

En relación a la participación de las bandas de frecuencia en la mantención de la postura estática como condición de base, se observa que la banda de 16 Hz es la que presenta mayor predominio respecto a las otras frecuencias en las tres fases del test, lo que indica que el sistema de mayor participación en la mantención de la postura estática es el sistema vestibular, seguido por el propioceptivo que presenta mayor predominio en la fase de ojos cerrados.

El promedio de la energía total relativa (ETR) en su condición de base inicial, registro similares parámetros en las fases de seguimiento y vista al frente y de menor valor en la fase ojos cerrados indicando que los individuos requirieron mayor energía en las primeras fases de la evaluación (donde prevalecieron los sistemas visual y vestibular para mantener la postura), sin embargo, en la fase OC, donde no participa el sistema visual, la mantención de la postura fue realizada por el sistema vestibular y propioceptivo los cuales lograron adquirir una mejor respuesta corporal que permitió disminuir las oscilación del centro de presión, incidiendo en un menor gasto energético por parte de los sujetos lo que se contradice principalmente con la población normal, en especial en ancianos mayores los que requieren mayor gasto de energía cuando se elimina el input visual (Abrahamova y Hlavacka, 2008).

El comportamiento del ACoP señaló que este valor fue mayor en la fase de SEG en relación a la otras fases, indicando una mayor oscilación del centro de presión, situación de similares características si se compara con la energía de bandas de frecuencia lo que puede inferirse en que para mantener la postura bípeda los sujetos, debido a su condición de base y según lo señalado por Carpenter y cols., 2004 y Monzani y cols., 2004, aumentaron sus

oscilaciones debido a la influencia de la ansiedad al estar sometidos a una evaluación con estas características.

A su vez el área del centro de presión antes del programa de ejercicios, en la etapa vista al frente y ojos cerrados se encuentra bajo el límite inferior de normalidad según lo que señala Norme 85(Borg y Herrala, 1985) y Gagey y Weber (2001). Ello se debería a que la población de referencia es de otras características a la estudiada, siendo estos últimos sujetos con deficiencia mental, en donde se aprecia que el área de desplazamiento es aparentemente menor lo que contradice también a los índices de normalidad en sujetos jóvenes y adultos mayores.(Ortuño, 2008).

Además es posible analizar que el valor en la fase de SE (0,02) es mayor que en las fases VF y OC (0,013 y 0,011 mts²) lo que indica que el CoP tuvo una mayor oscilación y dispersión en la fase de seguimiento por parte de los sujetos evaluados que en las siguientes fases, interpretándose en que dada la condición de base de los sujetos de estudio requirieron una mayor oscilación al inicio del test para disminuir el vector proyectado en la pantalla del oscilógrafo.

Si comparamos las velocidades del centro de presión en los ejes X e Y y la velocidad media en las fases VF y OC podemos señalar que todos los valores aumentan al evaluarse sin el input visual; sea entre ambas fases o individualmente cada valor lo que coincide con investigaciones realizadas en sujetos jóvenes y adultos mayores en relación a una mayor velocidad de desplazamiento del centro de presión en estos últimos (Baloh, 1998).

Al referimos al Índice de Romberg en la evaluación previa al programa de ejercicios, este señala un valor de 118%, lo que indica que los sujetos dependen principalmente del sistema visual para la mantención de la postura, y que está dentro de los valores de normalidad (Gagey y Weber 2001).

Si observamos el registro de las bandas de frecuencia antes y después del programa de ejercicios, se aprecia una disminución del gasto energético de todas las bandas en la fase de SE,

siendo estadísticamente significativa sólo las bandas de 0,5 y 1 Hz correspondientes al sistema vestibular y propioceptivo. A partir de este resultado es posible inferir que la influencia del programa de entrenamiento basado principalmente en la estimulación de la imagen y esquema corporal, precursores del sistema propioceptivo hizo posible este resultado así como lo señala también Gauchard y cols, 2003. En cambio en la fase OC se produce un aumento del gasto energético de las bandas de frecuencia así como en la ETR no encontrándose una explicación posible a la luz de los resultados anteriores.

En relación a la energía total relativa de las tres fases post a la intervención, disminuye en la fase SEG y VF, lo que permite inferir que existió una respuesta favorable por parte de los sistemas visuales, vestibular y en menor presencia el propioceptivo. En relación a este último, Gauchard y cols, (2003), demostró la mejoría del control postural a través de un programa de taichí que modificaba las aferencias neurosensoriales.

En relación a la velocidad del centro de presión, tanto en el eje X e Y, y la velocidad media de este, sólo disminuyo en las fases de Seguimiento y Vista al Frente, pero no de manera significativa, sin embargo, es posible inferir que la oscilación del centro de presión es de menor velocidad porque el área del centro de presión también disminuyo en las fases mencionadas, con el consiguiente menor gasto energético y menor oscilación adoptada por los sujetos, una mejor acción de la estrategia del tobillo, evitando que se balanceen de manera exagerada en el sentido antero posterior. De manera similar ocurre en un estudio realizado en remadores, en donde la velocidad del eje X e Y son de menor velocidad en comparación a los sujetos normales, ya que en los primeros existe una adaptación fisiológica y una mejor habilidad en el control de la postura debido a su mejor condición física (Mello, 2006).

