



**Universidad de Valparaíso  
Facultad de Medicina  
Carrera de Kinesiología**

**PROTOCOLO DE EJERCICIOS ESPECÍFICOS PARA  
ENTRENAMIENTO DE EQUILIBRIO EN FUTBOLISTAS DEL CLUB  
DEPORTIVO SANTIAGO WANDERERS DE VALPARAISO DE LAS  
CATEGORIAS SUB 15, SUB 16 Y SUB 17.**

**SEMINARIO DE TITULO PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA**

**AUTORES: JAIME ARTEAGA VERA  
FELIPE CID MORA  
DENNIS PAEZ TORRES**

**PROFESOR GUÍA: JUAN CRISTIAN ROJAS MONTERO KLG.**

**Carrera de Kinesiología  
Facultad de Medicina  
Universidad de Valparaíso**

**Valparaíso, Chile  
2010**



*A mis padres  
Patricio Arteaga y Rosa Vera  
por su amor y apoyo incondicional, sobre  
todo en los momentos adversos, a mis  
hermanos Nicolás y Elia por ser mis compañeros  
de vida y parte importante de mis logros, a mi abuela  
Elia Medel y mi sobrino Vicente San Martín, por ser la experiencia  
y esperanza en mi vida, a mis tíos por enseñarme el concepto de fraternidad  
y aplicarlo en mi vida, a mis primos por su lealtad y cariño, a mis amigos que  
son la alegría de mi vida, a mis amigos y compañeros de tesis, Dennis y Felipe,  
a todos ustedes gracias por todo.*

**Jaime**

*Dedico el trabajo involucrado  
en esta tesis a todas las personas que  
han estado conmigo en las buenas y en las malas,  
a mis padres Mario Cid Peña, Rosa Mora González, por ser ellos  
los gestores de mi realización personal, a mis hermanas Paula, Ángela, a mi  
hermano Gustavo, a mi abuelita Mamita Charo, familia, amigos y compañeros  
de tesis que estuvieron cuando mi ánimo claudicaba y una dedicatoria especial  
a mi polola Zhenia, ya que siempre me ha apoyado, incluso en los momentos  
más difíciles.*

**Felipe**

*A Dios, a mi Abuelo Hugo  
y a mi abuelita Mercedes, que  
desde el cielo me han acompañado en  
esta importante etapa de mi vida, a mis padres  
Juan y Alicia que han dado todo de sí, tanto para acompañarme  
como para apoyarme todos estos años, a mi mami que siempre  
estuvo acompañándome en cada uno de mis pasos desde el momento  
en que nací, a mis compañeros de tesis por el tiempo y dedicación que  
pusieron en la realización de este trabajo y por ser tan buenos amigos, a mi  
familia, primos, amigos, y a todas aquellas personas que me acompañaron en  
esta etapa, que hoy culmina, con la entrega de este trabajo y que sin ellos nada  
hubiera sido posible.*

**Dennis**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestro tutor y profesor guía Juan Cristian Rojas por su excepcional apoyo y compromiso con este estudio. A nuestra profesora Lorena Villarroel por darnos las herramientas para llevar a cabo este trabajo. Apreciamos profundamente la voluntad del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, al facilitarnos los jugadores así como sus instalaciones. Le damos las gracias a su cuerpo técnico por la disposición, buena voluntad y participación constante en beneficio de este estudio, en especial a los señores Javier Jeison, preparador físico, y al Klgo. Mauricio Ardiles por permitirnos realizar este estudio a pesar de las interrupciones que significó nuestro trabajo en su programa de entrenamiento previamente establecido. Damos las gracias a nuestras familias por el constante e incondicional apoyo que nos han brindado en el transcurso de nuestras vidas y sobre todo en esta crucial etapa, que marca el comienzo de nuestro futuro como profesionales.

## ÍNDICE

	pág.
I. Índice de tablas, figuras y gráficos.....	6
II. Siglas y abreviaturas.....	17
III. Definición de términos.....	18
IV. Abstract.....	22
V. Resumen.....	23
VI. Introducción.....	24
VII. Marco Teórico.....	26
VIII. Problema e Hipótesis de estudio.....	67
IX. Objetivos de estudio.....	68
X. Materiales .....	70
XI. Método.....	72
XII. Resultados.....	81
XIII. Discusión.....	133
XIV. Conclusión.....	146
XV. Referencias.....	151
XVI. Anexos.....	168

## I. ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS, TABLAS Y GRÁFICOS

<b>Figura 1.</b> Factores que afectan la estabilidad funcional.....	27
<b>Figura 2.</b> Modelo conceptual del entrenamiento de resistencia.....	34
<b>Figura 3.</b> Dimensiones de un campo de fútbol.....	36
<b>Figura 4.</b> Modelo de disfunción de movimiento.....	43
<b>Figura 5.</b> Sistema sensoriomotor.....	44
<b>Figura 6.</b> Resumen de las estructuras involucradas en el control motor.....	48
<b>Figura 7.</b> Paradigma de estabilidad funcional.....	50
<b>Figura 8.</b> Posición correcta de estación unipodal con ojos abiertos.....	58
<b>Figura 9.</b> Posición correcta de estación unipodal con ojos cerrados.....	59
<b>Figura 10.</b> Posición correcta del estadio unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla.....	61
<b>Figura 11.</b> Wii Balance Board.....	64
<b>Figura 12.</b> Forma de uso de la Wii Balance Board.....	64
<b>Figura 13.</b> Apoyo anterior con los brazos sobre la cabeza.....	170
<b>Figura 14.</b> Apoyo lateral con bastón terapéutico.....	171
<b>Figura 15.</b> Realización de la flexión de rodilla con apoyo y bastón.....	172
<b>Figura 16.</b> Realización del ejercicio de apoyo funcional.....	173
<b>Figura 17.</b> Realización del ejercicio de flexión funcional con apoyo.....	174
<b>Cuadro 1.</b> Prescripción del ejercicio para entrenamiento propioceptivo.....	56

<b>Cuadro 2.</b> Datos según edad para estación unipodal con ojos cerrados.....	60
<b>Cuadro 3.</b> Errores posibles durante la aplicación de la prueba de estadio unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla.....	61
<b>Cuadro 4.</b> Criterios de inclusión y exclusión del presente estudio.....	74
<b>Cuadro 5.</b> Variables en estudio.....	75
<b>Cuadro 6.</b> Distribución de los grupos de estudio.....	78
<b>Tabla 1.1</b> Características basales generales de los grupos de estudio.....	83
<b>Tabla 1.2</b> Valores a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	84
<b>Tabla 2.1</b> ANOVA de un factor de las variables de peso, talla e IMC.....	86
<b>Tabla 2.2</b> Valores de peso e IMC pre y post intervención para los cuatro grupos de estudio.....	87
<b>Tabla 2.3</b> Variación de los valores de peso e IMC entre primera y segunda medición.....	87
<b>Tabla 3.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos para los sujetos CMN entrenados y no entrenados.....	89
<b>Tabla 3.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	90
<b>Tabla 3.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	90

<b>Tabla 3.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	91
<b>Tabla 4.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice tiempo/intento pre y post intervención de la de estación unipodal con los ojos abiertos para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	92
<b>Tabla 4.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	93
<b>Tabla 4.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	93
<b>Tabla 4.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	94
<b>Tabla 5.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	95
<b>Tabla 5.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos	

con CMN entrenados y no entrenados.....	96
<b>Tabla 5.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	97
<b>Tabla 5.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	98
<b>Tabla 6.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	99
<b>Tabla 6.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	100
<b>Tabla 6.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	101
<b>Tabla 6.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	103

<b>Tabla 7.1</b> Correlación de Spearman entre las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y el porcentaje de equilibrio WBB post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados...	104
<b>Tabla 8.1</b> Correlación de Spearman entre las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y el porcentaje de equilibrio WBB post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados...	105
<b>Tabla 9.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	106
<b>Tabla 9.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	107
<b>Tabla 9.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	107
<b>Tabla 9.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	108

<b>Tabla 10.1</b> Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	109
<b>Tabla 10.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	110
<b>Tabla 10.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	110
<b>Tabla 10.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal y leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	112
<b>Tabla 11.1</b> Análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	113
<b>Tabla 11.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable desviación del CG pre y post intervención entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados....	113
<b>Tabla 11.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG pre y post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	114

<b>Tabla 12.1</b> Análisis descriptivo de las variables desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	115
<b>Tabla 12.2</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior pre intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	116
<b>Tabla 12.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	116
<b>Tabla 13.1</b> Análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	117
<b>Tabla 13.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable desviación del CG pre y post intervención entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	117
<b>Tabla 13.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG pre y post intervención, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	118
<b>Tabla 14.1</b> Análisis descriptivo de las variables desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	119
<b>Tabla 14.2</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior pre intervención, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	120

<b>Tabla 14.3</b> Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	120
<b>Tabla 15.1</b> Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN entrenados.....	121
<b>Tabla 15.2</b> Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN no entrenados.....	122
<b>Tabla 15.3</b> Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN entrenados.....	122
<b>Tabla 15.4</b> Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN no entrenados.....	123
<b>Tabla 16.1</b> Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD entrenados.....	124
<b>Tabla 16.2</b> Correlación entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD no entrenados.....	125

<b>Tabla 16.3</b> Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD entrenados.....	125
<b>Tabla 16.4</b> Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD no entrenados.....	126
<b>Tabla 17.1</b> Análisis descriptivo de las variables porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	127
<b>Tabla 17.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB pre intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	128
<b>Tabla 17.3</b> Prueba de Wilcoxon entre las variables porcentaje de equilibrio WBB pre intervención y post intervención de ambas extremidades inferiores para sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	128
<b>Tabla 17.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB post intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	129
<b>Tabla 18.1</b> Análisis descriptivo de las variables porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	130

<b>Tabla 18.2</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio pre intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	131
<b>Tabla 18.3</b> Prueba de Wilcoxon entre las variables porcentaje de equilibrio WBB pre intervención y post intervención de ambas extremidades inferiores para sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	131
<b>Tabla 18.4</b> Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB post intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	132
<b>Gráfico 1.1</b> Variación del peso entre la primera y segunda medición para los grupos de estudio.....	88
<b>Gráfico 1.2</b> Variación del IMC entre la primera y segunda medición para los grupos de estudio.....	88
<b>Gráfico 2.1</b> Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos desde pre a post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenado.....	91
<b>Gráfico 3.1</b> Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	94
<b>Gráfico 4.1</b> Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con control motor normal entrenados y no entrenados.....	97

<b>Gráfico 4.2</b> Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados desde pre intervención a post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	98
<b>Gráfico 5.1</b> Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	100
<b>Gráfico 5.2</b> Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados desde pre intervención a post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	102
<b>Gráfico 6.1</b> Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con leve flexión de rodilla con los ojos abiertos para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	108
<b>Gráfico 7.1</b> Diferencia de los valores del índice T/I post intervención de la prueba de estación unipodal con leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	111
<b>Gráfico 7.2</b> Diferencia de los valores del índice T/I post intervención de la prueba de estación unipodal con leve flexión de rodilla con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.....	112
<b>Gráfico 8.1</b> Variación de la variable porcentaje de equilibrio WBB de pre a post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.....	129

**Gráfico 9.1** Variación de la variable porcentaje de equilibrio WBB de pre a post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos CMD entrenados y no entrenados..... 132

## II. ABREVIATURAS

SNC:	Sistema nervioso central
APAS:	Ajustes posturales anticipatorios
GMR:	Gasto metabólico en reposo
FIFA:	Federación internacional de fútbol asociado
WBB:	Wii balance board
CP:	Centro de presión
PF:	Plataforma de fuerza
T/I:	Índice tiempo intento
CG:	Centro de gravedad
COM:	Centro de masa

AVD:	Actividades de la vida diaria
IMC:	Índice de masa corporal
CMN:	Control motor normal
CMD:	Control motor disminuido
CMNE:	Control motor normal entrenado
CMNNE:	Control motor normal no entrenado
CMDE:	Control motor disminuido entrenado
CMDNE:	Control motor disminuido no entrenado

### III. DEFINICION DE TERMINOS

Antes de analizar los temas específicos que trataremos en este estudio es necesario mencionar y explicar brevemente algunos conceptos que utilizaremos dentro del lenguaje durante todo este estudio:

- **EQUILIBRIO:** Es un estado corporal donde distintas y encontradas fuerzas actúan sobre el cuerpo anulándose. Desde un punto de vista más fisiológico, correspondería a una integración de la postura en un sistema funcional complejo dado por una acción coordinada y simultánea entre propioceptividad, tonicidad y exteroceptividad (Guillén del Castillo,

Manuel; “Bases Biológicas y Fisiológicas del Movimiento Humano”, primera edición. Editorial Médica Panamericana, 2001).

- **ESTABILIDAD:** Definido como la resistencia a perder el equilibrio o como la capacidad de mantener el centro de gravedad (CG) dentro de la base de sustentación ante estímulos externos. Va a depender principalmente de tres factores que son:
  - La base de sustentación en forma directamente proporcional.
  - La distancia de la línea de gravedad al borde de la base de sustentación, siendo más inestable cuanto más se acerca al borde de la base de sustentación.
  - Altura del CG, donde una mayor altura del CG representará mayor inestabilidad (Hall, Susan; “Basic Biomechanics”, cuarta edición. Editorial McGraw Hill, 2003).
  
- **BASE DE SUSTENTACIÓN:** Es la superficie disponible para apoyar el peso del cuerpo. Área de apoyo es aquella superficie sobre la que dichos pesos efectivamente se descargan. Se establece una interacción eficaz de las distintas partes del cuerpo entre sí y la base de sustentación (*Paeth, 2000*).

- **POSTURA:** Representa la totalidad de posiciones del cuerpo y extremidades entre ellas y su orientación en el espacio (*Kandel, 2000*).
- **CENTRO DE MASA (COM):** Corresponde a la suma de las trayectorias o representación de todos los segmentos del cuerpo tanto en los planos antero/posterior como también medio/lateral (*Winter y col., 1991*).
- **CENTRO DE PRESIÓN (CP):** Corresponde 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 piso. Este es totalmente independiente del COM. La localización del CP bajo cada pie es el reflejo directo del control neural de los músculos de tobillo (*Winter y cols., 1995*).
- **CENTRO DE GRAVEDAD (CG):** Punto situado en el centro de la masa corporal, localizado en la intersección de los planos sagital, frontal y horizontal. Posee variaciones de acuerdo a los distintos sujetos pero aproximadamente se encontraría anatómicamente delante del promontorio (vértebras L5 y S1) y la segunda vértebra sacra. En términos prácticos es el punto aparente de acción de la suma de las fuerzas de gravedad que actúan en todo el cuerpo. También puede interpretarse

como la proyección vertical del COM en el suelo (*Winter y cols., 1995; Wallman & Cols., 2002*).

- **BALANCE:** Es un término genérico que describe la postura dinámica del cuerpo para prevenir la caída. Es relativo a las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y de la inercia de cada segmento del cuerpo (*Winter y cols., 1995; Wallman & Cols., 2002*).
- **PROPIOCEPCIÓN:** es una de las características más evidentes del entrenamiento deportivo, expresivo o psicomotor. Informa la posición, el equilibrio y sus cambios y la posición estacionaria de cada segmento, además de la cinestesia de cada parte del cuerpo en relación con el resto (Guillén del Castillo, Manuel, “Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano”, primera edición Editorial Medica Panamericana, 2001).
- **CONTROL MOTOR:** se define como la habilidad para regular o direccionar los mecanismos esenciales para el movimiento (Anne Shumway, Motor Control translating research into clinical practice”, tercera edición, Lippincott Williams and Wilkins, 2003).

#### IV. ABSTRACT

**Objective:** Determine the effectiveness of a training protocol in equilibrium and motor control in soccer players of the youth division of Santiago Wanderers from Valparaíso, Chile, and observe if this training improves their condition of equilibrium and motor control at the end of the sessions. **Method:** We used four groups of soccer players between 15 and 17 years old, male, and that train in the club every day. The groups was divided randomly, with a previous test group for value their equilibrium and motor control. The four groups continued with their normal training and was divided in this way: 1.- Motor control decreased and without equilibrium training, 2.- Motor control decreased, with a equilibrium training, 3.- Normal motor control without equilibrium training and 4.- Normal motor control with a equilibrium training. **Results:** There is a statistically significant difference ( $p < 0,05$ ) in single leg stance with eyes closed post intervention in trained subjects (left leg  $13,3 \pm 3,4$ , pre intervention to  $28,6 \pm 2,8$  post intervention, with a  $\Delta 15,3$ ; right leg  $12,8 \pm 8$ , pre intervention to  $29,9 \pm 0,2$ , post intervention, with a  $\Delta 17,1$ ), there is not a relationship between the evaluation tests and the percentage given by the wii balance board (WBB), the equilibrium and motor control training increase the equilibrium in the subjects

with a normal motor control trained and the subjects with decrease motor control trained (left leg  $21,3 \pm 6,1$  pre intervention to  $29,6 \pm 0,9$  post intervention, with a  $\Delta 8,3$ ; right leg  $19,8 \pm 6,3$  pre intervention to  $27,1 \pm 4,2$  post intervention with a  $\Delta 7,3$ ), there is a changes in the gravity center ( $8,2 \pm 6,9$ ;  $5,7 \pm 5,5$ ) in trained subjects with a normal motor control ( $p < 0,05$ ). **Conclusion:** We concludes that the utilization of the single leg stance with eyes open and single leg stance with eyes open and knee flexion and three was not the adequate for the evaluation of subjects who plays soccer between 15 and 17 years old, in base at the changes registered in the single leg stance with eyes closed test, we concludes that the utilization of the exercise protocol proposed by us is very useful in the training of subjects who plays soccer.

**Keywords:** *Motor control, equilibrium, balance, proprioception, soccer, balance exercises, stability exercises, soccer training.*

## V. RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de equilibrio y control motor en futbolistas de las divisiones inferiores del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, y observar si este entrenamiento mejora su condición de equilibrio y control motor al final de las sesiones de entrenamiento. **Método:** Se utilizaron cuatro grupos de futbolistas entre 15 a 17 años, de sexo masculino, que entrenen regularmente por el club. Los grupos fueron divididos al azar, previa realización de una batería de pruebas para valorar el equilibrio y control motor en los sujetos. Los cuatro grupos continuaron con su entrenamiento habitual y fueron divididos de la siguiente manera: 1.- Disminución de control motor, sin entrenamiento de equilibrio, 2.- Disminución de control motor, con entrenamiento de equilibrio, 3.- Control motor normal, sin entrenamiento de equilibrio, 4.- Control motor normal, con entrenamiento de equilibrio. **Resultados:** existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, post intervención en sujetos entrenados (pierna izquierda  $13,3 \pm 3,4$ , pre intervención a  $28,6 \pm 2,8$  post intervención, con un  $\Delta 15,3$ ; pierna derecha  $12,8 \pm 8$ , pre intervención a  $29,9 \pm 0,2$ , post intervención, con un  $\Delta 17,1$ ), no existe relación

entre la evaluación con las pruebas establecidas y el porcentaje de equilibrio entregada por la wii balance board (WBB), el entrenamiento de equilibrio y control motor mejora los valores del índice tiempo/intento obtenidos en la prueba de estación unipodal con ojos cerrados ( $p < 0,05$ ), en los sujetos con control motor normal entrenados y en sujetos con control motor disminuido entrenados (pierna izquierda  $21,3 \pm 6,1$  pre intervención a  $29,6 \pm 0,9$  post intervención, con un  $\Delta 8,3$ ; pierna derecha  $19,8 \pm 6,3$  pre intervención a  $27,1 \pm 4,2$  post intervención con un  $\Delta 7,3$ ). Se registraron cambios del centro de gravedad ( $8,2 \pm 6,9$ ;  $5,7 \pm 5,5$ ), en sujetos entrenados con buen control motor (CMNE), según la WBB. **Conclusión:** se concluye que la utilización de las pruebas de estación unipodal con los ojos abiertos y estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla, no son las adecuadas para la evaluación de sujetos deportistas jugadores de fútbol con edades entre los 15 y 17 años. En base a los cambios registrados en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, se puede concluir que la utilización del protocolo de ejercicios propuesto, es útil para el entrenamiento de sujetos deportistas jugadores de fútbol de entre 15 y 17 años.

**Palabras clave:** Control motor, balance, propiocepción, fútbol, ejercicios de balance, ejercicios de estabilidad, entrenamiento en fútbol.etc

## VI. INTRODUCCIÓN

En el mundo entero el deporte, cualquiera sea su fundamento u origen, forma parte de la cultura popular propia de cada país, como por ejemplo el rugby en Nueva Zelanda o bien en países orientales las artes marciales y sin ir más lejos, la rayuela en Chile. Pero existe un deporte que es el factor común en todo el mundo, este es el fútbol. Este deporte es el más practicado mundialmente<sup>35</sup>. La forma de entrenar no es muy diferente entre unas zonas y otras, ya que se sustenta hoy en día en acondicionamiento físico y ejercicios de

repetición propios de la actividad dejando en segundo plano y en muchos casos no considerando el entrenamiento de equilibrio y control motor <sup>5,6,7</sup>.

A través de una revisión bibliográfica, se ha observado que un protocolo de ejercicios de entrenamiento, basado en el equilibrio y control motor, es más efectivo para prevenir lesiones y para mejorar el rendimiento deportivo que cualquier otro tipo de entrenamiento físico <sup>11,12</sup>.

En la actualidad los estudios en este ámbito han tenido buenos resultados, dejando la puerta abierta para ahondar en el tema y perfeccionar un protocolo de ejercicios de entrenamiento basado en el equilibrio y en el control motor adecuado.

En este estudio nos enfocaremos en medir el equilibrio y control motor de futbolistas jóvenes, con el fin de identificar diferencias de equilibrio entre jugadores sanos sin alteraciones patológicas y en segunda instancia establecer un protocolo específico de entrenamiento de equilibrio, que obtenga incrementos en las pruebas de equilibrio pre y post entrenamiento que conlleven a beneficios como los antes mencionados.

## VII. MARCO TEÓRICO

La postura bípeda humana es inherentemente inestable y es una característica que se adquiere gracias al sentido que tiene el ser humano de la situación en el espacio o al equilibrio <sup>1</sup>. El diario vivir exige adaptaciones músculo esqueléticas frente a los cambios de postura, para mantener el equilibrio o balance en múltiples direcciones y finalmente evitar una caída <sup>2,3,4,5</sup>.

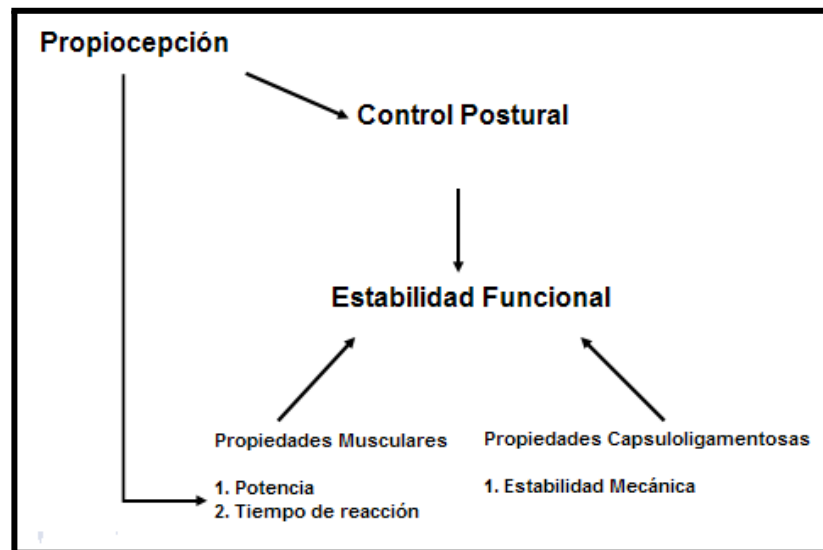
El hombre siempre busca el equilibrio y, al hacerlo, manifiesta la propiedad que tienen los cuerpos de volver a la posición de inicio, cuando se les

aparta de ella y que se llama estabilidad (concepto más flexible que el equilibrio y quizás más correcto)<sup>1</sup>.

En bipedestación, el CG está situado aproximadamente en el centro de la masa corporal, localizado en la intersección de los planos sagital, frontal y horizontal. Posee variaciones en los diferentes sujetos pero aproximadamente se encuentra anatómicamente por delante del promontorio (quinta vértebra lumbar y primera vértebra sacra) y la segunda vértebra sacra<sup>6</sup>. De Moya y colaboradores (2005), señalan que se sitúa por delante de la tercera vértebra lumbar, y la planta de los pies, en su estrecha superficie soporta la totalidad del peso corporal. Estas dos características demuestran que la proyección del CG en el suelo se sitúa dentro del polígono de sustentación que representan las huellas plantares y la zona que las separa<sup>1</sup>. En términos prácticos el CG es el punto aparente de acción de la suma de las fuerzas de gravedad que actúan en todo el cuerpo. También puede interpretarse como la proyección vertical del COM en el suelo<sup>6</sup>.

En una situación específica hay gravedad, inercia y fuerzas de reacción que crean una carga específica en las estructuras musculoesqueléticas. Esta carga puede ser contrarrestada por las fuerzas internas que equilibran a las externas. Una buena propiocepción y coordinación significa que todos los componentes del equilibrio musculoesquelético están en un balance que no permite una sobrecarga de las estructuras, siendo esto muy importante para la estabilidad dinámica de la articulación<sup>7,8</sup>.

La estabilidad dinámica de la articulación, se define como la habilidad de activar apropiadamente los músculos para estabilizar la articulación con apoyo de los estabilizadores mecánicos. En esencia, es el producto del sistema propioceptivo <sup>7,9</sup>. (Ver figura 1)



**Figura 1.** Factores que afectan la estabilidad funcional <sup>7,9</sup>.

En 1906 el doctor Charles Sherrington definió por primera vez el concepto de propiocepción, como la sensación de posición, postura y movimiento <sup>10</sup>.

Entre 1950 a 1960, el fisiatra y neurólogo Wladimir Janda estableció que es imposible separar el sistema sensitivo del motor, es decir, funciona como una unidad, por tanto si ocurre algún cambio en la sección de esta unidad se reflejará en adaptaciones en cualquier parte del sistema <sup>11</sup>.

Janda (1975) descubrió dos etapas básicas para el aprendizaje motor (en rehabilitación de síndromes de desbalances musculares). La primera etapa es

el denominado control de movimiento voluntario, que requiere la regulación cortical y mucha concentración por parte del paciente. Esta primera etapa requiere una retroalimentación constante en relación a experiencias tanto positivas como negativas y aun así es ineficiente <sup>12</sup>.

A medida que el paciente va aprendiendo el nuevo patrón coordinado de movimiento es programado en la región subcortical, convirtiéndose en automático y requiere menos procesamiento o pensamiento consciente. Esto hace más rápido el movimiento en esta etapa, ya que la retroalimentación positiva ocurre inconscientemente y es importante para preparar el cuerpo para mover y contraer los músculos estabilizadores antes de realizar el movimiento. La importancia de este mecanismo es muy notoria en el músculo transverso del abdomen, que normalmente se contrae antes de realizar movimientos con las extremidades <sup>11</sup>.

Janda (1996) observó que este mecanismo de procesamiento automático era esencial para proteger articulaciones y mantener una estabilidad funcional dinámica a través del cuerpo y el desarrollando un entrenamiento sensoriomotor. Janda – Barbana (1996) dan énfasis a la posición óptima del pie y a la estimulación sensorial de la planta del pie para asegurar una máxima información aferente durante la bipedestación <sup>11</sup>.

Janda (1996) sugiere que la información que llega al SNC debe ser óptima en tres segmentos del cuerpo debido a una gran cantidad de

propioceptores, primero el pie, segundo la articulación sacroilíaca y tercero la columna cervical <sup>13</sup>.

El objetivo del entrenamiento sensoriomotor, es incrementar los inputs (aferencias sensitivas) de esos tres segmentos en orden para estimular vías subcorticales y facilitar patrones de movimiento automáticos coordinados, por lo tanto, es muy importante asegurar la posición adecuada de las articulaciones en esos tres segmentos claves durante cualquier movimiento <sup>11,13</sup>.

### **Equilibrio de la extremidad inferior**

El equilibrio bipodal, es la habilidad de permanecer de pie con la menor vacilación posible. Puede ser medido en estático o seguido de una perturbación específica, tal como un salto o una detención repentina, el equilibrio depende de las habilidades del cuerpo para integrar el sistema visual, vestibular y somatosensorial. El equilibrio de pie es frecuentemente medido por la estación unipodal y bipodal con ojos abiertos y cerrados en relación al tiempo <sup>14</sup>.

El más reproducible de los métodos actuales para cuantificar el equilibrio de pie, se basa en el centro de presión, el cuál es comúnmente analizado con un sistema de medición de presión o fuerza, disponibles para pruebas de equilibrio. La plataforma de fuerza usa el CG y los cambios de las verticales en relación a la reacción de la fuerza de la superficie, para calcular la información de la fuerza y el centro de presión. Otros sistemas tienen varios sensores y

ocupan la distribución de la fuerza a través del sensor o plataforma para calcular el CP <sup>15</sup>.

Los jugadores de fútbol deben mantener el equilibrio cuando corren a alta velocidad, cuando cambian de dirección y cuando efectúan fuertes golpes al balón mientras dan pases o patean al arco. Más aún, ellos deben mantener el equilibrio mientras impiden que jugadores rivales les roben el balón.

Un tema diferente es si el equilibrio del pie es mejor descrito cuando se adquiere una posición estática, o que tan rápido se alcanza un estado estático después de una perturbación. Estos son dos componentes del equilibrio de pie que miden diferentes habilidades <sup>14,15</sup>.

### **Ajustes Posturales Anticipatorios (APAS)**

Los APAS preceden los movimientos voluntarios de las extremidades inferiores. El movimiento de la pierna es siempre precedido por cambios en el COM hacia el lado de soporte <sup>16</sup>.

Ha sido establecido por Massion (1992) que los APAS están centralmente programados, esto quiere decir que el SNC debe anticipar la posición final del COM para que la pierna pueda ser elevada y así mantener el equilibrio durante el movimiento <sup>17</sup>.

Una inclinación de la pierna de soporte alrededor de la articulación de tobillo, localiza eficientemente la proyección del COM sobre el pie de apoyo para prevenir caídas. En adición a esto, se inicia una inclinación sinérgica del tronco en la dirección opuesta al movimiento de la pierna para compensar los cambios del COM sobre el lado del movimiento.

La efectividad del control anticipatorio de las sinergias cinemáticas depende de las condiciones de soporte iniciales <sup>18</sup>.

### **Tiempo de reacción muscular**

El tiempo de reacción es el tiempo que transcurre entre la perturbación del medio y la actividad eléctrica del músculo. Esto es importante ya que nos sirve para ver el grado de fuerza muscular y la capacidad del sistema sensoriomotor de generar una respuesta a las condiciones que da el medio ambiente <sup>7,19</sup>.

Sin embargo, en acciones tales como caminar, correr o saltar, existe una preactivación considerable de los músculos relacionados con esos movimientos antes de que se gatille una respuesta <sup>20</sup>.

### **Efectos de la fatiga sobre la inhibición refleja**

El entrenamiento de resistencia resulta en adaptaciones neuromusculares que alteran la producción de la liberación de los sustratos metabólicos. El fútbol es considerado un evento de resistencia <sup>7</sup>.

Este tipo de entrenamiento es el más popular y la forma más efectiva de mejorar el rendimiento en cualquier deporte, tanto en escolares, como en jugadores profesionales. Sin embargo el entrenamiento de resistencia en jóvenes es un tanto controversial.

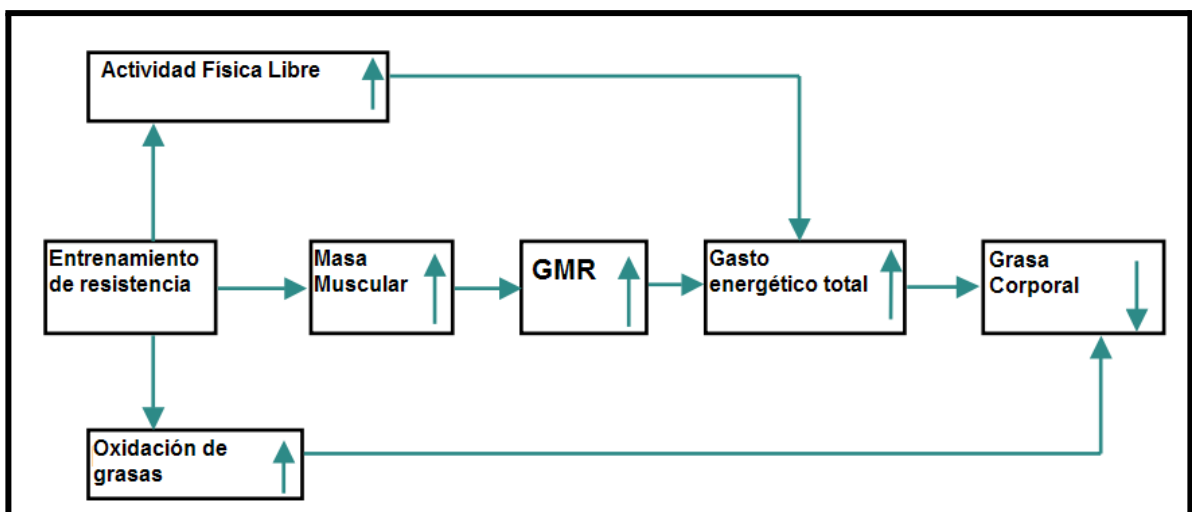
Los clínicos, consideran que mientras sus cartílagos de crecimiento aún se encuentren abiertos, es una contraindicación absoluta realizar este tipo de ejercicio, debido al riesgo de lesión en sus huesos en crecimiento, que aún se encuentran vulnerables <sup>21</sup>.

Por el contrario, Faigenbaum y colaboradores (1993 – 1996) demuestran la seguridad general y la eficacia del entrenamiento de resistencia para niños y adolescentes <sup>22,23</sup>. Craemer y colaboradores (1998), evidencian adaptaciones benéficas que ocurren en huesos, ligamentos y tendones al seguir este entrenamiento, siendo esto apoyado por los reportes epidemiológicos <sup>24</sup>.

Los efectos positivos que un entrenamiento de resistencia tiene sobre la fuerza en sujetos adultos, está muy bien documentada en la literatura <sup>25,26</sup>. Estas mejoras ocurren vía hipertrofia muscular (que incrementa el área de sección del músculo), cambios estructurales de las fibras musculares (cambio de ángulo de las fibras), adaptaciones neuromusculares (que incrementan la sincronía de la unidad motora y el reclutamiento muscular) y metabólicas <sup>27,28</sup>. En contraste, Vrijens (1978) sugiere que el entrenamiento de resistencia en niños, no genera adaptaciones similares a las del adulto, principalmente debido al aumento de andrógenos que circulan en los niños pequeños <sup>29</sup>.

Faigenbaum y colaboradores (1993 – 1998) establecieron los beneficios potenciales del entrenamiento de resistencia para los atletas jóvenes como un aumento en la fuerza, potencia y resistencia muscular, un incremento en la densidad mineral ósea, incremento en la función cardiorespiratoria, aumento del perfil lipídico sanguíneo, aumento de la composición corporal, mejora del rendimiento motor, aumento en el rendimiento deportivo, aumento de la resistencia a las lesiones, mejora de la salud mental y la sensación de bienestar además de una mejor disposición a realizar deporte <sup>21,22,23,30</sup>.

Además el entrenamiento de resistencia juega un rol importante en la promoción de mejores hábitos de vida o en las actividades de la vida diaria (AVD), al permitir al sujeto que lo realiza, una baja de peso importante, lo que a la larga mejora su condición cardiovascular y le permite realizar ejercicio de manera eficiente <sup>31,32</sup>. (Ver figura 2)



**Figura 2.** Modelo conceptual del entrenamiento de resistencia y los efectos potenciales en el gasto energético que incluye el gasto energético del incremento de la masa muscular y del gasto energético proveniente del gasto de las AVD. GMR: gasto metabólico en reposo <sup>31,32</sup>.