El área del centro de presión en la fase de seguimiento disminuyó aunque no significativamente indicando que la población estudiada tiene una mejor respuesta cognitiva a la evaluación infiriéndose en que su concepto de imagen y esquema corporal se afianzó y con ello su propiocepción, ya que en la fase de seguimiento participa el sistema vestibular y en menor medida el propioceptivo. Lo anterior se refleja en una menor oscilación y dispersión del centro de

presión para un mejor control muscular en el mantenimiento de la postura coincidiendo con Gatica (2010) en un estudio que aplica la realidad virtual en adultos mayores como método de entrenamiento para la mejoría del balance a través de la aplicación de un programa basado en entrenamiento propioceptivo. En la fase de Vista al Frente se produce una disminución, también no estadísticamente significativa, con valores bajo los límites de normalidad señalados en la literatura. Esta disminución puede explicarse en que en esta fase existe una mayor dependencia del sistema visual sobre el sistema vestibular y propioceptivo que es el predominio del programa.

En la fase de ojos cerrados hay un aumento del área del CoP, observándose una mayor oscilación de la población en esta fase similar a lo que ocurre en los adultos mayores como es lo que ocurre con Freitas 2006. Sin embargo, Santos 2008 realizó un estudio en mujeres diabéticas en donde se aplicó un programa de ejercicios propioceptivos y hubo una disminución en el área del centro de presión en OC, a diferencia de lo realizado en nuestra población de estudio. Esto puede deberse a lo insuficiente de la acción propioceptiva para la mantención de la postura en esta fase con la consiguiente mayor participación del sistema vestibular, reflejándose una mayor oscilación y por lo tanto un aumento del centro de presión.

El Índice de Romberg posterior al programa de ejercicios, aumenta desde 118 a 184 señalando que tras la intervención, los sujetos dependen principalmente del sistema vestibular para mantenerse en la postura estática bípeda. Anteriormente lo realizaba por medio del sistema visual.

En cuanto al programa de ejercicios este se basó en diferentes métodos para el entrenamiento del control postural, en especial el sistema propioceptivo, entre ellos el método TRAL. En un estudio aplicado en jóvenes deportista utilizando este método, muestra que existe una mejoría significativa en el área de presión posterior al programa de ejercicios, en el caso de las mujeres de este estudio (Fort, 2009), en donde existe una respuesta adaptativa de los propioceptores a nivel articular de la extremidad inferior.

En relación al tiempo de duración del programa de ejercicios, diferentes autores señalan que este tiene que ser mayor a tres meses, con una frecuencia de al menos tres veces por semana, para lograr una adaptación en los sistemas sensoriales intervenidos, y lograr cambios significativos (Fort, 2009). En el trabajo realizado este tuvo una duración de tres meses, pero solo se obtuvieron cambios significativos en los parámetros de bandas de frecuencias de participación propioceptiva en la fase de seguimiento y en el índice de Romberg, esto se puede deber a las características propias de la población en estudio, la cual necesitaría un mayor tiempo para lograr un mejor aprendizaje y manejo de su esquema corporal.

Otra condición, no menos importante, es la característica propia de la población, los cuales tienen un lento progreso en el desarrollo y adaptación del esquema corporal, dificultad para el control del balance y cierto grado de falta de comprensión en la ejecución de órdenes y pruebas. Bajo estas condiciones es posible inferir que los sujetos de estudio requieren de mayor tiempo en el programa, duración de las sesiones o de una muestra más significativa para determinar disminuciones con valores estadísticamente significativos y establecer una relación más directa entre ejercicios propioceptivos y control postural.

5.4 CONCLUSIÓN.

Existen escasos estudios que describen el comportamiento posturográfico en sujetos con deficiencia mental, menos aquellos que evalúan el efecto de un programa de ejercicios propioceptivos sobre el control postural.

Posterior a la intervención del programa de ejercicios propioceptivos, hay una diferencia estadísticamente significativa en la energía de las bandas de 0,5 y 1 Hz en la fase de seguimiento, lo que indica que hubo una mejor participación del sistema propioceptivo.

Los parámetros de energía total relativa, área y velocidades del centro de presión, muestran que hubo una disminución en la fase de seguimiento en comparación de las otras, lo que señala que la participación del sistema propioceptivo presentó mejorías, debido a que el programa de ejercicios fue basado en el entrenamiento propioceptivo y esquema corporal, este último depende directamente en este sistema.

Posterior al programa de ejercicios se conserva la utilización de la estrategia del tobillo como elemento mecánico en el control de la postura.

El índice de Romberg presentó diferencia significativa posterior al programa de ejercicios y cambió el sistema que prevalece en la mantención de la postura bípeda desde el visual al sistema vestibular.

De acuerdo a los objetivos esperados y a la variedad de los resultados de las hipótesis específicas, en esta investigación, se acepta la hipótesis nula, porque de todas las variables de estudio, sólo algunos parámetros o variables estudiadas presentaron diferencias estadísticamente significativas, aunque la mayoría de los valores analizados presentaron disminución.