El entrenamiento neuromuscular que se incluye dentro de un entrenamiento de resistencia en relación a la posición del cuerpo, durante las maniobras dinámicas como saltar, caminar o correr puede ser especialmente beneficioso <sup>33</sup>.

Walton y Colaboradores (2002) determinaron la extensión de un reflejo inhibitorio durante y después de un entrenamiento de resistencia en individuos deportistas comparados con individuos controles sedentarios <sup>7,34</sup>.

Su experimento demostró que los procesos neuromusculares asociados con el reflejo de inhibición, relacionado con la fatiga, pueden ser por múltiples causas y no pueden ser explicados solamente por el diámetro pequeño de las aferencias que responden a productos de la contracción muscular <sup>34</sup>.

La interferencia continua, debida a la acción de la fuerza de gravedad, requiere de un contrabalanceo sostenido que se logra mediante el movimiento continuo del centro de gravedad, con la participación de los reflejos vestíbulo espinales y vestíbulo oculares y la contribución motora de los músculos del tronco y las extremidades <sup>6,35</sup>.

El reclutamiento de la información para la generación de estos reflejos proviene de los órganos de la visión, del sistema vestibular y de los sensores propioceptivos. Estos sistemas sirven, por una parte, para la orientación en el

espacio y, por otra, hacen posible la bipedestación y la marcha, gracias al control y regulación de numerosos grupos musculares, responsables de la estática y la movilidad <sup>7</sup>. De la actuación conjunta de estos mecanismos resulta la capacidad personal de equilibrio. La alteración de cualquiera de ellos, a través de diferentes trastornos orgánicos, puede dar lugar a un trastorno en el mantenimiento del equilibrio o del control postural <sup>7</sup>.

## El Fútbol

Los partidos de fútbol se juegan en superficies ya sean naturales o artificiales, de acuerdo a un reglamento establecido por la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociado).

El terreno de juego se encontrará demarcado por 4 líneas (2 líneas de banda y 2 líneas de meta), tendrá un largo mínimo de 90 metros y un máximo de 120 metros, un ancho mínimo de 45 metros y máximo de 90 metros. Para partidos internacionales estas exigencias son un poco más altas. (Figura 3)

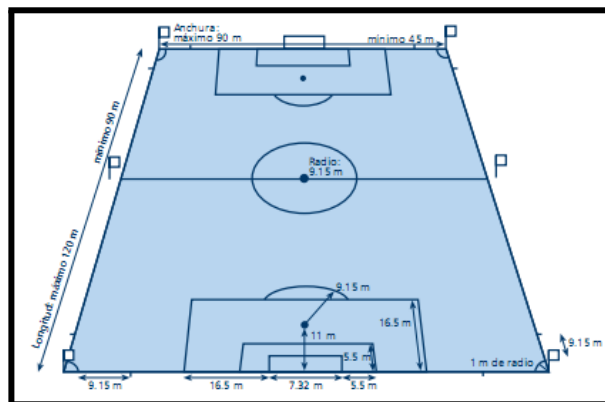


Figura 3. Dimensiones de un campo de fútbol <sup>35</sup>.

El juego consta de 11 jugadores por equipo (10 jugadores de campo más un portero), que disputarán un balón y deberán introducirlo en la portería o meta del equipo rival. Ganará el equipo que anote más tantos en una portería en un tiempo determinado de 90 minutos, dividido en dos tiempos con un descanso intermedio de 15 minutos.

El juego estará regido dentro del terreno por un árbitro central (que se encargará de emitir el juicio y tomar las decisiones en relación a las faltas e indisciplinas de los jugadores), dos árbitros guardalíneas que apoyarán la función del árbitro central en el cobro de fuera de juego y faltas que el árbitro central no haya visto, más un árbitro extra que informará las sustituciones y velará por el comportamiento de los suplentes y del cuerpo técnico fuera del terreno de juego.

El balón debe ser esférico y de cuero o un material que permita mantener un peso y una presión interna determinada, para que la práctica del deporte en cuestión sea eficaz (el peso no debe ser superior a 450 gramos ni inferior a 410 gramos y la presión debe encontrarse entre 0,66 – 1,1 Atmósferas) <sup>35</sup>.

En el fútbol, el equilibrio es más requerido por la constante amenaza en la mantención de la estabilidad durante el desarrollo del juego. Además es un deporte que consta de detenciones y movimientos veloces, lo que produce un alto impacto sobre el sistema musculoesquelético y por lo general lleva a lesiones en la extremidad inferior <sup>7,36</sup>. Otros aspectos físicotécnicos, también

importantes, como la fuerza, flexibilidad, coordinación, y la técnica deportiva, son habitualmente mejor entrenadas o poseen entrenamiento más dirigido <sup>37</sup>.

Para evitar las lesiones la FIFA creó un programa de prevención en un centro de investigación médica en cooperación con un grupo de expertos internacionales. Los ejercicios que se realizan se enfocan en estabilización corporal, entrenamiento de los músculos del muslo, entrenamiento propioceptivo y estabilización dinámica. Los beneficios de este programa incluyen mejora en el rendimiento y prevención de lesiones <sup>7</sup>. Sin embargo, el entrenamiento del equilibrio es pasado por alto en un gran número de clubes, a pesar de que las investigaciones previas muestran que mediante su entrenabilidad se disminuyen las lesiones y la recidiva de éstas, además de producir mejoras en el rendimiento. Ergen y colaboradores (2008), Hewett y colaboradores (2001), Emery y colaboradores (2005) y Cerulli y colaboradores (2001), indican que al realizar estrategias de prevención de larga duración, introduciendo actividades propioceptivas y de coordinación, implementadas durante la pretemporada y a edades tempranas, generan la reducción no sólo de las lesiones de tobillo, sino que de todas las lesiones que puedan darse durante la práctica de este deporte <sup>7,37,38,39</sup>.

El riesgo de lesión es mejor representado por el número de horas de exposición o de participación en dicha actividad <sup>40</sup>.

Algunos estudios muestran que cuando el cuerpo es privado de la demanda funcional, el equilibrio se altera por desuso <sup>41</sup>. Por ejemplo, Liu y

colaboradores (2003), reportaron en un estudio que un sujeto, después de pasar 21 días en cama, su sistema propioceptivo se hace menos eficiente para mantener la postura a pesar de que se hicieron ejercicios durante el periodo de encamamiento <sup>42</sup>.

Se puede observar que los mecanismos originados en las estructuras articulares y musculo-tendinosas proveen un componente importante en la mantención de la estabilidad funcional de la articulación. La percepción y ejecución del movimiento está mediada principalmente por el SNC, el cuál recibe información de 3 subsistemas: vía somatosensorial, el sistema vestibular y el sistema visual. Dentro de estos sistemas el más importante es el somatosensorial, el cuál recibirá los estímulos para permitir la propiocepción, mientras que el sistema vestibular y el sistema visual se complementan para generar el equilibrio <sup>2,43</sup>.

Durante el comportamiento dirigido, los mecanismos pueden ser realizados para adaptar el programa motor para los cambios en la marcha que ocurren en el ambiente externo (terreno impar) y ambiente interno (cambios en el COM debido a una carga externa). Estos mecanismos son adaptados por estímulos sensoriales que ocurren tanto en la retroalimentación negativa, donde el mecanoreceptor detecta la superficie de soporte alterada, y la retroalimentación positiva, que anticipa los cambios en el COM desde una experiencia anterior <sup>44,45,46</sup>.

El rol de la información propioceptiva en el control motor puede separarse en dos categorías. La primera categoría envuelve el rol de la propiocepción con respecto al medio externo <sup>47</sup>.

Al planear los movimientos, se requiere atención a las condiciones del medio <sup>48</sup>. Esto cobra importancia cuando se seleccionan las estrategias para el mantenimiento del control postural <sup>49,50</sup>.

La segunda categoría de información que juega en el control motor, es el planeamiento y la modificación interna de los comandos motores generados <sup>47</sup>.

Además de esto se utilizan algunas estrategias de control identificadas en la literatura como son, la estrategia del tobillo, que ocurre cuando la perturbación de equilibrio es pequeña y la superficie de soporte es firme <sup>51,52</sup>. La estrategia de cadera, se utiliza cuando hay perturbaciones mayores y la estrategia del tobillo no provee la fuerza suficiente para mantener el equilibrio postural y el movimiento se centra en la cadera <sup>53</sup>. Cuando la perturbación es aún mayor y desplaza el CG fuera de la base de sustentación de la persona, se debe dar un paso o un salto para mantener o retornar a una posición de equilibrio <sup>54</sup>.

### **Rol de la propiocepción en el control sensoriomotor de la estabilidad articular funcional**

La información propioceptiva que proviene de las articulaciones y receptores musculares, juega un rol integral en este proceso. Esto tiene como

componentes la preparación y la mantención para recuperar la estabilidad del cuerpo entero (estabilidad postural) y sus segmentos (estabilidad articular) <sup>50</sup>.

La propiocepción de los músculos es un mecanismo primario de control motor. Gandevia y colaboradores (1992) mencionaron que la propiocepción se relaciona con tres sensaciones claves: (i) sensación de posición y movimiento de las articulaciones; (ii) sensación de fuerza, esfuerzo y peso de una carga de trabajo; (iii) sensación de rapidez en la contracción muscular <sup>55</sup>.

### **Propiocepción y reclutamiento muscular**

La información articular aferente anormal, puede disminuir la excitabilidad de la motoneurona gamma causando deficiencias propioceptivas y daño articular que puede disminuir la excitabilidad de la motoneurona alfa reduciendo la activación voluntaria <sup>56,57,58</sup>.

Grimby y Hannerz (1976) demostraron que la reducción del flujo aferente (propiocepción) durante el mantenimiento de contracciones con carga baja cambia el orden de reclutamiento de las motoneuronas y disminuyen la dominancia normal de las motoneuronas tónicas <sup>59</sup>.

Gandevia (1994) analizó la relación entre la sensación de control motor o esfuerzo (percibido como peso o carga) y los efectos reflejos en el complejo neuronal. Además reportó, que había un incremento en la sensación de peso (sensación de esfuerzo) cuando el músculo se fatigaba, cuando hay un bloqueo neuromuscular o cambios en las propiedades de tensión - longitud y lesiones en el SNC, además se observó un incremento en el peso percibido (sensación de esfuerzo) cuando el complejo neuronal se inhibía de manera refleja <sup>60,61</sup>.

Grimby y Hannerz (1976) indicaron que cuando la entrada aferente disminuía, la sensación de esfuerzo (percepción) necesaria para la activación de las unidades motoras lentas se incrementaba <sup>59</sup>. La implicancia clínica de esto es que cuando el esfuerzo máximo se alcanzaba, este era necesario para realizar un movimiento o esfuerzo de carga baja, pero luego se veía una facilitación ineficiente de reclutamiento de las unidades motoras lentas y una disfunción de las respuestas normales del huso muscular <sup>55</sup>.

Esta disminución en la sensación de esfuerzo es requerida para realizar ejercicio sostenido de baja carga como indicador clínico o para mejorar la función de estabilidad <sup>62</sup>.

Otro componente propioceptivo es la elongación muscular, la cuál es definida como el grado de fuerza por cambio en la longitud que este tenga <sup>63,64</sup>.

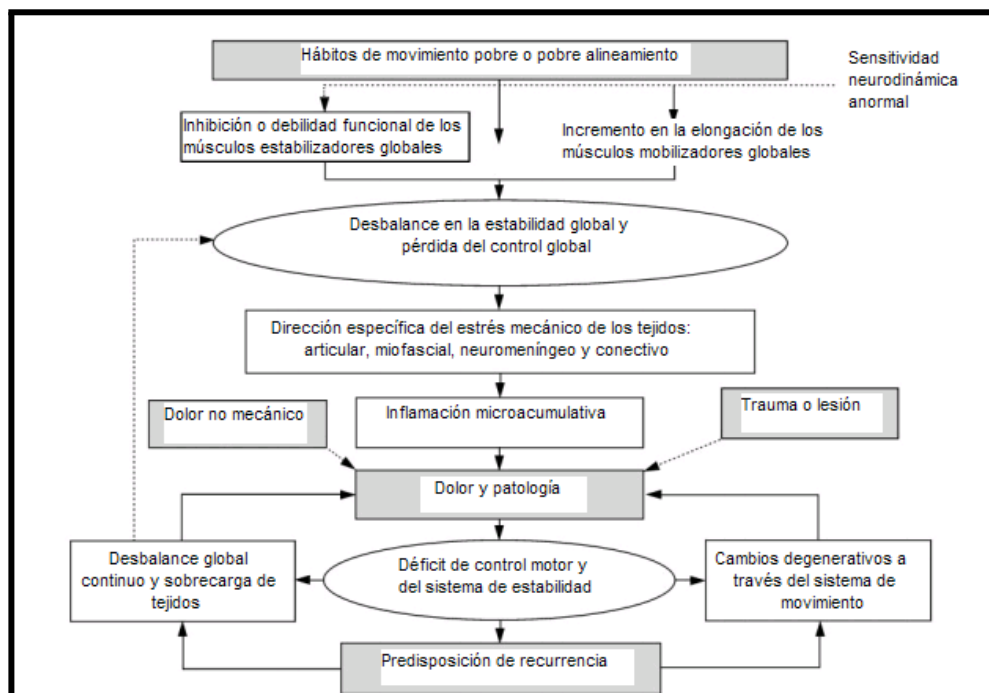
Los componentes de la elongación muscular pueden ser categorizados en componentes extrínsecos e intrínsecos (reflejos). Los componentes intrínsecos cuentan con el número de uniones puente de actina - miosina, que

existen durante la práctica de un movimiento<sup>63</sup>. La contribución extrínseca de la elongación muscular está dada por el incremento de la activación neural refleja del músculo. Esto es determinado por la excitabilidad de la acumulación de motoneuronas<sup>63</sup>.

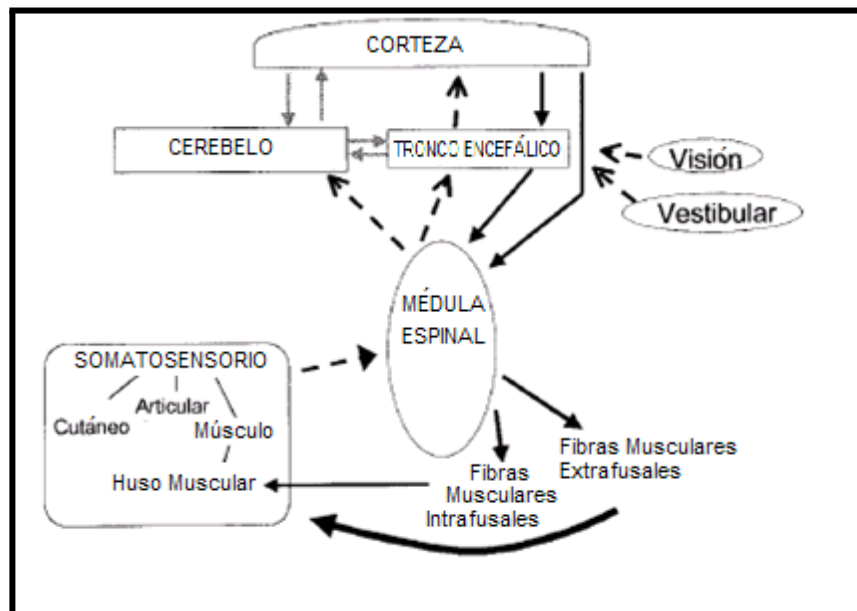
El incremento de la elongación muscular y el aumento de la elongación articular, aparecen como características beneficiosas para aumentar la estabilidad articular. Los músculos elongados pueden potencialmente resistir desplazamientos articulares de forma efectiva<sup>55,65,66</sup>.

Funcionalmente, los músculos estabilizadores tienden a generar un rol de mantención de postura asociada a una desaceleración excéntrica o momento de resistencia (especialmente en el plano axial) y son mecánicamente capaces de controlar los rangos de movimiento excesivos.

Los músculos movilizadores, por otra parte, tienden a realizar una aceleración concéntrica de los segmentos corporales, especialmente en el plano sagital<sup>55</sup>. (Ver figura 4)



**Figura 4.** Modelo de disfunción de movimiento. Hábitos pobres de movimiento contribuyen al desbalance entre los estabilizadores y movilizadores globales. Esto produce estrés específico sobre varias estructuras que sobrecargan y provocan dolor y patología. El dolor y patología causa disfunción del reclutamiento de los estabilizadores locales. Esto resulta en la predisposición de recurrencia, progresión temprana o cambios degenerativos en el mantenimiento del desbalance global <sup>55</sup>.



**Figura 5.** El sistema sensoriomotor incorpora todas las aferencias, eferencias e integración central y los componentes envueltos en el mantenimiento de la estabilidad funcional articular. A

pesar de que el sistema visual y vestibular contribuyen, los mecanorreceptores periféricos son los más importantes en la perspectiva clínica ortopédica. Los mecanorreceptores periféricos residen en la zona cutánea, muscular, articular y en los tejidos ligamentosos. Las vías aferentes (líneas punteadas) llegan a tres niveles de control motor y sus áreas asociadas como el cerebelo. La activación de neuronas motoras puede ocurrir en respuesta directa a la aferencia sensorial periférica (reflejos) o de los comandos motores descendentes, ambos comandados o regulados por las áreas de asociación (líneas claras). Las vías eferentes de cada nivel de control motor (líneas sólidas) convergen en las neuronas motoras alfa y gamma que se localizan en la zona ventral del cordón espinal. Las contracciones hechas por las fibras musculares extrafusales e intrafusales pueden causar nuevos estímulos a los presentados por los mecanorreceptores periféricos <sup>67</sup>.