El hecho de que sólo algunos de los resultados presenten diferencias estadísticamente significativas, nos indica que la investigación presenta algunas limitaciones de estudio referidas

por ejemplo, al valor n de sujetos de la muestra, lo que incide en los porcentajes de los resultados, la cantidad de las variables posturográficas del estudio, el tiempo de duración de la intervención del programa o por las características propias de la población, u otros factores que intervienen en el control de la postura. Todas ellas, permiten replantear este tipo de investigación y/o acotar los temas, sin embargo, el estudio ha permitido corroborar la escasa información que existe en esta población así como en otras y estimula en los lectores una línea de investigación muy desconocida que puede dar lugar a obtener un mejor conocimiento de esta población de estudio que, por ejemplo, permitan mejorar políticas públicas como lo son las medidas de prevención que utilizan las instituciones estatales.

La aplicación de programas de ejercicios basados en el esquema, imagen y orientación corporal son fundamentales para el desarrollo del control de la postura desde tempranas edades. La intervención a través de estos, beneficia directamente al sistema propioceptivo y por su intermedio fundamentalmente al control postural lo que permite señalar que la existencia de estos programas en el currículum de establecimientos educacionales que atienden a estudiantes con discapacidad intelectual sería relevante y beneficioso con el consiguiente control postural que favorezca una mejor integración e inclusión educacional, laboral y social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- Castañer M. y Camerino O.:(2001). *La Educación física en la enseñanza primaria*. Barcelona. Ed. Inde Publicaciones.
- AAIDD.(2002) Asociación Americana desarrollo de discapacidad intelectual. Extraído el 12 de Mayo de 2011 desde <http://www.aamr.org/>
- Abrahamova, D., Hlavacka F. (2008). Age-Related changes of human balance During Quiet Stance. *Physiological Research*.57,957-964.
- Antolín P. (1989).Terapia Rehabilitadora del Aparato Locomotor. MÉTODO TRAL. Extraído el 11 de Agosto de 2011 desde <http://www.tral.net/index1.htm>
- Arnaiz, P. (1984).Estudio correlacional entre el desarrollo de las funciones psíquicas y el desarrollo de las funciones motoras. *Anales de Pedagogía*.nº2,328-342.
- Artificio. Guía usuario Manual Posturográfico. Extraído el 13 de Junio de 2011 desde la página www.artificio.com/oscilografo.htm
- Baloh, R., Jacobson, K., Enrietto, J., Corona, S., Honrubia, V.(1998). Balance disorders in older person: quantification with posturography. *Otolaryngol Head Neck Sorg*. 119(1), 89-92.
- Bankoff, A. (2007). Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. *Movimento e Percepção*, 7, 89-104.
- Bartual J. y Pérez N.: (1999).*El sistema vestibular y sus Alteraciones*. Barcelona. Ed. Masson SA.
- Bautista R.: (1991). *Necesidades Educativas Especiales. Manual Teórico-Práctico*. Málaga. Ed. Aljibe.
- Baydal, J., Barberá, R., Soler, C., Peydro, M., Prat, J. y Barona, R. (2004).Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española. *Acta Otorrinolaringol Es.*, 55,260-269.
- Bobath, B y Bobath, K. (1992). *Desarrollo motor en distintos tipos de Parálisis Cerebral*. Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana.
- Boniver, R. (1994).Posture et posturographie. *Med Liege*, 49, 285-290.
- Borg, F. y Mika, H., Bioseñales Project, Universidad de Jyväskylä, Chydenius Instituto, Kokkola-Karleby Finland. Normes 85

- Buchanan, J. y Horak, F. (1999). Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *J Neurophysiol*, 81, 2325–2339.
- Calmels D.: (2003). *Qué es la psicomotricidad*. Buenos Aires. Ed. Lumen.
- Carpenter, M., Frank, J., Adkin, A., Paton, a., Alluver, J.(2004). Influence of postural anxiety on postural reactions to multidirectional surface rotations. *J. Neurophysio.*, 92,3355-3366.
- Carrasco C.:(2003).La educación física en el marco de la reforma curricular NB1 y NB2. Talca. E. IRIDEC Ltda.
- Castañer M. y Camerino O. (2001). *La Educación Física en la Enseñanza Primaria*. Barcelona. Ed. INDE
- Chaudhry, H., Findley, T., Quigley, K., Ji, Z., Maney, M., Sims, T., Bukiet, B., Fould, R. (2005). Postural stability index is a more valid measure of stability than equilibrium score. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 42(4), 547-556.
- Cratty, B.,(2003).*Desarrollo Perceptual y motor en los Niños*. Barcelona. Ed. Paidós Ibérica.
- Cuccia, A. y Caradonna, C. (2009).The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64,1.
- Da Fonseca, V.(1998). *Manual de observación psicomotriz: significación psiconeurológica de los factores psicomotrices*. Barcelona.INDE
- De Nunzio, A. y Schieppati, M. (2007). Time to reconfigure balancing behaviour in man: changing visual condition while riding a continuously moving platform. *Exp Brain Res*, 178, 18–36.
- Fernández, Y. (2007). Algunas consideraciones sobre psicomotricidad y las necesidades educativas especiales. *Efdeportes*, 12, 108.
- Ferrándiz M.I. y Gútiez P.(2002): *Perfiles de personas con diferencia mental basados en las funciones motrices gruesas*. Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Fischnaller M.: (2004). *La educación física y la postura corporal*. Madrid. Universidad Abierta Iberoamericana.
- Fort, A., Costa, Ll., Antolin, P. y Massó, N., (2011). Efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre la extremidad inferior en jóvenes deportistas jugadores de voleibol. *Apunts medicine de l' esport*, 43, 5-13
- Franco T.: (1988). *Vida Afectiva y educación Infantil*. Madrid. Ed. Narcea.

- Freitas J. Barela J.(2006). Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. *Rev Port Cien Desp.*, 6(1), 94–105
- Frenkel H. (2007, Enero). Ejercicios de Frenkel. Extraído el 11 de Agosto de 2011 desde http://www.efisioterapia.net/articulos/leer.php?id_texto=220
- Frontera W. Herring S. Micheli L. y Silver J.: (2008) *Medicina Deportiva Clínica: tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid. Ed. ELSEVIER.
- Gagey P. y Weber B.(2001). Posturología. Regulación y alteraciones de la bipedestación. Barcelona. Ed. Masson.
- Gago, I., y Seco, J. (2008). Programa de fisioterapia mejora a largo plazo las habilidades motoras en pacientes con enfermedad de Parkinson. *Iberoamericana de fisioterapia y kinesiología*, 2, 81-92.
- Gallahue D. y Ozmun J.:(2006). Understanding motor development infants, children, adolescents, adults. Boston. Ed. McGraw-Hill.
- García J. y Berruezo P.: (1994). *Psicomotricidad y Educación Infantil*. Madrid. Ed. CEPE.
- Gatica, V., Elgueta, E., Vidal, C., Cantin, M. y Fuentealba, J. (2010). Impacto del Entrenamiento del Balance a través de Realidad Virtual en una Población de Adultos Mayores. *International Journal of Morphology*, 2, 1.
- Gauchard, J., Gangloff, P., Jeandel, Cl. Y Perrin F.(2003) Influence of regular proprioceptive and bioenergetic physical activities on balance control in elderly women. *The Journals of Gerontology*,58(A)846-850.
- González R. Keglevic V.,(2004: *Análisis del centro de presión en posturografía en pacientes con síndrome dolor lumbar crónico*. Universidad de Chile.
- Granda J. y Alemany I.:(2002). Manual de Aprendizaje y Desarrollo Motor. Una perspectiva educativa. Madrid. Ed. Paidós.
- Guimaraes, de R., Jelmury C., Irineu, J., Ferreira, P. y Carminato R.(2009). Bateria psicomotora de Fonseca: uma análise com o portador de deficiência mental. Extraído el 11 de Agosto de 2011 desde http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/1079398.html
- Horak, F. y Nashner, L.,(1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support surface configurations. *J. Neurophysiol*, 55, 1372.
- Kandel E., Schwartz J. y Jessell T.:(2001) *Principios de neurociencia*. Madrid. Ed. McGraw-Hill.

- Lázaro, M., Cuesta, F., Sánchez, C., Feijó, R., Montiel, R. (2005). Valor de la Posturografía en ancianos con caídas de repetición. *Medicina Clínica*, 124, 207-210.
- Le Boulch, J., (1987). *La educación psicomotriz en la escuela primaria*. Barcelona. Ed. Paidós.
- Le Boulch, J., (1995). *El desarrollo psicomotor desde el nacimiento hasta los seis años*. Barcelona. Ed. Paidós.
- Lephart, S., Nagai, T. y Sell T. (2003). Effect of Age and Osteoarthritis on Knee Proprioception. *Clin Orthop Relat* .92–101
- Linares, P., (1997). Motricidad en un grupo de personas con necesidades educativas especiales. *Universidad de Granada*, 3, 187-207.
- Llorca M., Ramos V., Sánchez J. y Vega A.; (2002). *La Práctica Psicomotriz: una propuesta educativa mediante el cuerpo y el movimiento*. Málaga. Ed. ALJIBE.
- López, J. (2008). *Ejercicios de propiocepción para población adulta*. Universidad de Antioquía. <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/091-propiocepcion.pdf>
- Luckasson, R., Borthwick-Duffy, S., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craig, E. M., Reeve, A. (2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports* (10th edition). Washington, DC: AAMR.
- Martin, D., Carl, K. y Lehnertz, K. (2001). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona. Ed. Paidotribo.
- Martin, E., Barona, R., Comeche, E., Maydal, J. (2004). Análisis de la interacción visuo-vestibular y la influencia visual en el control postural. *Instituto de biomecánica de Valencia*, 55, 9-16.
- Mc Guide, T. y Keene, J. (2006). The effect of a Balance training. Program on the risk of ankle sprain in high school athletes. *An Sport Med.*, 34(7), 103-111.
- Monteiro, M., Zawadzki, V., Estivalet, P. y Seligman, L. (2007). A postura corporal estática e o perfil antropométrico do pé de crianças em idade escolar. *Efdeportes*, 12, 108.
- Monzani, D., Marchioni, D., et al. (2004). Anxiety effects vestibulospinal function of labyrinthine-defective patients during horizontal optokinetic stimulation. *Acta Otorhinolaryngol Ital.*, 24(3), 117-124.
- Mraz, M., Curzitek M. et cols. (2007). Body Balance in Patients with Systemic Vertigo After Rehabilitation Exercise. *Journal of physiology and Pharmacology*, 58, 5, 427–436.