El sistema somato - sensorial está dado por los receptores musculares, los cuáles proveen una contribución neural para la formación de la sensibilidad articular. El huso muscular responde a la función de estiramiento muscular para contribuir a la propiocepción de la articulación. Estos receptores, localizados en el músculo esquelético, mantienen una relación simbiótica con los receptores articulares para generar las sensaciones de movimiento articular, aceleración articular y la posición de la articulación además de enviar señales dolorosas <sup>2</sup>. (Ver figura 5)

Un músculo esquelético se compone de 2 tipos de fibras musculares: las fibras musculares estriadas, que son inervadas por motoneuronas alfa (la contracción de estas fibras proporciona la fuerza motora del músculo), y los

husos neuromusculares, situados en la masa de los músculos esqueléticos, siendo receptores sensoriales especializados que actúan como detectores de longitud muscular. El huso neuromuscular presenta dos extremidades estriadas contráctiles y una parte central elástica y está innervado por el axón aferente de una motoneurona gamma, que envía sus ramificaciones a nivel de los extremos estriados contráctiles. La innervación aferente está constituida por un receptor espiral enrollado alrededor de la parte elástica central. La proyección del huso neuromuscular asciende por la médula espinal y termina en el cerebelo. La información que sale del huso no es percibida por la corteza sensitiva, lo que indica la importancia de este receptor en la regulación inconsciente y en el control de la motilidad. Cada músculo contiene muchos de estos receptores, pero no se encuentran en ninguna de las estructuras articulares <sup>68</sup>.

### **Reflejo monosináptico de extensión muscular**

El circuito que tiene lugar es el siguiente: los impulsos aferentes iniciados en el receptor espiral de la parte central y los circuitos alfa y gamma del huso neuromuscular son conducidos a botones terminales de la sustancia gris medular, que sinaptan sobre una motoneurona alfa que inerva las fibras musculares estriadas del mismo músculo. A lo largo de todo el trayecto solamente existe una sinapsis, por ello se denomina el reflejo monosináptico. El circuito alfa regula de forma permanente el estado de contracción tónica del músculo esquelético estriado. Todo cambio de longitud del músculo se traduce

en una modificación de la tensión de su parte elástica, originando un influjo corrector en el que la motoneurona alfa constituye la vía eferente <sup>68</sup>.

### **Motoneuronas gamma**

El circuito gamma programa el estado de contracción tónica del músculo. El mensaje conducido por el axón gamma, determina el nivel de contracción de las extremidades estriadas de los husos neuromusculares y, así, la tensión de referencia de la parte elástica. Los husos neuromusculares son muy sensibles a los cambios en la longitud del músculo. Cuando los husos están reflejados son selectivamente insensibles a la extensión. Pero cuando las motoneuronas gamma se activan, los husos se acortan y entonces se vuelven mucho más sensibles a los cambios en la longitud muscular <sup>68</sup>.

La cooperación entre los circuitos alfa y gamma, contribuye así a poner bajo el control de los centros motores del cerebro, después de mantener automáticamente el estado de contracción de los músculos esqueléticos, por tanto, de la posición.

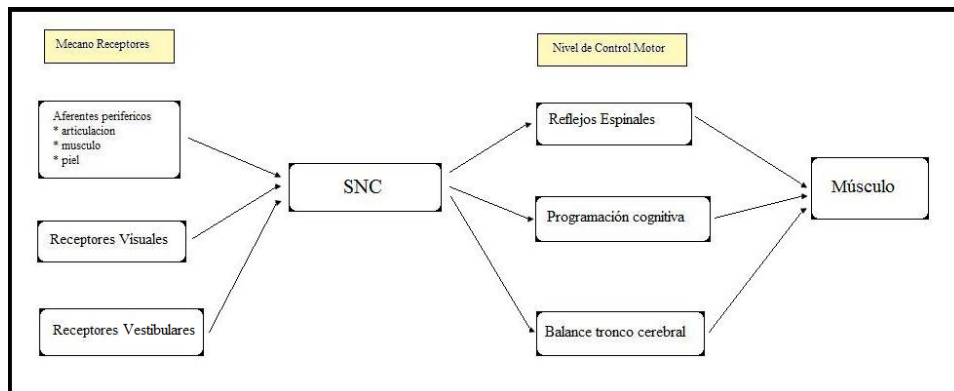
La motoneurona gamma está en relación con los centros nerviosos superiores. Cuando el cerebro emite órdenes para mover una extremidad se activan tanto las motoneuronas alfa como las gamma. Las motoneuronas alfa inician la contracción muscular. Si hay poca resistencia, tanto las fibras estriadas como los husos neuromusculares, se contraerán aproximadamente lo mismo y se observará muy poca actividad en los axones aferentes del huso.

Pero si la extremidad encuentra resistencia, los husos neuromusculares se acortarán más que las fibras estriadas, de forma que los axones aferentes empezarán a activarse y a hacer que el reflejo monosináptico de extensión refuerce la contracción <sup>68</sup>.

### El sistema vestibular, la propiocepción y su relación con el fútbol

El sistema vestibular recibe información del vestíbulo y de los canales semicirculares del oído. Esta información es usada para mantener la postura corporal al controlar la musculatura ocular, mantener el foco visual cuando la cabeza cambia su orientación espacial, mantener una postura erguida y para mantener consciente al SNC de la posición y movimiento, ya sea del cuerpo o de una articulación. El sistema visual también nos permite mantener el equilibrio y además ofrece puntos de referencia para orientar al cuerpo en el espacio <sup>43</sup>.

Todo esto se puede resumir en la figura 6



**Figura 6.** Resumen de estructuras que se involucran en el control motor <sup>43</sup>.

La propiocepción está dividida en dos componentes: cinestesia y posición de la articulación. La cinestesia es evaluada por la medida en el umbral de detección del movimiento pasivo, mientras que la posición es medida por la reproducción del posicionamiento activo<sup>2</sup>.

Los mecanorreceptores responsables de la información propioceptiva se encuentran principalmente en músculo, tendón, ligamento y cápsula, además los mecanorreceptores localizados en la dermis y epidermis, están asociados con la sensación táctil. En general, los mecanorreceptores son receptores sensoriales especializados responsables de la transducción cuantitativa de eventos mecánicos de los tejidos en que se encuentran convirtiendo esta información en señales neurales<sup>67</sup>.

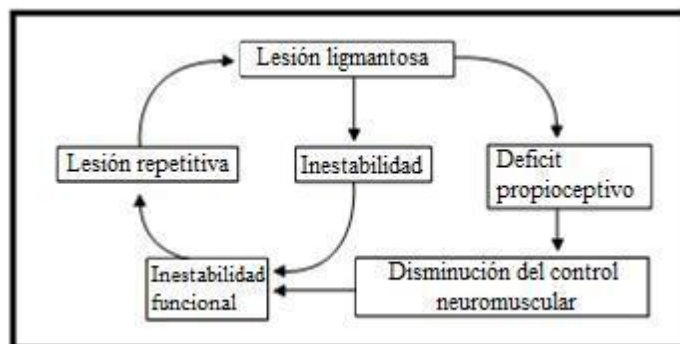
Aunque el proceso generalmente ocurre de una manera similar a través de varios mecanorreceptores, cada tipo morfológico posee algún grado de especificidad para la modalidad sensorial a la cual responden (tacto ligero en contraposición a la elongación), tal como el rango de estimulación dentro de una modalidad sensorial<sup>67</sup>.

El riesgo de aparición de lesiones en el fútbol, es debido a factores como la edad<sup>69</sup>, el sexo y la categoría en la que se juega<sup>3</sup>. Al aumentar la edad del sujeto aparecen déficits propioceptivos, debido a una degeneración progresiva de los mecanismos de control motor, lo que aumenta el riesgo de sufrir caídas o lesiones musculoesqueléticas<sup>69</sup>.

Dentro de los factores que alteran el equilibrio y los sistemas motores podemos encontrar una disminución de la fuerza muscular, la cual se produce por una pérdida progresiva de masa muscular a partir de los 20 años, principalmente del músculo esquelético <sup>69,70</sup>. Otro factor a considerar es el tiempo de reacción, que se considera como la habilidad para reaccionar rápida y efectivamente para evitar una caída como consecuencia de un obstáculo o desafío <sup>69</sup>.

Existe un aumento del 25% en el tiempo de reacción entre los 20 y los 60 años, en donde a edades mayores a las ya mencionadas, aumenta aún más <sup>71</sup>. Además el tiempo de reacción aumenta cuando el sujeto es sometido a una tarea cognitiva de mayor complejidad, como por ejemplo, caminar o correr <sup>69</sup>.

Al aumentar la categoría en la que se participa, es decir, a un ritmo competitivo, se ve un aumento considerable en el número de lesiones <sup>3</sup>. Lo anterior se resume en la figura 7.



**Figura 7.** Paradigma de estabilidad funcional que muestra la progresión de la inestabilidad funcional durante la interacción entre inestabilidad y control neuromuscular disminuido <sup>3</sup>.

Las lesiones de extremidades inferiores son frecuentes en deportes de contacto como el fútbol. Las lesiones que tienen una mayor prevalencia son las que afectan al tobillo <sup>69</sup>.

La impotencia funcional en atletas con lesiones de tobillo se puede mantener por seis meses después de la lesión. Además esta disfunción incluye una reducción de la propiocepción después de una lesión aguda <sup>72</sup>. Esta pérdida de la propiocepción es un factor potencial para una reagudización de la lesión <sup>72,73</sup>.

La disminución del equilibrio nos puede llevar a lesiones de tobillo, rodilla e incluso dolor lumbar y en ancianos, produce caídas importantes <sup>69</sup>.

### **Ejercicios propioceptivos o neuromusculares**

La mejora en la propiocepción del tobillo a través de un entrenamiento propioceptivo es una modalidad que permite mejorar la inestabilidad lateral funcional de tobillo <sup>74</sup>.

Las técnicas de condicionamiento neuromuscular también demuestran que mejoran el desempeño deportivo y reducen el riesgo de sufrir algún tipo de lesión. La mejora del desempeño postural y los patrones de movimiento incrementan la consistencia con que estas tareas pueden llevarse a cabo de manera segura <sup>8</sup>.

El incremento de las características propioceptivas o kinestésicas en un aspecto de la rehabilitación puede ser obtenida a través de ciertos ejercicios. El

objetivo de la rehabilitación propioceptiva, es invertir los patrones alterados de las vías aferentes para mejorar la percepción de movimiento articular. El control propioceptivo de las articulaciones mediado por el sistema neuromuscular, se lleva a cabo en tres diferentes niveles de activación motora en el sistema nervioso central <sup>7</sup>.

- Los reflejos a nivel espinal median los patrones de movimiento que son recibidos desde los niveles superiores del sistema nervioso. Esta acción provee los reflejos necesarios para la estabilización articular durante condiciones de estrés excesivo alrededor de la articulación y tienen implicancias significativas para la rehabilitación o entrenamiento.
- El segundo nivel de control motor, se localiza en el tronco cerebral, y recibe información desde los mecanorreceptores articulares, del sistema vestibular y de la entrada visual para mantener la postura y el equilibrio del cuerpo. Las acciones neuromusculares reactivadas permiten que esta vía procese las entradas de información y los use para mejorar la función del tronco cerebral.
- El nivel más alto de función del SNC (corteza motora, ganglios basales y cerebelo) obtiene mejoras cognitivas de la posición corporal y del movimiento en las cuales los comandos motores, son iniciados por movimientos voluntarios. El uso de la vía cortical permite movimientos que son repetidos y almacenados como comandos centrales para

realizarse sin la referencia continua de la conciencia. El entrenamiento kinestésico y propioceptivo son tipos de actividades que pueden desarrollar esta función <sup>7</sup>.

Las tareas más sencillas como el entrenamiento de equilibrio y el reposicionamiento articular, deben iniciarse a edades tempranas en los programas de entrenamiento y deben ir incrementando su dificultad para que el sujeto muestre algún progreso <sup>75</sup>.

Lephart y colaboradores (1997) creen que las adaptaciones que ocurren durante el entrenamiento son mediadas por mecanismos de retroalimentación positiva (feed – forward) y cumplen una función menor que las vías aferentes <sup>76</sup>. Esta teoría sugiere que los movimientos rápidos son controlados por la información que se conoce de la tarea, donde la retroalimentación propioceptiva es importante <sup>7</sup>.

Cuando una tarea se repite, la corteza cerebral puede determinar el patrón motor más efectivo para una tarea determinada, basada en la información propioceptiva de intentos anteriores <sup>77</sup>.

La siguiente progresión de actividades permite a los individuos volver a niveles funcionales:

- Sensación de posición articular y kinestesia.
- Estabilización articular dinámica.
- Control neuromuscular reactivo.

- Actividades funcionales específicas <sup>78</sup>.

Este programa de ejercicios permite que se integren los reflejos espinales, cognitivos y las vías del tronco cerebral que se enfocan en la estabilización, movimiento y control neuromuscular. Las actividades sensibles a la posición fueron diseñadas para restaurar la sensación de posición articular y la kinestesia. Estos ejercicios estimulan el nivel cognitivo al utilizar variantes como el cerrar los ojos o mantenerlos abiertos. Las actividades de estabilización dinámica son diseñadas para estimular la coactivación muscular <sup>77</sup>.

En los últimos años, ha aparecido un uso creciente de estos ejercicios para las pretemporadas de los diferentes equipos, enfatizando el entrenamiento de las extremidades inferiores con el fin de disminuir el riesgo de lesiones, tanto de rodilla como de tobillo <sup>79</sup>. Pintaar y colaboradores (1996) y Gross (1997) han reportado que el uso de estrategias de control postural, producen cambios significativos en la activación muscular de la articulación proximal (cadera) <sup>80,81</sup>. El estímulo para estos cambios se mantienen aun en debate: cambios en las aferencias de los receptores articulares, pérdida de estabilidad mecánica o ambos <sup>46</sup>.

En una editorial, Eriksson (2001) <sup>82</sup> relata, basado en estudios de Ashton Miller y colaboradores (2000) <sup>83</sup>, que no hay ninguna prueba de que este entrenamiento mejore la propiocepción del tobillo. Sin embargo, este entrenamiento puede mejorar la coordinación y el equilibrio, que no es lo mismo que la propiocepción <sup>7</sup>.

Los ejercicios propioceptivos pueden incluir repeticiones, secuencias de movimiento conscientes y perturbaciones externas aplicadas a la articulación para iniciar el reflejo “subconsciente” de contracción muscular <sup>7</sup>.

### **Entrenamiento de equilibrio**

Una de las mayores categorías del ejercicio propioceptivo es el entrenamiento de equilibrio. Estos ejercicios ayudan a entrenar al sistema propioceptivo en una actividad comúnmente estática. En las extremidades inferiores, las actividades pueden incluir ejercicios unipodales, progresiones utilizando tablas de equilibrio y ejercicios en donde haya perturbaciones que pueden ser aplicadas a los individuos por el terapeuta <sup>7</sup>.

### **Ejercicios con cadena cinética cerrada**

Los ejercicios de cadena cinética cerrada desafían a los aspectos dinámicos de la propiocepción en el pie y en las piernas. La función de la extremidad inferior en una cadena cinética cerrada durante los deportes y las actividades de la vida diaria, es que genera un patrón neuromuscular que permite ajustar la posición del cuerpo y ejecutar la actividad de manera óptima y eficaz <sup>7</sup>.

## **Tiempo de reacción**

Para prevenir lesiones es necesario un conjunto de comandos musculares. La repetición de algunos ejercicios también permite que la corteza cerebral determine el patrón motor más efectivo para la tarea y potencialmente disminuye el tiempo de respuesta <sup>8</sup>.

## **Maniobras específicas del deporte**

La última fase de cualquier programa de entrenamiento debe incluir ejercicios que hagan los deportistas durante sus actividades diarias. La especificidad del entrenamiento mejora la retroalimentación positiva (feed forward) y las funciones motoras controladas <sup>78</sup>.

Para programas de entrenamiento diseñados, se deben incorporar ejercicios que mejoren la sensación de movimiento articular, mejorar la estabilidad articular dinámica y mejorar el control reactivo neuromuscular <sup>7,78</sup>.

La pauta de entrenamiento se observa en el cuadro 1.

### **Cuadro 1. Prescripción del ejercicio para el entrenamiento propioceptivo.**

**Número de ejercicios: 2 - 5**

**Número de repeticiones de los ejercicios: 10 - 15**

**Número de series: 1 - 3**

**Duración total del entrenamiento propioceptivo: 5 - 15 (debe ser más corto para prevención, largo cuando tiene propósitos de rehabilitación), preferentemente se debe entrenar todos los días (al menos 3 - 5 veces por semana).**

**Cuadro 1.** Prescripción del ejercicio para el entrenamiento propioceptivo <sup>7</sup>.

Verhagen y colaboradores (2005) mencionan que para obtener buenos resultados se debe entrenar el equilibrio durante al menos cinco semanas <sup>84</sup>, mientras que Rasool y George (2005) proponen un periodo de entrenamiento que va desde las dos a las cuatro semanas <sup>85</sup>.

El objetivo de cualquier programa de entrenamiento es mejorar el desempeño en las actividades de la vida diaria, en el trabajo, en los deportes o en las actividades recreacionales <sup>43</sup>.

## **Ejercicios evaluativos**

### **Estación unipodal con los ojos abiertos**

- El paciente tiene que estar de pie, erguido con la frente en alto apoyándose en una extremidad (apoyo unipodal).
- Son cinco intentos de treinta segundos de duración.

Se vuelve a empezar:

- si la pierna elevada toca a la pierna de apoyo.
- si el pie de base se mueve o salta.
- si se inclina para alcanzar o recoger un objeto.

Esta prueba se efectúa a personas mayores de cincuenta años, si esta puede mantenerse por treinta segundos con cada pierna la prueba será

positiva. Si tiene menos de cincuenta años también se tiene que dar cinco oportunidades para lograr los treinta segundos con cada pierna pero a diferencia de los adultos de cincuenta años esta se hará con ojos cerrados <sup>86</sup>.



**Figura 8.** Posición correcta de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos <sup>87</sup>.

### **Estación unipodal con los ojos cerrados**

- Esta prueba es similar a la anterior, sólo que se elimina la aferencia visual del sujeto al pedirle que cierre los ojos.
- Se realizan cinco intentos de treinta segundos cada uno.

Se vuelve a empezar:

- si la pierna elevada toca a la pierna de apoyo.

- si el pie de base se mueve o salta.
- si se inclina para alcanzar o recoger un objeto.
- Si ambos pies contactan con la superficie del suelo.
- Si abre los ojos durante la prueba.



**Figura 9.** Posición correcta de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados <sup>88</sup>.

Los mejores resultados en ambas pruebas, ya sea con los ojos abiertos como con los ojos cerrados, se conservan, de un total de cinco intentos. También es una buena idea guardar el número de intentos hasta que se alcance el equilibrio dentro de los treinta segundos, cosa que en este estudio no se realizó, ya que como máximo se le permitieron cinco intentos a cada individuo

<sup>88</sup>.

Los resultados del estudio de Bohannon y colaboradores (1984) se resumen en el cuadro 2 <sup>101</sup>.

Cuadro 2. Datos según edad para la estación unipodal con los ojos cerrados (Bohannon y cols. 1984)	
Edad (Años)	Tiempo con ojos cerrados (s)
20-49	24.2-28.8
50-59	21.0
60-69	10.2
70-79	4.3

**Cuadro 2.** Datos según edad para la estación unipodal con los ojos cerrados. En esta tabla se muestra una tendencia a disminuir el tiempo de mantención de la estación unipodal con los ojos cerrados a medida que aumenta la edad del sujeto, demostrando el deterioro del sistema sensoriomotor que permite mantener el equilibrio <sup>88,101</sup>.

### **Estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla.**

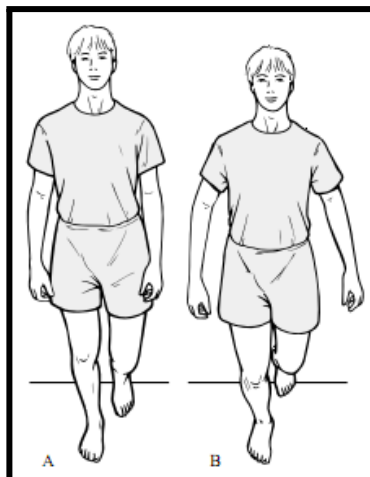
- El paciente debe estar de pie erguido con la frente en alto.
- Luego deberá apoyarse en una extremidad (apoyo unipodal) con flexión de rodilla.

- Desde extensión unipodal debe realizar una flexión de rodilla, hasta que el individuo estime que esa posición es la mejor que puede adoptar.
- Se realizaron cinco intentos de treinta segundos cada uno.

La prueba será positiva si el paciente hace el ejercicio sin cometer los errores que se resumen en el cuadro 3:

Cuadro 3. Errores en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados.	
●	<b>Hiperpronación subtalar.</b>
●	<b>Levantamiento tobillo.</b>
●	<b>Torsión tibial (Rotación Interna).</b>
●	<b>Torsión femoral (rotación interna) o aparición de valgo.</b>
●	<b>Desnivel pélvico (Trendelemburg)</b>
●	<b>Excesiva flexión de tronco</b>

**Cuadro 3.** Errores posibles durante la aplicación de la prueba de estadio unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla <sup>87</sup>.



**Figura 10.** Realización correcta de la prueba de estadio unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla <sup>87</sup>.

### **Nintendo Wii y su tabla de balance (Wii Balance Board)**

La investigación de la mantención del equilibrio se realiza con el fin de obtener información importante en una variedad de situaciones, que van desde la predicción de caídas en el adulto mayor hasta la técnica de examen de un sujeto durante una cirugía. Consecuentemente, un número importante de protocolos se han demostrado, los cuáles miden principalmente el CP que se obtiene de una plataforma de fuerza (PF), que es el *gold standard* para la medición del equilibrio <sup>89,90</sup>. En suma, las investigaciones recientes indican que la relación entre los puntajes obtenidos en pruebas y mediciones del CP es solo moderada, y que la combinación de dos protocolos puede proveer información importante la cual no puede ser obtenida por apoyo, tanto subjetivo como cualitativo <sup>91</sup>.

Estos hechos llevaron a la necesidad de crear un sistema portátil, barato y que tenga una amplia disponibilidad. La tabla de nintendo Wii (Wii Balance Board - WBB) [Nintendo, Kyoto Japón], que forma parte del video juego popular Wii Fit, satisface todos estos criterios <sup>92</sup>.

La WBB presenta características similares a la PF ya que tiene cuatro transductores los cuáles son usados para medir la distribución de la fuerza y los

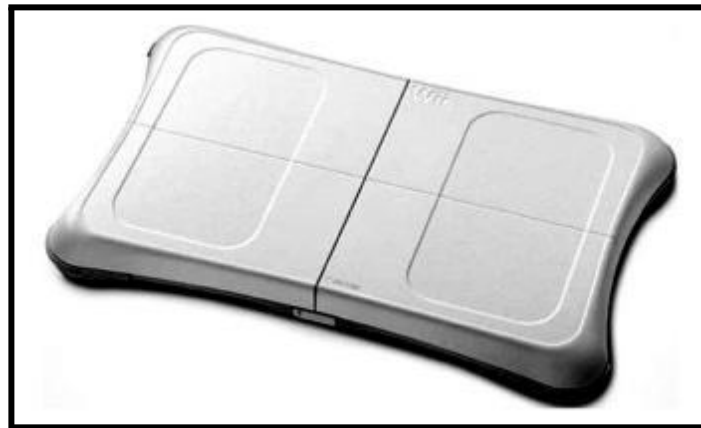
movimientos del CP <sup>92</sup>. Originalmente la WBB fue diseñada como un controlador de videojuego que se debía usar en conjunto con la consola de videojuegos Nintendo Wii y sus programas asociados. Además la consola tiene la capacidad de entregar al usuario retroalimentación instantánea para mejorar los niveles de motivación del individuo <sup>93</sup>. Otro uso que se le da a la WBB, es que ha sido integrada como parte de tratamiento en programas de rehabilitación en pacientes neurológicos con defectos de equilibrio <sup>94</sup>. La WBB puede ser utilizada por los clínicos para recolectar y analizar los datos de equilibrio usando técnicas y mediciones que sean más específicas para la población que se este estudiando <sup>92</sup>.

Clark y colaboradores (2009) muestran que la WBB exhibe una correlación pre y post pruebas para los valores de CP y poseen concordancia con la PF, en las pruebas de estación unipodal con los ojos abiertos, estación unipodal con los ojos cerrados, estación bipodal con ojos abiertos y estación bipodal con ojos cerrados, siendo los resultados que mejor se correlacionaron, ambas pruebas de estación bipodal, lo cual contrasta con los datos que se presentan en este estudio <sup>92</sup>.

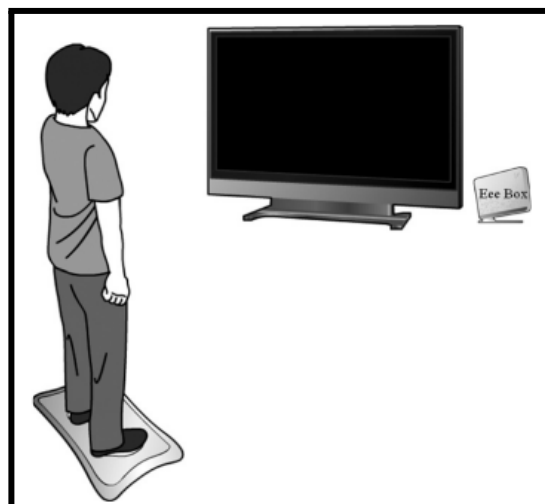
Esto puede ser considerado para implementar a la WBB como un elemento a utilizar dentro de la evaluación del equilibrio, lo que deja la ventana abierta a futuras investigaciones <sup>94</sup>.

Una limitante de la WBB es que no puede ser utilizada como plataforma de salto ni se pueden realizar movimientos veloces sobre ella, por lo que esta

limitación no concuerda con el deporte analizado ni con los resultados obtenidos en las pruebas de equilibrio a través de los cambios del CP, los cuales se alteran cuando existen dichos movimientos <sup>92</sup>.



**Figura 11.** La WBB tiene una forma similar a una pesa, con un diseño rectangular plano. Es un aparato inalámbrico que puede ser utilizado por sesenta horas con baterías AA (2), y se comunica a través de Bluetooth con la consola Nintendo Wii <sup>95</sup>.



**Figura 12.** La configuración de este estudio incluye a la WBB. La WBB se ubica debajo de los pies de los participantes para detectar las respuestas y transmitir las señales al sistema de control (consola). Luego la consola muestra en pantalla la retroalimentación al participante con el fin de que este vea su progreso durante la prueba y le sirva como información visual <sup>95</sup>.

Estos ejercicios no requieren de un equipamiento especial y pueden ser realizados de manera sencilla y práctica <sup>88</sup>.

Para corroborar que el entrenamiento de equilibrio se encuentra documentado, se encontró un estudio que fue realizado en 39 jugadores de fútbol jóvenes, de la liga de primera división griega. Estos jugadores no tuvieron lesiones de tobillo en los últimos 3 años. Estos fueron divididos al azar en tres grupos (n=13), un grupo control y dos grupos de intervención uno de doce semanas, tres veces por semana y con un tiempo de 20 minutos por sesión. Uno de los dos grupos de intervención realizó un programa de equilibrio inmediatamente antes de una sesión de entrenamiento de fútbol normal. El otro grupo realizó el programa después del entrenamiento. En este estudio se encontró que el entrenamiento normal de fútbol no afecta de ninguna manera el equilibrio y la propiocepción de los sujetos en estudio, mientras que la mejora en el equilibrio es mucho mayor cuando el programa de entrenamiento es realizado después del entrenamiento normal <sup>4</sup>.

Un segundo estudio se basó en obtener una muestra de 508 jugadores de 31 equipos de la liga profesional de Noruega. Se les realizó un cuestionario con el fin de separar los grupos de estudio, los cuáles fueron 2, grupo de alto riesgo y uno de bajo riesgo. El criterio para clasificar a un jugador fue el historial

médico de lesiones de cada uno de ellos. Se realizaron 4 baterías de ejercicios con el fin de poder aumentar el potencial propioceptivo y de equilibrio de los sujetos, tanto en cadera, rodilla, tobillo y músculos posteriores de la pierna. Los jugadores del grupo control entrenaron normalmente mientras que los de los otros grupos realizaron los ejercicios específicos. En el grupo donde se realizó trabajo específico, se observó una mejora en el equilibrio, lo cuál se vio evidenciado por una mejora en el mismo y también en la propiocepción <sup>3</sup>.

## VIII. PROBLEMA E HIPÓTESIS DE ESTUDIO

### **Problema:**

¿Mejorará el equilibrio y el control motor de los deportistas que practican fútbol del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, Chile al realizar un protocolo específico de ejercicios de equilibrio y control motor en comparación con aquellos que no lo realizan?

### **Hipótesis:**

H<sub>1</sub>: Los ejercicios de equilibrio y control motor producen una mejora en el equilibrio y en el control motor, al realizar el protocolo de ejercicios establecido.

(Ver Anexo 3)

H<sub>2</sub>: Existe una correlación entre los resultados obtenidos en las pruebas de equilibrio realizadas y los resultados obtenidos en la WBB.

## IX. OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Determinar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de equilibrio y control motor en futbolistas de las divisiones inferiores del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, específicamente de las divisiones Sub 15, Sub 16 y Sub 17.

### **Objetivos específicos:**

- Valorar el grado de equilibrio y control motor de los futbolistas del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, pertenecientes a las categorías Sub 15, Sub 16 y Sub 17 mediante los ejercicios de evaluación y la WBB, antes y después de la intervención.
- Entrenar el equilibrio y control motor mediante un protocolo de ejercicios específicos de equilibrio y control motor.
- Mejorar el equilibrio y control motor de futbolistas de las categorías juveniles del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, mediante la aplicación del protocolo de ejercicios específico de equilibrio y control motor.

- Comparar los valores obtenidos antes y después de la aplicación del protocolo de ejercicios.
- Correlacionar los datos obtenidos en la evaluación de las pruebas de equilibrio y control motor, con los datos obtenidos desde la WBB.

## X. MATERIALES

### **Materiales:**

Dentro de los instrumentos que se utilizaron en el estudio, se incluyen los siguientes:

- Formulario de consentimiento informado (Ver Anexo 1).
- Consola Nintendo Wii:
  - 1 control inalámbrico
  - Wii Fit plus (juego)
  - Wii Balance Board (WBB)
- 3 cámaras fotográficas:
  - Nikon cool pixL-6 6.0 megapixeles
  - Kodak Easy shot 7.0 megapixeles
  - Samsung Digimax de 5.0 megapixeles
- 14 Bastones terapéuticos
- Maderos de apoyo.
- Pauta informativa de ejercicios de evaluación y de ejercicios del protocolo
- Batería de pruebas de evaluación

- Batería de ejercicios de equilibrio y control motor.
- Una mesa y dos sillas.
- Tablas de registro de datos (Ver Anexos 4, 5 y 6)
- Software Microsoft Office Excel ®, 2007.
- Software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) v15.0 para Windows ®, versión 15.0.1, 2006.
- Software estadístico GraphPad inStat 3 ®, versión 3.05, 2000.

## XI. MÉTODO

### **Tipo de investigación:**

El presente estudio corresponde a un diseño cuasi experimental, ya que posee aparentemente todas las características de los experimentos verdaderos, además teniendo presente que este estudio presenta un número de individuos disminuido. Comparte con los experimentos de campo su ejecución en ambiente natural, lo cual les otorga un escaso control. (Dawson, Beth; Trapp, Robert. "Bioestadística Médica". Editorial Manual Moderno, 2005)

Es una investigación clásica de tipo prospectivo, ya que los datos se registraron en el momento de su ocurrencia.

En cuanto al análisis y alcance de los resultados, este estudio es de tipo cuasi experimental, del tipo aleatorio ya que pretende comprobar la efectividad de un tratamiento en base a grupos controles cuyos integrantes fueron escogidos al azar. (Dawson, Beth; Trapp, Robert. "Bioestadística Médica". Editorial Manual Moderno, 2005)

### **Población de estudio y selección de la muestra.**

Futbolistas de sexo masculino entre 15 y 17 años, provenientes de las divisiones inferiores del Club Deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, Chile.

La muestra seleccionada es de tipo estratificado y fue determinada mediante selección por conveniencia de sujetos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión los que serán detallados más adelante, quienes decidieron participar en el estudio de forma voluntaria.

Al definir los grupos de intervención, se utilizó el azar para definir los sujetos que integrarían cada uno de estos grupos.

La muestra inicial se conformó por un total de 28 jugadores (hombres entre 15 y 17 años) los que se sometieron al protocolo de intervención detallado más adelante.

La muestra final de estudio se conformó por 27 jugadores, debido a que un jugador no superó el proceso de selección interno del club en relación a sus aptitudes deportivas (ver cuadro 5). Todos los participantes confirmaron su participación a través de un consentimiento informado (ver anexo 1).

<b>Criterios de Inclusión</b>	<b>Criterios de Exclusión</b>
<p><b>Jugadores de fútbol pertenecientes al club deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, Chile, que se encuentren entrenando activamente.</b></p>	<p>Sujetos que en su historial presenten lesiones que puedan producir alteraciones motrices que dificulten la realización de las pruebas de equilibrio y control motor.</p>
<p><b>Sujetos que no presenten deformidades congénitas o condiciones degenerativas.</b></p>	<p>Sujetos que se encuentren consumiendo fármacos tanto estimulantes como depresores del SNC.</p>
<p><b>Sujetos con estado cognitivo óptimo para adquirir conocimientos y seguir indicaciones.</b></p>	<p>Sujetos que presenten alteraciones visuales y auditivas que se relacionen con un déficit de equilibrio y control motor.</p>
	<p>Sujetos que presenten antecedentes de patología hereditaria o degenerativa que altere el funcionamiento normal de su sistema musculoesquelético.</p>

**Cuadro 4.** Criterios de inclusión y exclusión del presente estudio.

### **Definición de variables**

A continuación en el cuadro 5 se detallarán las variables implicadas en este estudio.

<b>Variables Independientes</b>	<b>Variables Dependientes</b>
Protocolo de ejercicios	Variable T/ I CG Porcentaje de Equilibrio Índice masa corporal Talla Peso

**Cuadro 5.** Variables en estudio.

### **Diseño de la investigación**

Se realizó una anamnesis inicial, y estudio de fichas de jugadores, lo que permitió seleccionar una muestra acorde a los criterios de inclusión y exclusión.

Se escogieron 28 jugadores de fútbol de las divisiones inferiores del club deportivo Santiago Wanderers de Valparaíso, Chile. Luego se realizó una batería de pruebas (estación unipodal con ojos abiertos y estación unipodal con ojos cerrados, estación unipodal con leve flexión de rodilla y plataforma WBB)

que determinó si existe o no una disminución del equilibrio y el control motor en cada uno de los jugadores en este estudio. Las pruebas de valoración fueron medidas de la siguiente manera:

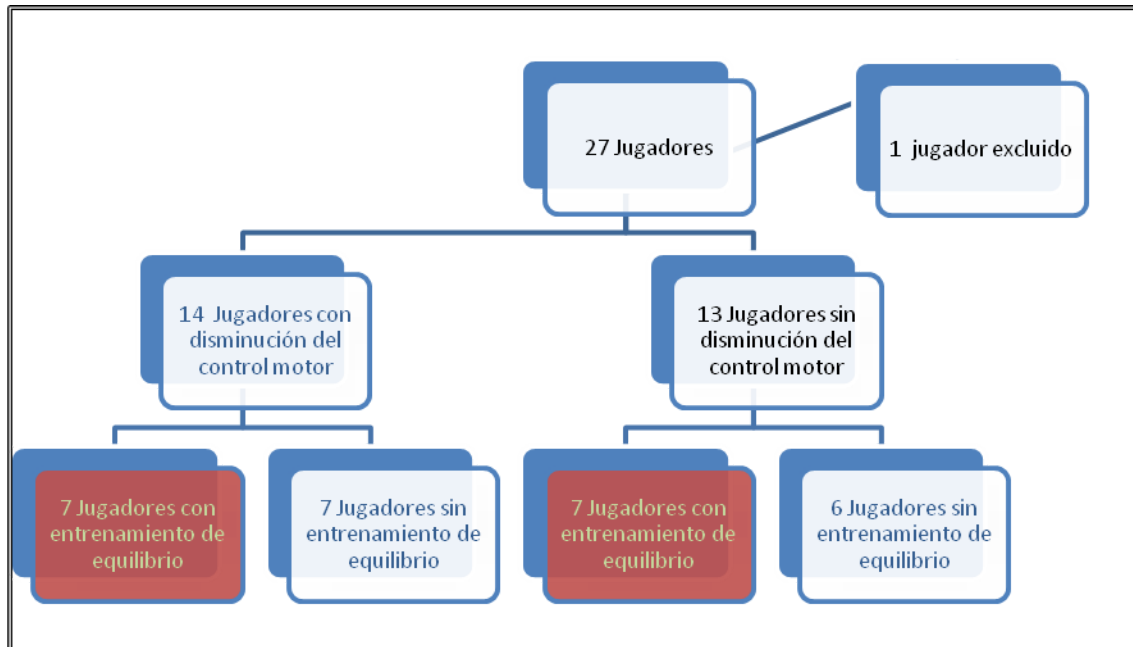
Son tres pruebas de valoración (estación unipodal con los ojos abiertos, estación unipodal con ojos cerrados, estación unipodal con leve flexión de rodilla). Cada prueba consta de un máximo de cinco intentos por pierna con un tiempo óptimo por intento de treinta segundos, al cumplirse los treinta segundos en cualquiera de los intentos se registra la prueba como positiva. Si el jugador no logra la prueba en los cinco intentos se cambiará a la otra pierna de forma inmediata.