- Mochizuki, L. y Amadio, A.,(2006). As Informações Sensoriais Para o Controle Postural. *Fisioterapia em Movimento*, 19(2), 11-18.
- Norré M. E. (1994). Vestibular patients examined by posturography: sensory interaction testing. *J. Otolaringol*, 23(6), 399-405.
- Ortuño, M., Martín, E., Baraona, R. (2008). Posturografía estática frente a pruebas clínicas en ancianos con vestibulopatía. *Acta Otorrinolaringológica*, 59, 334-40.
- Oyarzo C. y Villagrán C.:(2004). *Control Postural y síndrome de dolor lumbar en deportistas de alta competencia*. Universidad de Chile. Universidad Mayor.
- Palmieri R., Ingersoll C., Stone M., y Krause B.: (2002).Center-of- Pressure Parameters Used in the Assessment of Postural Control. *Sport Rehabilitation*, 11, 51-66.
- Picq, L. y Vayer, P. (1977). *Educación Psicomotriz y Retraso Mental*. Barcelona. Científico Médica.
- Reina, A. (2003).Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo? Aplicación al Ballet clásico. *Efdeportes*, 9,62.
- Redfern, M., Yadrley, L. y Bronstein, A. (2001).Visual influences on Balance. *Journal on Anxiety Disorder*. 15, 81-94.
- Riemann, B., Lephart, S. (2002).The sensorimotor system, Part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training*. 37(1),80-84
- Romberg, M. (2006). Test de Romberg. Extraído el 13 de Agosto de 2011 desde:
<http://www.historiadelamedicina.org/romberg.html>
- Ruiz, M. (1995).Concepciones cognitivas del desarrollo motor humano. *Psicología. General y aplicad*, 48, 47-57.
- Ruiz, P. (1994).*Desarrollo motor y actividades físicas*. Madrid. Ed. Gymnos.
- Ruiz, L.(1986). *Actividades Físicas y Deficiencia Mental*. Madrid Ed. INEF.
- Sánchez, G. y Gilbert M. (2009 Mayo-Agosto).Vigotsky. Precursor de la educación inclusiva, *IPLAC*. 2.
- Sanz, E., Barona de Guzmán, R., Cerverón, C. y Baydal J. (2004).Análisis de la interacción Visuo-Vestibular y la influencia visual en el control postural. *Acta Otorrinolaringología*, 55, 9-16.

- Schieppati, M., Giordano, A. y Nardone, A.(2002). Variability in a dynamic postural task attests ample flexibility in balance control mechanisms. *Exp Brain Res*, 144, 200-210.
- Shumway-Cook A. y Woollacott M.(1995). *Motor Control: Theory and practical Applications*. Philadelphia.Ed. Lippincott Williams and Wilkins.
- Stefanini Laura Vanina. Retardo Mental I. 2004.
http://www.capitannemo.com.ar/formaci%C3%B3n_y_cursos.htm#Especiales
- Thompson, K., Mikesky, A., Bahamonde, R. y Burr D., (2003). Effects of physical training on proprioception in older women. *J Musculoskel Neuron Interact*, 3(3), 223-231.
- Torricelli, R.:(2007). Vértigo en el niño. *Medicina*, 67(6-1), 631-638.
- Valade, D., Bleton, J. y Chevalier, A. (1998). *Rehabilitación de la postura y del equilibrio*. Paris. Enciclopedia médico-quirúrgica. 26-452-A-10
- Verdugo, M.: (2003). Análisis de la definición de Discapacidad Intelectual de la Asociación Americana sobre Retraso Mental de 2002.*Revista española sobre discapacidad intelectual*,34, 5-19.
- Villeneuve, P. (2008). Tratamiento postural y órtesis podal: ¿mecánica o información? *La revista del instituto de posturología y podoposturología*, 2, 1-10
- Villeneuve P., Villeneuve S. (2008). Intereses de la prueba posturodinámica en la detección del síndrome de deficiencia postural. *La revista del instituto de posturología y podoposturología*, 1, 1-5
- Winter, D. (1995). Review Article: Human balance and posture control during standing and walking. *Gaint and Posture*, 3(4), 193-214.
- Wood, J., Lacherez, P., Black, A., Cole, M., Ying Boon, M. y Kerr G. (2009). Postural Stability and Gait among Older Adults with Age-Related Maculopathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*.50, 1482.
- Woollacot, M., Schumway-Cook, A. y Nashner, L. (1986).Aging and posture control.Changes in sensory organization and muscular coordination. *International Journal of aging & Human development*, 23(2), 97-114.