Para designar los catorce jugadores que tienen el equilibrio disminuido en relación a las pruebas medidas se hizo una relación entre tiempo y número de intentos. Esta relación se expresa en segundos así como también en porcentaje tomando de base los treinta segundos óptimos para realizar de forma adecuada la prueba. Por lo tanto, los individuos fueron divididos con un 70 % del tiempo total, así, aquellos sujetos que arrojaban un menor porcentaje fueron catalogados como control motor disminuido (CMD) y, por el contrario, aquellos que estaban por sobre el 70% fueron catalogados con control motor normal (CMN). Todo esto en base a las pruebas de evaluación establecidas anteriormente.

Se entrenaron siete jugadores sin disminución del equilibrio y control motor y siete con disminución del equilibrio y control motor, esto en base a lo

arrojado en las pruebas de evaluación. La distribución de los grupos se hizo de la siguiente manera:

- Un grupo que posea disminución en el equilibrio y control motor al cual no se le hará un entrenamiento específico de equilibrio y control motor, pero que continúan con su entrenamiento de fútbol normal.
- Un segundo grupo que posea disminución del equilibrio y control motor al cual se le hará un entrenamiento específico de equilibrio control motor, en conjunto con su entrenamiento normal.
- Un tercer grupo que no presente disminución en el equilibrio y control motor al cual no se le hará un entrenamiento específico de equilibrio y control motor, pero que continúan con su entrenamiento de fútbol normal.
- Un cuarto grupo y final que no presente disminución en el equilibrio y control motor al cual se le hará un entrenamiento específico de control motor y equilibrio, en conjunto con su entrenamiento normal de la disciplina (ver cuadro 6)



**Cuadro 6.** Distribución de los grupos de estudio.

Además se tomaron datos desde la WBB, estos son:

- IMC,
- Peso,
- CG,
- Porcentaje de equilibrio

De cada uno de los jugadores con el fin de recopilar datos comparables y relacionables con los datos de las pruebas de equilibrio, permitiéndonos validar la observación mediante datos objetivos, que no presenten las fallas propias de las observaciones subjetivas.

Se registraron los datos, para su posterior análisis y comparación con los datos finales, para ver si existe una relación entre el tratamiento propuesto y los

resultados finales obtenidos. Después de esto se aplicó el protocolo de ejercicios en los grupos establecidos, de manera sistemática y en una razón de 3 veces por semana, durante 5 semanas, con una duración de 20 minutos en cada sesión <sup>7</sup>.

Posterior a la formación de los grupos comienza la etapa de entrenamiento en cada una de ellos, con los grupos a los cuáles se les realizó el protocolo de equilibrio y control motor. Este entrenamiento consta de cinco ejercicios de equilibrio (ver anexo 3) además del entrenamiento propio de su deporte y específico de su club.

Al finalizar el protocolo de entrenamiento, en base a los ejercicios de equilibrio y control motor se realizó la prueba a todos los jugadores de la categoría, para cuantificar la mejoría en el control motor y el equilibrio de los jugadores o en su defecto la poca incidencia del protocolo en relación a las baterías de pruebas, tanto para las tres pruebas de equilibrio como para la WBB.

En base a los resultados que entreguen estas variables y su posterior análisis estadístico, nos permitirá evaluar la efectividad de este protocolo así como también, evidenciar el cumplimiento de la hipótesis y de los objetivos planteados.

**Método estadístico:**

Para el análisis de datos se utilizará el software SPSS de estadística, de esta manera, se obtendrá el análisis de los resultados de las variables analizadas en cada una de las pruebas de evaluación de los sujetos de estudio. Para interpretar los resultados se utilizarán las siguientes pruebas estadísticas: prueba U de Mann-Whitney, prueba de contraste no paramétrica para muestras pareadas de Wilcoxon, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, prueba de ANOVA de un factor, prueba de t-student de muestras pareadas y la prueba de correlación de Spearman, además de gráficos, tablas, que hagan más sencillo el análisis de los mismos.

## XII. RESULTADOS

Las variables de estudio consideran aquellas que definen la muestra en cuanto a sus características generales, es decir, variable independiente como es el entrenamiento de equilibrio (protocolo), y también se consideraron aquellas variables dependientes afectadas por la variable independiente o experimental como son el peso, la talla e IMC, índice T/I pre y post intervención de cada prueba, así como también la desviación del centro de gravedad y el equilibrio unipodal provenientes de los datos extraídos desde la WBB, los cuales se midieron en dos instancias: previo a la intervención y posterior a la intervención del protocolo de ejercicios específicos de equilibrio y control motor. Estas variables fueron analizadas estadísticamente de acuerdo al diseño del estudio, el cual considera dos grandes grupos: sujetos con control motor normal (CMN) y sujetos con control motor disminuido (CMD). Dentro de estos dos grandes grupos se subdividió de forma aleatoria a los sujetos en aquellos sometidos al protocolo de ejercicios de equilibrio y a los que no se sometieron a dicho protocolo, resultando de esta manera cuatro grupos de 7 sujetos cada uno: sujetos con control motor normal sometidos al protocolo de entrenamiento (CMNE), sujetos con control motor normal no sometidos al protocolo de entrenamiento (CMNNE), sujetos con control motor disminuido sometidos al protocolo de entrenamiento (CMDE) y sujetos con control motor disminuido no sometidos al entrenamiento de equilibrio (CMDNE). De esta forma se

compararon las variables antes mencionadas entre los sujetos entrenados y no entrenados con igual condición de control motor mediante la prueba de contraste no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney y además se compararon los valores pre y post intervención a fin de evaluar el efecto de la intervención (entrenamiento de equilibrio) mediante la prueba de contraste no paramétrica para muestras pareadas de Wilcoxon.

En primer lugar se analizarán las características generales de los sujetos de estudio y la distribución normal de las distintas variables, posteriormente se analizarán las variables peso, talla e IMC, con el fin de identificar diferencias entre los cuatro grupos de estudio. De la misma manera se realizará un análisis descriptivo para cada prueba de evaluación, con su orden correspondiente. En primera instancia la prueba de evaluación número uno que corresponde a estación unipodal con ojos abiertos, luego la prueba número dos que corresponde a estación unipodal con ojos cerrados, en la cual se realizará una correlación con el porcentaje de equilibrio de la WBB, en los grupos CMN y CMD. Finalmente se analizará la prueba de evaluación número tres que corresponde a estación unipodal con leve flexión de rodilla con ojos abiertos, en ella se evaluará el índice T/I pre y post entrenamiento en cada una de estas pruebas para identificar cambios significativos en relación al desempeño de los jugadores en las pruebas de equilibrio. Al finalizar el análisis de las pruebas de equilibrio se procederá a analizar los datos de la WBB, correspondiente en primera instancia a la desviación del CG para CMN y CMD y su correlación con

las pruebas de evaluación uno, dos, y tres. Por último, se realizó el análisis estadístico de la WBB, analizándose la variable porcentaje de equilibrio en la prueba de estación unipodal sobre esta plataforma, para CMN y CMD.

En la tabla 1.1 se detallan las características generales de los sujetos, previo a la intervención.

**Tabla 1.1** Características basales generales de los grupos de estudio.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación estándar</i>
<b>Edad</b>	C.M. disminuido	Entrenado	16	15	17	1
		No entrenado	16	15	17	1
	C.M. normal	Entrenado	16	15	17	1
		No entrenado	15	15	17	1
<b>Peso</b>	C.M. disminuido	Entrenado	66,4	56,5	75,5	6,9
		No entrenado	69,2	63,4	77,5	5,5
	C.M. normal	Entrenado	66,8	62,5	72,0	3,0
		No entrenado	65,7	58,7	73,0	5,2
<b>Talla</b>	C.M. disminuido	Entrenado	1,73	1,64	1,80	,07
		No entrenado	1,72	1,65	1,76	,04
	C.M. normal	Entrenado	1,70	1,65	1,74	,03
		No entrenado	1,70	1,63	1,74	,04
<b>IMC</b>	C.M. disminuido	Entrenado	21,95	19,75	23,49	1,49
		No entrenado	23,58	21,24	26,54	1,98
	C.M. normal	Entrenado	22,86	21,54	25,60	1,31
		No entrenado	22,36	20,62	24,78	1,35

Además en la tabla 1.2 se muestran los valores obtenidos a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las distintas variables. Como se puede observar las variables que cumplen con la distribución normal ( $p > 0,05$ ) son peso, talla e IMC en su primera y segunda medición, y el índice T/I de las extremidades izquierda y derecha pre-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, mientras que el resto de las variables no cumplirían con tal distribución ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 1.2** Valores a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Edad	0,782	27	0,000
Peso primera medición	0,980	27	<b>0,854*</b>
Talla primera medición	0,959	27	<b>0,348*</b>
IMC primera medición	0,958	27	<b>0,333*</b>
Talla Segunda medición	0,959	27	<b>0,348*</b>
Peso Segunda medición	0,984	27	<b>0,935*</b>
IMC segunda medición	0,965	27	<b>0,469*</b>
Prueba 1 tiempo/intento ext. izquierda pre	0,373	27	0,000
Prueba 1 tiempo/intento ext. izquierda post	0,193	27	0,000
Prueba 1 tiempo/intento ext. derecha pre	0,510	27	0,000
Prueba 1 tiempo/intento ext. derecha post	0,193	27	0,000
Prueba 2 tiempo/intento ext. izquierda pre	0,925	27	<b>0,053*</b>
Prueba 2 tiempo/intento ext. izquierda post	0,797	27	0,000
Prueba 2 tiempo/intento ext. derecha pre	0,942	27	<b>0,135*</b>
Prueba 2 tiempo/intento ext. derecha post	0,857	27	0,002
Prueba 3 tiempo/intento ext. izquierda pre	0,325	27	0,000
Prueba 3 tiempo/intento ext. izquierda post	0,296	27	0,000
Prueba 3 tiempo/intento ext. derecha pre	0,489	27	0,000
Prueba 3 tiempo/intento ext. derecha post	0,270	27	0,000

\*  $p > 0,05$ . Distribución normal

### **Análisis estadístico de las variables de peso, talla e IMC**

Como se indicó anteriormente las variables de peso, talla e IMC cumplen con la distribución normal en ambas mediciones por lo que para su análisis estadístico se decidió utilizar la prueba paramétrica de análisis de varianza ANOVA de un factor. Se puso a prueba si las variables de peso, talla e IMC mostraban diferencias significativas entre los cuatro grupos de estudio: Control motor normal entrenados (CMNE), Control motor normal no entrenado (CMNNE), Control motor disminuido entrenado (CMDE) y Control motor disminuido no entrenado (CMDNE). La prueba arrojó que no existen diferencias significativas en ninguna de las tres variables entre ninguno de los 4 grupos de estudio, como se detalla en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** ANOVA de un factor de las variables de peso, talla e IMC.

		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Significancia Estadística</i>
<b>Peso primera medición</b>	Inter-grupos	42,583	3	14,194	0,499	<b>0,686</b>
	Intra-grupos	653,682	23	28,421		
	Total	696,265	26			
<b>Peso Segunda medición</b>	Inter-grupos	94,295	3	31,432	0,830	<b>0,491</b>
	Intra-grupos	871,217	23	37,879		
	Total	965,512	26			
<b>IMC primera medición</b>	Inter-grupos	9,419	3	3,140	1,336	<b>0,287</b>
	Intra-grupos	54,065	23	2,351		
	Total	63,484	26			
<b>IMC segunda medición</b>	Inter-grupos	10,969	3	3,656	1,317	<b>0,293</b>
	Intra-grupos	63,847	23	2,776		
	Total	74,816	26			
<b>Talla primera medición</b>	Inter-grupos	,003	3	0,001	0,444	<b>0,724</b>
	Intra-grupos	,050	23	0,002		
	Total	,053	26			
<b>Talla segunda medición</b>	Inter-grupos	0,003	3	0,001	0,444	<b>0,724</b>
	Intra-grupos	0,050	23	0,002		
	Total	0,053	26			

En la tabla 2.2 se detalla el análisis descriptivo de las variables peso e IMC medidos antes y después de la intervención: primera y segunda medición respectivamente. Se observó una variación en los valores de ambas variables en los cuatro grupos de estudios (tabla 2.3, gráficos 1.1 y 1.2). Sin embargo la única que alcanzó a ser significativa ( $p < 0,05$ ) según prueba t-student para muestras pareadas corresponde a la variación del IMC en los sujetos con CMN entrenados.

**Tabla 2.2** Valores de peso e IMC pre y post intervención para los cuatro grupos de estudio.

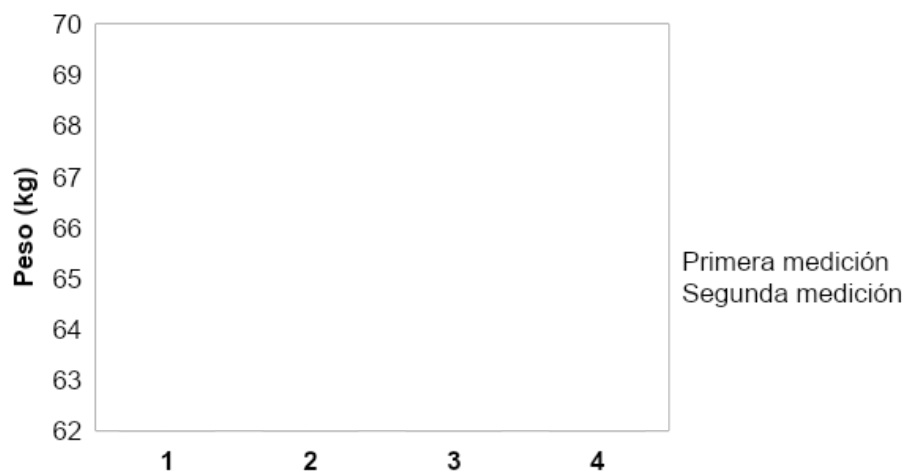
			Media	Desviación Típica	
<b>Peso</b>	C.M. disminuido	Entrenado	Primera medición	66,4	6,9
			Segunda medición	64,9	8,6
		No entrenado	Primera medición	69,2	5,5
			Segunda medición	69,5	5,5
	C.M. normal	Entrenado	Primera medición	66,8	3,0
			Segunda medición	66,3	4,2
		No entrenado	Primera medición	65,7	5,2
			Segunda medición	64,6	5,4
<b>IMC</b>	C.M. disminuido	Entrenado	Primera medición	21,95	1,49
			Segunda medición	21,65	2,03
		No entrenado	Primera medición	23,58	1,98
			Segunda medición	23,48	1,94
	C.M. normal	Entrenado	Primera medición	22,86	1,31
			Segunda medición	22,32	1,45
		No entrenado	Primera medición	22,36	1,35
			Segunda medición	22,34	1,13

**Tabla 2.3** Variación de los valores de peso e IMC entre primera y segunda medición.

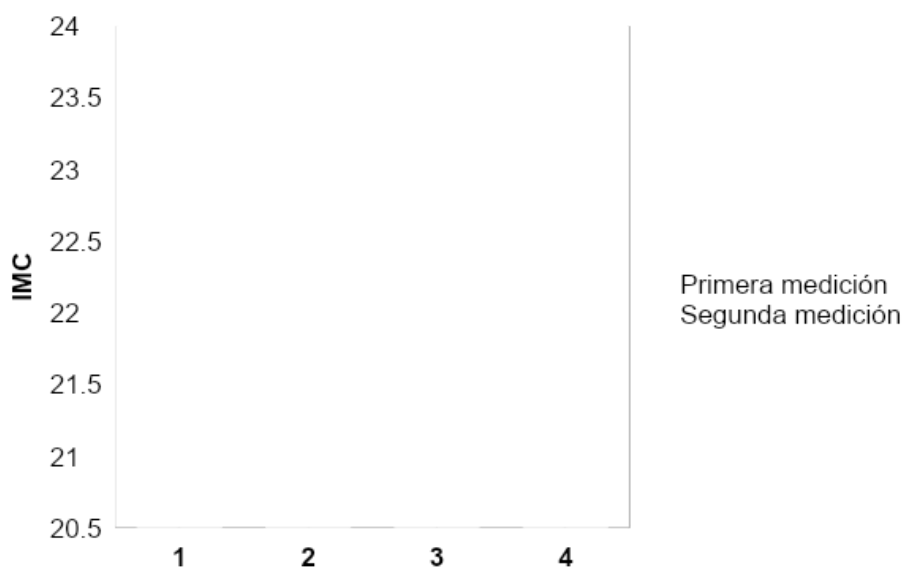
		$\Delta$ peso (kg)	$\Delta$ IMC
<b>C.M. disminuido</b>	Entrenados	-1.5	-0.3
	No entrenados	0.3	-0.1
<b>C.M. normal</b>	Entrenados	-0.5	<b>-0.54*</b>
	No entrenados	-1.1	-0.02

\*p<0,05

**Gráfico 1.1** Variación del peso entre la primera y segunda medición para los grupos de estudio.



**Gráfico 1.2** Variación del IMC entre la primera y segunda medición para los grupos de estudio.



## Análisis estadístico de las variables en relación a las tres pruebas de equilibrio

### Análisis de los sujetos con CMN prueba N° 1 correspondiente a la estación unipodal con los ojos abiertos

La tabla 3.1 resume el análisis descriptivo de las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

**Tabla 3.1** Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos CMN entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación Típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	28,8	21,5	30	3,2
		Post	30	30	30	0
	E.I. derecha	Pre	28,2	22,0	30	2,9
		Post	30	30	30	0
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	30	30	30	0
		Post	30	30	30	0
	E. I derecha	Pre	29,9	29,5	30	2
		Post	30	30	30	0

No se observaron diferencias significativas en los valores del índice T/I en la medición realizada previa a la intervención entre los sujetos entrenados y no entrenados en ninguna de las dos extremidades inferiores, como lo demuestran los valores obtenidos a la prueba no paramétrica de contraste para muestras independientes U de Mann-Whitney detallada en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

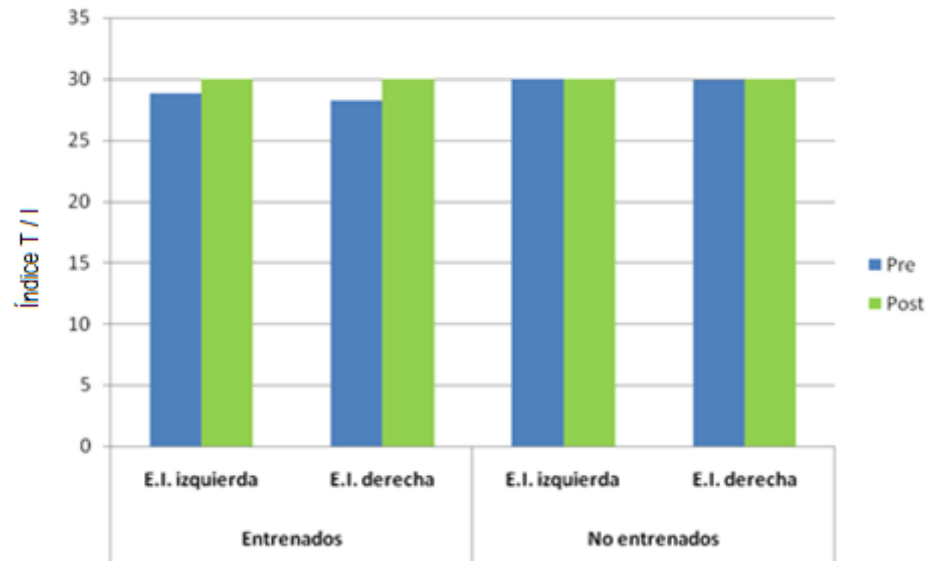
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	21,000	16,000
Z	-1,000	-1,360
Sig.	<b>0,317</b>	<b>0,174</b>

Se observó un aumento en el valor del índice T/I en los sujetos entrenados en ambas extremidades inferiores: de 1,2 para la extremidad izquierda y de 1,8 para la derecha, al contrario de los sujetos no entrenados quienes mostraron una disminución de 0,1 en la extremidad derecha (gráfico 2.1). Sin embargo ninguna de estas variaciones alcanzó a ser significativa ( $p = 0.317$ ) como lo demuestra la prueba no paramétrica de contraste de muestras pareadas de Wilcoxon (tabla 3.3).

**Tabla 3.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	-1,000	-1,604	0,000	-1,000
Sig.	<b>0,317</b>	<b>0,109</b>	<b>1,000</b>	<b>0,317</b>

**Gráfico 2.1** Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos desde pre a post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.



La medición post intervención muestra que tanto los sujetos entrenados como los no entrenados alcanzaron el valor máximo del índice T/I en ambas extremidades: 30 segundos. La diferencia entre entrenados y no entrenados no es significativa como lo demuestran los valores a la prueba U de Mann-Whitney (tabla 3.4).

**Tabla 3.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	24,5	24,5
Z	0,000	0,000
Sig.	1,000	1,000

## Análisis de los sujetos con CMD en la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos

El análisis descriptivo de las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos pre y post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Análisis descriptivo de las variables de índice tiempo/intento pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación Típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	29	23,0	30	2,6
		Post	30	30	30	0
	E.I. derecha	Pre	27,6	1	30	4,9
		Post	30	30	30	0
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	29,4	26,5	30	1,4
		Post	28,3	20	30	4,1
	E. I derecha	Pre	28,7	22	30	3,3
		Post	28,8	22,5	30	3,1

Al igual que en los sujetos con CMN, no se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.629$ ) en el índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, entre los sujetos con CMD entrenados y no entrenados (tabla 4.2).

**Tabla 4.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

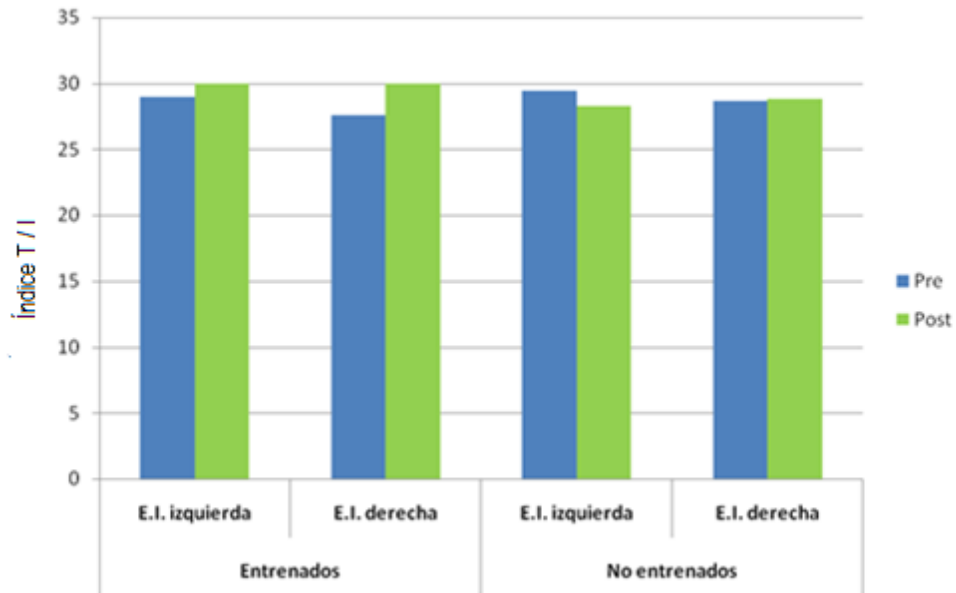
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	21	18,5
Z	0,000	-0,483
Sig.	<b>1,000</b>	<b>0,629</b>

La variación del índice T/I tampoco fue significativa en la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados (tabla 4.3).

**Tabla 4.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	-1,000	-1,342	-0,447	-1,000
Sig.	<b>0,317</b>	<b>0,180</b>	<b>0,655</b>	<b>0,317</b>

**Gráfico 3.1** Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.



La diferencia observada en los valores del índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, posterior a la intervención no es significativa ( $p = 0,28$ ) en ninguna de las extremidades inferiores entre los sujetos con CMD entrenados y no entrenados (tabla 4.4).

**Tabla 4.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	17,5	17,5
Z	-1,08	-1,08
Sig.	<b>0,28</b>	<b>0,28</b>

## Análisis de los sujetos con CMN prueba de estación unipodal con los ojos cerrados

La tabla 5.1 detalla el análisis descriptivo de las variables índice T/I de ambas extremidades inferiores pre y post intervención prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

**Tabla 5.1** Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	21,3	12,7	30	6,1
		Post	29,6	27,5	30	0,9
	E.I. derecha	Pre	19,8	9,0	30	6,3
		Post	27,1	18,5	30	4,3
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	22,4	9,8	30	8,5
		Post	20,7	15,8	30	5,0
	E. I derecha	Pre	23,7	16,8	30	5,4
		Post	20,4	16,0	27,0	3,7

No se observaron diferencias significativas ( $p = 0,653$  pierna izquierda y  $p = 0,275$  pierna derecha) en los valores del índice T/I obtenido por los sujetos entrenados y no entrenados en ambas extremidades previo a la intervención (tabla 5.2).

**Tabla 5.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	21	16
Z	-0,449	-1,092
Sig.	<b>0,653</b>	<b>0,275</b>

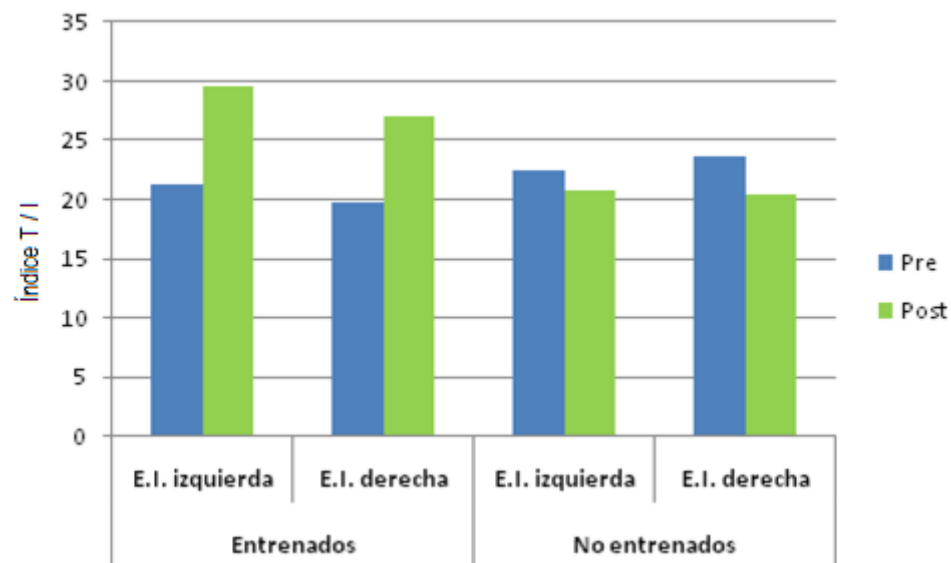
Al igual que en la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, se registraron variaciones en los valores obtenidos por los sujetos entrenados: de  $21,3 \pm 6,1$  pre-intervención a  $29,6 \pm 0,9$  post intervención en la extremidad izquierda ( $\Delta 8,3$ ) y de  $19,8 \pm 6,3$  pre intervención a  $27,1 \pm 4,2$  post intervención en la extremidad derecha ( $\Delta 7,3$ ). Sin embargo, en esta ocasión la diferencia si alcanzó la significancia estadística ( $p < 0,05$ ) como lo demuestran los valores obtenidos en la prueba de Wilcoxon. Por su parte los sujetos no entrenados mostraron una disminución en los valores del índice: de  $22,4 \pm 8,5$  pre intervención a  $20,7 \pm 5$  post intervención ( $\Delta -1,7$ ) en la extremidad izquierda y de  $23,7 \pm 5,4$  pre intervención a  $20,4 \pm 3,7$  post intervención en la extremidad derecha ( $\Delta -3,3$ ) aunque esta disminución no alcanzó a ser significativa (tabla 5.3).

**Tabla 5.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	-2,201	-2,207	-0,542	-1,101
Sig.	<b>0,028*</b>	<b>0,027*</b>	<b>0,588</b>	<b>0,271</b>

\*p<0,05

**Gráfico 4.1** Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con control motor normal entrenados y no entrenados.



Al comparar los grupos con CMN el índice T/I post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados de los sujetos entrenados y no entrenados encontramos una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en los valores

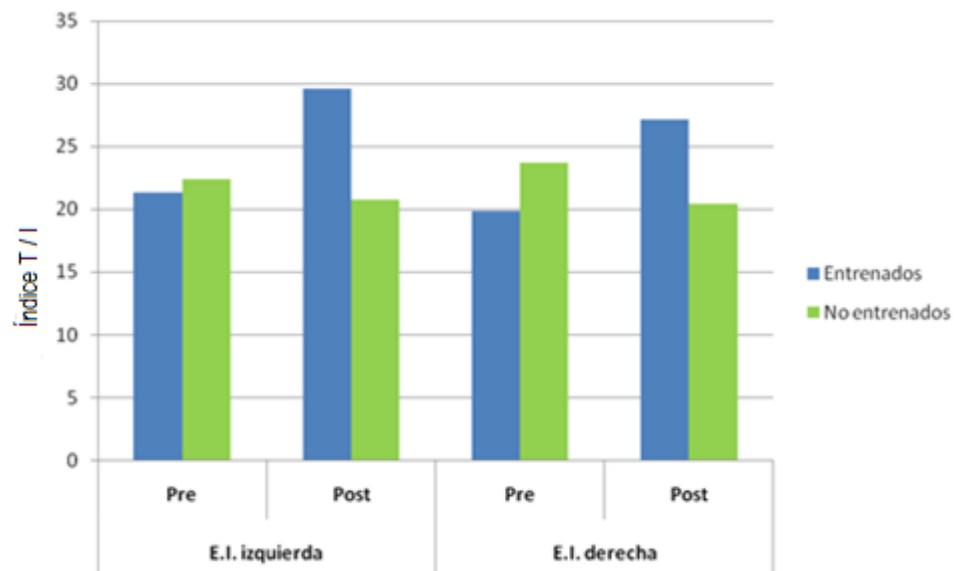
para la extremidad inferior derecha y altamente significativa ( $p < 0,01$ ) para los valores de la extremidad inferior izquierda, como lo demuestran los valores a la prueba U de Mann-Whitney detallados en la tabla 5.4.

**Tabla 5.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	4	7
Z	-2,797	-2,261
Sig.	<b>0,005**</b>	<b>0,024*</b>

\* $p < 0,05$   
 \*\* $p < 0,01$

**Gráfico 4.2** Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, desde pre intervención a post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.



## Análisis de los sujetos con CMD en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados

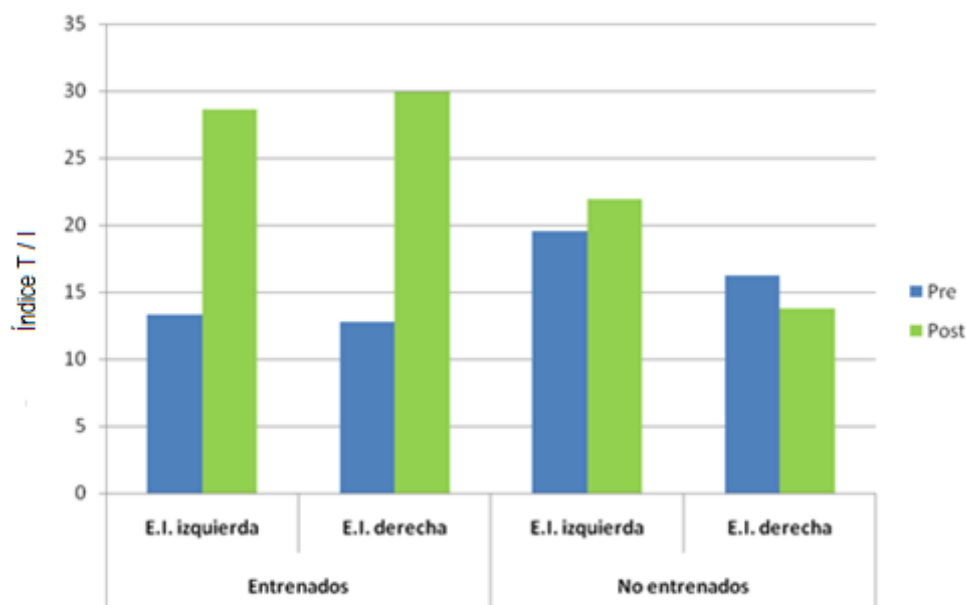
El análisis descriptivo de las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, pre y post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 6.1.

**Tabla 6.1** Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	13,3	9,2	16,6	3,4
		Post	28,6	22,5	30	2,8
	E.I. derecha	Pre	12,8	5,6	30	8,0
		Post	29,9	29,5	30	0,2
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	19,5	14,2	36,5	8,4
		Post	21,9	13,4	30	6,3
	E. I derecha	Pre	16,2	11,2	20,6	3,8
		Post	13,8	7,6	18,3	4,0

No se observaron diferencias significativas en el índice T/I entre los sujetos entrenados y no entrenados previos a la intervención. (tabla 6.2)

**Gráfico 5.1** Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.



**Tabla 6.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	11,000	9,000
Z	-1,433	-1,714
Sig.	<b>0,152</b>	<b>0,086</b>

De forma similar a lo ocurrido en los sujetos con CMN, el índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, aumentó en los sujetos con CMD entrenados: de  $13,3 \pm 3,4$  pre intervención a  $28,6 \pm 2,8$  post intervención

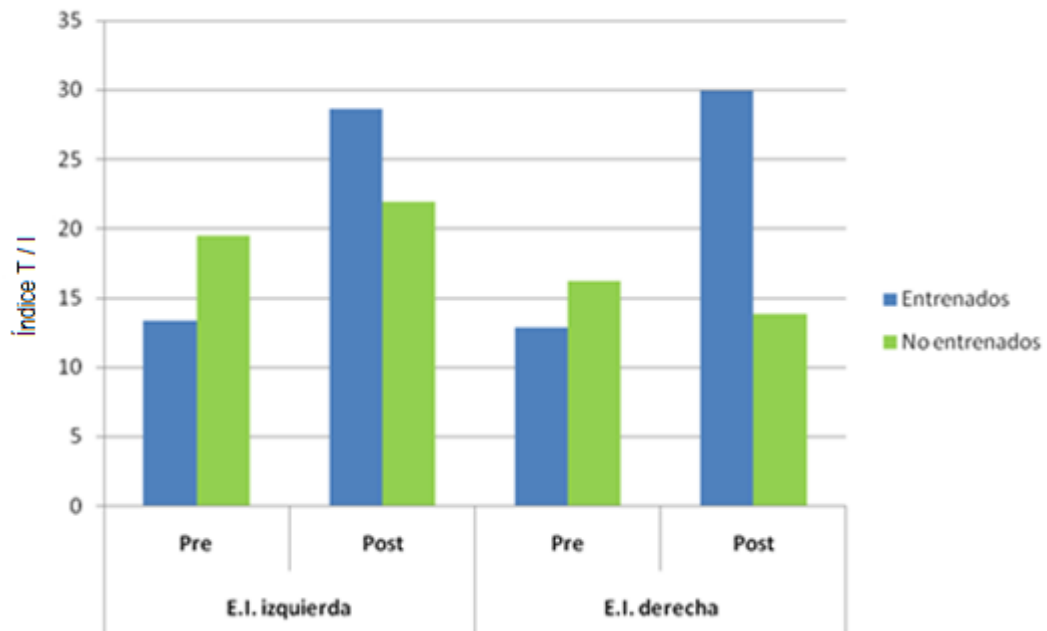
en la extremidad inferior izquierda ( $\Delta$  15,3) y de  $12,8 \pm 8$  pre intervención a  $29,9 \pm 0,2$  en la derecha ( $\Delta$  17,1) siendo ambas variaciones estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) según los valores obtenidos en la prueba de contraste no paramétrica para muestras pareadas de Wilcoxon (tabla 7.3). Los sujetos no entrenados por su parte mostraron un aumento del índice T/I en la extremidad inferior izquierda: de  $19,5 \pm 8,4$  pre intervención a  $21,9 \pm 6,3$  post intervención y una disminución del índice T/I en la extremidad derecha: de  $16,2 \pm 3,8$  pre intervención a  $13,8 \pm 4$  post intervención, estas diferencias sin embargo, no alcanzaron la significancia estadística.