ANEXOS

ANEXO N° 1

**CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN DE EJERCICIOS
PRINCIPALMENTE PROPIOCEPTIVO EN EL CONTROL POSTURAL DE JÓVENES CON
DEFICIENCIA MENTAL LEVE PERTENECIENTES A LA ESCUELA ESPECIAL ÑIELOL
DE LA COMUNA DE TEMUCO.**

Francisco Mora Beltrán, kinesiólogo de la Escuela Especial Ñielol de Temuco, desea informar a Ud. que por motivo de su tesis de grado para optar al grado de Magíster en Motricidad Humana dictado por la carrera de Educación física de la UFRO, realizará un proyecto de investigación con un grupo de alumnos de este establecimiento.

Éste se conformará por alumnos matriculados en la escuela el año 2010, de ambos sexos, que tengan entre 18 y 26 años de edad y presenten discapacidad intelectual leve.

La investigación consistirá inicialmente en una evaluación postural que se realizará en las dependencias de la escuela, en la participación de los alumnos en un programa de actividad física que se realizará entre las 9.00 y 9.45 hrs. de los días Lunes, Miércoles y Viernes durante 12 semanas a partir del mes de Mayo y una evaluación postural final.

.....
Firma Apoderado

.....
Firma Alumno Tesista

Temuco,..... de..... del 2010.

ASENTIMIENTO.

Yo..... Apoderado
de.....-

Declaro haber sido informado sobre el proyecto de investigación denominado “Efectos de un programa de intervención de ejercicios principalmente propioceptivo en el control postural de jóvenes con deficiencia mental leve pertenecientes a la escuela especial Ñielol de la comuna de Temuco ”, y no presentar dudas sobre el mismo y AUTORIZO voluntariamente la participación de mi pupiloen dicha investigación.

A su vez Autorizo la comunicación de resultados y conclusiones y si es necesario la reproducción de cualquier imagen que sea oportuna sobre la realización de las evaluaciones o intervenciones, resguardando la identidad de mi pupilo y manteniéndola en el anonimato.

.....

Firma Apoderado

.....

Firma Alumno Tesista

Temuco,.....de.....de 2010.

ANEXO N° 2.

ABREVIATURAS.

AADM	: Asociación Americana de personas con Deficiencia Mental.
AARM	: Asociación Americana de Retardo mental.
AAIDD	: Asociación Americana de Discapacidad Intelectual y del Desarrollo.
A Co	: Área del Centro de Presión.
BDS	: Base de sustentación.
CDG	: Centro de gravedad.
CDM	: Centro de masa.
CI	: Coeficiente Intelectual.
Cols.	: Colaboradores.
CoP	: Centro de Presión
DS	: Desviación Estándar
EB	: Energía de Bandas
EMG	: Electromiografía
ETR	: Energía Total Relativa
Hz	: Hertz
IR	: Índice de Romberg
J	: Joule
NEE	: Necesidades Educativas Especiales.
OA	: Ojos Abiertos
OC	: Ojos Cerrados
OMS	: Organización Mundial para la Salud
P	: Valor P
SEG	: Seguimiento
SNC	: Sistema nervioso central
VF	: Vista al Frente
Vm	: Velocidad media del centro de presión
Vx	: Velocidad del centro de presión en el eje X

Vy : Velocidad del centro de presión en el eje Y

ANEXO N° 3

PROGRAMA DE EJERCICIOS DE PREDOMINIO PROPIOCEPTIVO.-

ETAPA I.-

I.- EJERCICIOS PARA LA IMAGEN CORPORAL Y RESPIRACIÓN.

1. Estudiantes en decúbito supino tocan las partes gruesas de su cuerpo según orden del docente.
2. Ídem, tocan las partes finas de su cuerpo según orden del docente.
3. Los estudiantes en decúbito supino tocan una parte gruesa de su cuerpo y la mencionan.
4. Ídem, tocan las partes finas de su cuerpo y las mencionan.
5. De pie. El docente menciona una parte fina del cuerpo y los estudiantes la indican.
6. Sentados, en parejas frente a frente. Los estudiantes tocan las partes finas de su compañero y la mencionan.
7. Ídem, cambio del estudiante que toca una parte fina del compañero para que la mencione.
8. De pie. Cambio de compañeros, ídem a la actividad n° 6 y 7.
9. Ojos cerrados. Un estudiante en supino, el otro arrodillado al lado de él o ella. Éste toca a su compañera(o) y sin que el otro abra sus ojos señala el lugar que está sintiendo. Se realiza la corrección.
10. Ídem, cambio de compañero. Juego. Los estudiantes que se equivocan más pierden y van observando a los que van quedando. Termina el juego con los ganadores después de 5 eliminaciones.
11. El docente dirige el juego. Todos sentados, cada uno debe señalar la parte del cuerpo gruesa o fina que el docente dice. Él o la última va quedando afuera hasta 5 eliminaciones.
12. Posición supina, los estudiantes respiran inspirando por la nariz y espirando por la boca.
13. Ídem, se colocan las manos en el abdomen y en la inspiración inflan el abdomen y en la espiración bajan este.

14. Posición supina, ellos respiran con inspiración costal alta por la nariz y espiran por la boca.
15. Ídem, inspiran y espiran por la nariz. Costal alta.
16. Ídem, por la boca.
17. Ídem, por la nariz. Abdominal.
18. Ídem, por la boca.
19. Ojos cerrados, inspiran por la nariz abdominal y espiran por la boca. Concientización.

II.- EJERCICIOS DE ESTIMULACIÓN DE CONCEPTO CORPORAL

1. Conocer distintas posiciones corporales. Decúbito supino, lateral, prono, sedente, cuatro apoyos, de rodillas, bípedo.
2. Pasar de una posición a la otra alternadamente con los ojos abiertos.
3. Ídem, con los ojos cerrados.
4. Conocer los movimientos corporales: Bípedo, movimientos de cuello; flexión, extensión, inclinación lateral, rotación y circunducción.
5. Ídem, repetir en posición sentada, cuatro apoyos, supino, prono.
6. Ídem, con los ojos cerrados; de pie, sentado, supino.
7. Ojos abiertos, de pie, movimientos de columna total; flexión, extensión, inclinación lateral, rotación y circunducción.
8. Ídem, ojos cerrados.
9. En parejas; un estudiante realiza el rol de docente y ordena: compañero con ojos cerrados, debe realizar movimientos de cuello y tronco, el estudiante verifica y corrige. El docente observa y corrige.
10. De pie, ojos abiertos, movimientos de extremidades superiores; Hombros, flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna, rotación externa, circunducción. Extremidad derecha e izquierda, ambas.
11. Ídem, ojos cerrados.
12. Sentados, ojos abiertos, movimientos de EESS, codos, flexión, extensión, antebrazos, pronación, supinación. Extremidad derecha, izquierda y ambas.

13. Ídem, ojos cerrados.
14. Supino, ojos abiertos, movimientos de EESS, muñeca, flexión, extensión, radialización, cubitalización, circunducción. Extremidad derecha e izquierda y ambas.
15. Ídem, ojos cerrados.
16. De rodillas, ojos abiertos, movimientos de EESS, dedos, flexión, extensión, abducción, aducción, circunducción. Extremidad derecha e izquierda y ambas.
17. Ídem, ojos cerrados.
18. En parejas; de frente, un estudiante realiza el rol de docente y ordena, el compañero permanece con ojos cerrados; realizar movimientos de los hombros, codos, antebrazos, muñecas y dedos. El estudiante docente verifica y corrige.
19. De pie, ojos abiertos, movimientos de extremidades inferiores, Caderas; flexión, extensión, abducción, aducción rotación interna y externa, circunducción. Extremidad derecha e izquierda, ambas.
20. Ídem, ojos cerrados.
21. Prono, ojos abiertos, movimientos de EEII, Rodillas; flexión y extensión. Extremidad derecha e izquierda, ambas.
22. Ídem, ojos cerrados.
23. Supino, codos afirmados en el suelo, ojos abiertos, movimientos de EEII, Tobillos; flexión, extensión, inversión, eversión, circunducción horaria y al revés. Extremidad derecha e izquierda, ambas.
24. Ídem, ojos cerrados.
25. Supino, ojos abiertos, movimientos de EEII, Órtejos, flexión, extensión, abducción. Extremidad derecha e izquierda y ambas.
26. Ídem, ojos cerrados.
27. En parejas; de frente, un estudiante realiza el rol de docente y ordena, el compañero permanece con ojos cerrados; realizar movimientos de las caderas, rodillas, tobillos y dedos de los pies. El estudiante docente verifica y corrige. El docente observa y corrige.
28. Imitación de gestos. De pie. Ejercicios en parejas. Roles. Imitación de gestos de movimientos de cuello y tronco. Corrección.

29. Imitación de gestos. De pie. Ejercicios en parejas. Roles. Imitación de gestos de movimientos de EESS e II

30. Ídem. De cuello, tronco, EESS y EEII.

ETAPA II.

I.- EJERCICIOS DE CONCEPTO Y ESQUEMA CORPORAL.

1. Toma de conciencia de posturas: bípedo, a partir de los movimientos de cada articulación; adoptar bípedo con pies juntos, separados, un pie, el otro, uno adelante, el otro adelante, en puntillas, en talones, contar hasta 3 en cada posición.
2. Ídem posición sentado; piernas extendidas, una doblada, la otra doblada, las dos dobladas, una levantada, la otra levantada, ambas levantadas, posición buda, contar hasta 3 en cada posición.
3. Ídem posición cuatro pies: apoyo manos juntas y rodillas juntas, manos separadas y rodillas juntas, manos juntas y rodillas separadas, apoyo manos y pies, ídem.
4. Apoyo de manos y pies; levanto un pierna, levanto una mano, levanto una mano y pierna contraria, cambio al revés. Cuento hasta 3 en cada posición.
5. En decúbitos: supino, prono, lateral.
6. En supino levanto un brazo, el otro, una pierna, la otra, la pelvis, la cabeza.
7. En prono, levanto un brazo, el otro, una pierna, la otra, la pelvis, la cabeza.
8. Lateral, levanto una pierna, un brazo, la cabeza.
9. Juego de globos, inflados deben mantenerse en el aire sin que toquen el suelo, golpeándolos con un parte del cuerpo.
10. Juegos, imitación de posturas entre el profesor y los alumnos.
11. Ídem, entre parejas.
12. Juego de globos; con una cuerda a dos metros de altura, dos equipos o más, lanzan globos por encima de la cuerda sin que se caiga al suelo.
13. Descanso, Ejercicios de respiración; Supino rodillas flectadas, inspiración y espiración nasal, ídem bucal, costal y abdominal.
14. Juego, todos en supino, de espalda, cerca cada uno del otro. Tres globos al aire y todos no dejan que llegue al suelo.

II. EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS DE MMII Y DE EQUILIBRIO POSTURAL.

1. Caminar en diferentes recorridos con pies descalzos. Pasar sobre colchonetas apiladas de tres en tres, o de cuatro en cuatro.(un sendero de colchonetas una sobre otra hasta tres o cuatro).
2. Ídem pero corriendo.
3. Sentados en el suelo frente a ellos un bastón atravesado. Saltar el bastón con la punta del pie adelante y el talón atrás, sin tocarlo, con pierna derecha e izquierda.
4. De pie, ojos cerrado, girar alrededor de su cuerpo sin abrir los ojos, en sentido de los punteros del reloj y al revés.
5. Ídem, ojos cerrados, levantar un pie y mantener la posición. Luego cambio.
6. De pie, mantener un cuaderno o libro sobre la cabeza.
7. Caminar en el suelo con el cuaderno sobre la cabeza.
8. De pie, permanecer en la posición con cuaderno sobre la cabeza y los ojos cerrados.
9. Caminar con cuaderno sobre cabeza pasando por el suelo y subiendo y bajando cajones o escaleras o tacos. Lento.
10. Caminar con los ojos cerrados sobre colchonetas apiladas de a tres.
11. Caminar descalzos sobre la banca sueca. Marcha lateral.
12. Ídem pero con cuaderno sobre la cabeza.
13. Hacer un recorrido de bancas suecas para que caminen ojos abiertos, con cuaderno sobre la cabeza, lateralmente, de frente y pasando obstáculos (tacos).
14. Permanecer de pie estáticos arriba de las bancas suecas con ojos cerrados.
15. Desplazarse arriba de la banca gateando sin caer. Ojos abiertos.
16. Ídem, con ojos cerrados.
17. Dar vuelta las bancas y dejarlas por el lado del poste de 4 x 4. Subirse y caminar lateral.
18. Caminando entre tres tomados desde los hombros (abrazados).Pasan todos de a tres o de a dos o de a cuatro.
19. Caminar de lado golpeando un globo con un compañero que está en el suelo, o con pelota.

20. Caminar de lado lanzando y recibiendo un globo o balón a un compañero que está en el suelo.
21. Sobre la banca por el lado del poste. Cada integrante tiene una pelota del tamaño de tenis y la lanza a un canasto o caja donde caen y se van contando por equipo. Las pelotas una vez en la caja se retiran para enviárselas de nuevo a los alumnos que están arriba de la banca.

ETAPA III.-

I.- EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS Y VESTIBULARES.

1. Calentamiento: trote hacia adelante, atrás, al lado, etc.
2. Elongaciones de glúteos, aductores, isquiotibiales, cuádriceps, tríceps, tibiales. Repetir 5 veces cada uno, lado derecho e izquierdo.
3. Carreras en parejas, tríos, cuartetos.
4. Descanso; Respiración abdominal.
5. En supino; una pierna al pecho con flexión de rodilla, la otra. 5 veces cada una.
6. Ídem, abd una pierna arrastrándola, cambio. 5 veces.
7. Ídem, ambas rodillas al pecho tomándolas con las manos. 7 veces.
8. Ídem, además levantar cabeza.
9. En prono, levantar una extremidad alternada, rodilla extendida. 10 veces.
10. En prono, levantar una pierna doblando rodilla alternado. 10 veces.
11. De costado lateral. Abd de una extremidad, rodilla extendida. 5 veces cada una.
12. Supino, pies en el aire. Pantorrilla apoyada en un tablón. Flexo-extensión de tobillos. A un mismo tiempo. Alternadas. 10 veces cada una.
13. Ídem posición; inversión y eversión de tobillos. 10 veces.
14. Sentados. Cuerda en el suelo, Apoyar alternadamente talón y punta de pies sin tocar la cuerda. 10 veces.
15. Sentados, afirmándose con las manos atrás. Deslizar la cuerda con la planta de los pies adelante y atrás.
16. Ídem, uno al lado del otro, traspasar una pelota abrazándola con la planta de los pies.
17. De pie. Punta de pie. 10 veces.
18. De pie. Piernas separadas. Bajar y subir el tronco erguido lentamente. 5 veces.

19. Ídem. Estando abajo, desplazar el peso hacia un pie y volver al centro, 5 veces.
20. Ídem. Desplazarse hacia el otro lado. 5 veces.
21. De pie. Un pie adelante del otro en la misma línea. Desplazar el peso hacia adelante doblando la rodilla delantera. 5 veces.
22. Ídem, Cambio de pierna.
23. De pie, piernas levemente separadas. Desplazar una pierna hacia adelante y al lado (diagonal). Desplazar el peso del cuerpo y volver. 5 veces.
24. Ídem, al otro lado. 5 veces.