**Tabla 6.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	-2,366	-2,201	-0,524	-0,943
Sig.	<b>0,018**</b>	<b>0,028**</b>	<b>0,6</b>	<b>0,345</b>

\*\* $p < 0,01$

**Gráfico 5.2** Variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, desde pre intervención a post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.



La diferencia en el índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, entre los sujetos entrenados y no entrenados paso de no ser significativa en la medición pre-intervención a estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para la extremidad inferior izquierda y altamente significativa ( $p < 0,01$ ) para la extremidad derecha en la medición post-intervención (tabla 6.4)

**Tabla 6.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	6,500	0,000
Z	-2,179	-3,156
Sig.	<b>0,029*</b>	<b>0,002**</b>

\*p<0,05

\*\*p<0,01

**Correlación entre el índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, con ambas piernas y el porcentaje de equilibrio WBB en jugadores con CMN**

No existe correlación positiva significativa entre los valores del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, post-intervención para ambas extremidades en los sujetos entrenados y los valores de la variable porcentaje de equilibrio WBB post-intervención obtenido por los sujetos con CMNE y CMNNE, según los datos obtenidos a la prueba de correlación de Spearman detallados en la tabla 7.1.

**Tabla 7.1** Correlación de Spearman entre las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y el porcentaje de equilibrio WBB post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	Entrenados		No entrenados	
	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>
Coefficiente de correlación	0,412	0,388	0,4	0,714
Sig. (bilateral)	<b>0,358</b>	<b>0,390</b>	<b>0,374</b>	<b>0,071</b>
N	7	7	7	7

**Correlación entre el índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y el porcentaje de equilibrio de la WBB en jugadores pertenecientes al grupo con CMD**

Solo existe correlación positiva significativa ( $p < 0,05$ ) entre los valores de índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, post-intervención para la extremidad izquierda en los sujetos entrenados y los valores de la variable porcentaje de equilibrio WBB de la extremidad inferior izquierdo post-intervención obtenido por los sujetos con CMDE, según los datos obtenidos a la prueba de correlación de Spearman detallados en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1** Correlación de Spearman entre las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y el porcentaje de equilibrio WBB post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	Entrenados		No entrenados	
	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>
Coefficiente de correlación	0,802	0,000	0,464	0,348
Sig. (bilateral)	<b>0,03*</b>	<b>1</b>	<b>0,354</b>	<b>0,499</b>
N	7	7	6	6

## Análisis de los sujetos con CMN Prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla

El análisis descriptivo de las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, pre y post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados se detallan en la tabla 9.1.

**Tabla 9.1** Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación Típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	30	30	30	0
		Post	30	30	30	0
	E.I. derecha	Pre	29,5	26,5	30	1,3
		Post	30	30	30	0
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	30	30	30	0
		Post	29,1	23,6	30	2,4
	E. I derecha	Pre	30	30	30	0
		Post	30	30	30	0

El análisis de las diferencias en el índice T/I previo a la intervención entre los sujetos entrenados y no entrenados arrojó que no existen diferencias significativas, como lo demuestra los valores a la prueba U de Mann-Whitney de la tabla 9.2.

**Tabla 9.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

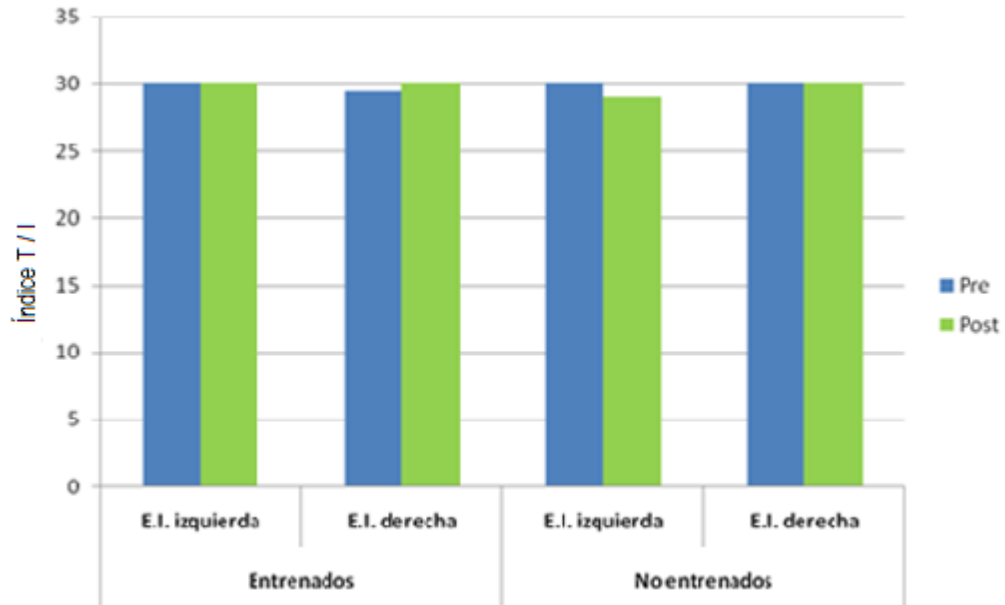
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	24,5	21
Z	0,000	-1,000
Sig.	<b>1,000</b>	<b>0,317</b>

La variación del índice T/I desde la medición pre-intervención a la medición post-intervención tampoco fue significativa para los sujetos entrenados y no entrenados, según lo observado tras la aplicación de la prueba de Wilcoxon detallada en la tabla 9.3.

**Tabla 9.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	0,000	-1,000	-1,000	0,000
Sig.	<b>1,000</b>	<b>0,317</b>	<b>0,317</b>	<b>1,000</b>

**Gráfico 6.1** Variación del índice T/I desde pre a post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.



Tampoco se observaron diferencias significativas en los valores del índice T/I entre los sujetos entrenados y no entrenados posterior a la intervención (tabla 9.4).

**Tabla 9.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	21,000	24,5
Z	-1,000	0,000
Sig.	<b>0,317</b>	<b>1,000</b>

## Análisis de los sujetos con CMD prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla

La tabla 10.1 detalla el análisis descriptivo de las variables índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, pre y post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

**Tabla 10.1** Análisis descriptivo de las variables de índice T/I pre y post intervención de prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

			<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	24,9	12,0	30	8,6
		Post	30	30	30	0
	E.I. derecha	Pre	25,7	14,8	30	6,0
		Post	30	30	30	0
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	29,6	27,5	30	1,0
		Post	28,1	18,3	30	4,8
	E. I derecha	Pre	27,9	17,5	30	5,1
		Post	27,3	17,5	30	5,0

Las diferencias en el índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, pre intervención observadas entre los sujetos entrenados y no entrenados no fueron significativas, como lo demuestran los valores obtenidos a la prueba U de Mann-Whitney detallada en la tabla 10.2.

**Tabla 10.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I pre-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

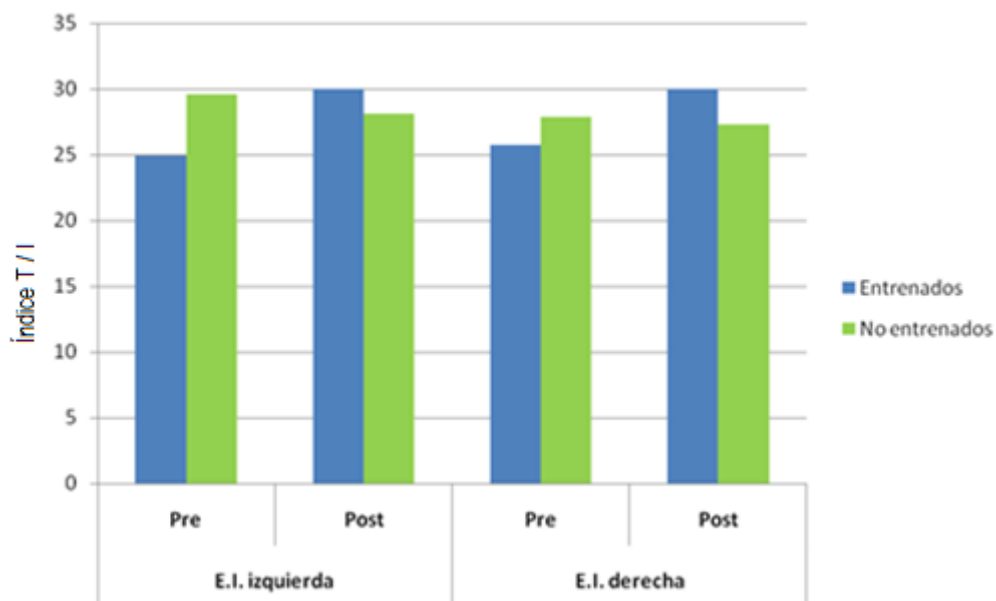
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	17,5	16
Z	-0,676	-0,874
Sig.	<b>0,499</b>	<b>0,382</b>

La variación del índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, desde pre-intervención a post intervención no fue significativa, para ninguna de las dos extremidades inferiores y para ninguno de los dos grupos: entrenados y no entrenados (tabla 10.3).

**Tabla 10.3** Prueba de Wilcoxon para las variables índice T/I pre y post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

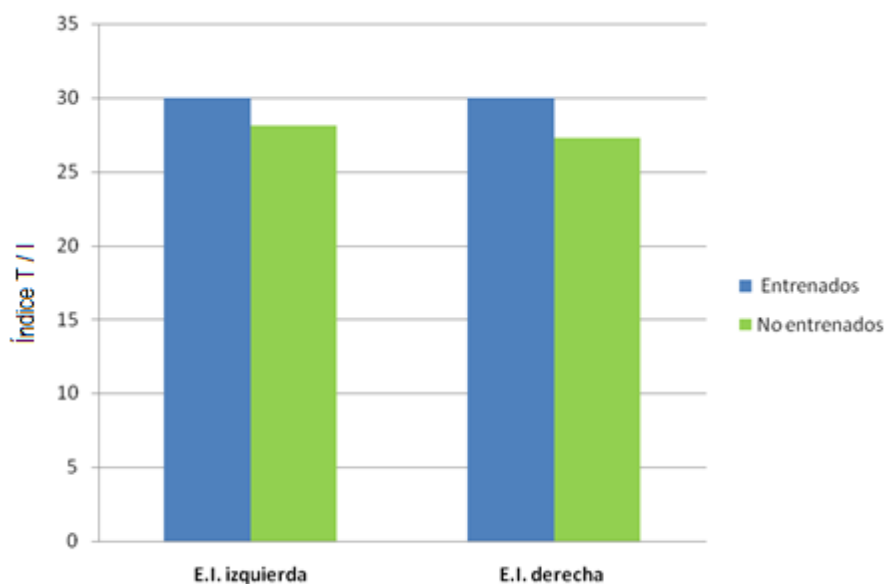
	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
Z	-1,342	-1,633	-1,000	-0,272
Sig.	<b>0,180</b>	<b>0,102</b>	<b>0,317</b>	<b>0,785</b>

**Grafico 7.1** Diferencia de los valores del índice T/I post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.



Tampoco se observaron diferencias significativas en los valores del índice T/I entre los sujetos entrenados y no entrenados posterior a la intervención.

**Grafico 7.2** Diferencia de los valores del índice T/I post intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.



Los valores del índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, post-intervención no difieren significativamente, en ninguna de las dos extremidades inferiores entre los sujetos con CMD entrenados y no entrenados (tabla 10.4).

**Tabla 10.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable índice T/I post-intervención de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla, entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Extremidad izquierda</i>	<i>Extremidad derecha</i>
U de Mann-Whitney	17,5	14
Z	-1,08	-1,59
Sig.	<b>0,28</b>	<b>0,112</b>

## Análisis desviación CG de sujetos con CMN

El análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 11.1.

**Tabla 11.1** Análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

		<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>
<b>Entrenado</b>	Desviación CG pre	4,6	2,4	8,6	2,1
	Desviación CG post	6,0	1,0	16,0	4,9
<b>No entrenado</b>	Desviación CG pre	4,3	2,2	6,4	1,6
	Desviación CG post	5,6	1,2	19,8	6,4

No existe una diferencia significativa de la desviación del CG entre los sujetos con CMN entrenados y no entrenados en la medición pre-intervención ni en la medición post-intervención según los valores a la prueba U de Mann-Whitney (tabla 11.2).

**Tabla 11.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable desviación del CG pre y post intervención entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>
U de Mann-Whitney	72,500	80,500
Z	-0,898	-0,510
Sig.	<b>0,369</b>	<b>0,610</b>

Los sujetos entrenados mostraron un aumento en los valores de desviación del CG de  $4,6 \pm 2,1$  pre-intervención a  $6 \pm 4,9$  post intervención, sin embargo ésta no es estadísticamente significativa. Los sujetos no entrenados también manifestaron un aumento de la desviación del CG de  $4,3 \pm 1,6$  pre-intervención a  $5,6 \pm 5,4$  post intervención. Sin embargo, esta diferencia tampoco es significativa, como lo demuestran los valores a la prueba de Wilcoxon (tabla 11.3)

**Tabla 11.3** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG pre y post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-0,508	0,000
Sig.	<b>0,611</b>	<b>1,000</b>

## Desviación del CG por extremidad de los sujetos con CMN

El análisis descriptivo de las variables desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 12.1.

**Tabla 12.1** Análisis descriptivo de las variables desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

			Media	Mínimo	Máximo	Desviación típica
Entrenado	Pre intervención	CG E.I. izquierda	50,8	47,8	54,3	2,6
		CG E.I. derecha	49,2	45,7	52,2	2,6
	Post intervención	CG E.I. izquierda	51,3	45,8	58,0	3,8
		CG E.I. derecha	48,7	42,0	54,2	3,8
No entrenado	Pre intervención	CG E.I. izquierda	51,8	48,9	53,2	1,4
		CG E.I. derecha	48,2	46,8	51,1	1,4
	Post intervención	CG E.I. izquierda	51,2	47,5	59,9	4,2
		CG E.I. derecha	48,8	40,1	52,5	4,2

No existen diferencias significativas en la desviación del CG por extremidad inferior pre intervención en el grupo de sujetos entrenados mientras que los sujetos no entrenados si muestran una diferencia significativa: con un valor de  $51,8 \pm 1,4$  del CG desviado hacia la extremidad inferior izquierda y un  $48,2 \pm 1,1$  del CG desviado hacia la extremidad inferior derecha ( $p < 0,05$ ) como lo demuestran los valores a la prueba no paramétrica de contraste para muestras pareadas de Wilcoxon (tabla 12.2).

**Tabla 12.2** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior pre intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-0,676	-2,197
Sig.	<b>0,499</b>	<b>0,028</b>

Sin embargo en la medición post-intervención ninguno de los dos grupos mostró diferencias significativas según lo observado tras la aplicación de la prueba de Wilcoxon (tabla 12.3).

**Tabla 12.3** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-1,014	-0,254
Sig.	0,310	0,799

### Análisis desviación del CG en sujetos con CMD

El análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 13.1.

**Tabla 13.1** Análisis descriptivo de las variables desviación del CG pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

		<i>Media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desviación típica</i>
<b>Entrenado</b>	Desviación CG pre	8,2	,2	18,0	6,9
	Desviación CG post	5,7	1,2	17,2	5,5
<b>No entrenado</b>	Desviación CG pre	3,9	,8	7,6	2,8
	Desviación CG post	7,2	4,2	14,0	4,3

Al igual que en los sujetos con CMN no se encontraron diferencias significativas de la desviación del CG entre los sujetos con CMD entrenados y no entrenados en la medición pre-intervención ni en la medición post-intervención según los valores a la prueba U de Mann-Whitney (tabla 13.2).

**Tabla 13.2** Prueba U de Mann-Whitney para la variable desviación del CG pre y post intervención entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Pre</i>	<i>Post</i>
U de Mann-Whitney	14	10,5
Z	-1,000	-1,504

Sig.	<b>0,317</b>	<b>0,133</b>
------	--------------	--------------

Al contrario de lo que sucedió en los sujetos con CMN, los sujetos con CMD entrenados mostraron un aumento del equilibrio como lo refleja la disminución de los valores de desviación del CG de  $8,2 \pm 6,9$  pre intervención a  $5,7 \pm 5,5$  post intervención y los sujetos no entrenados una disminución del equilibrio al aumentar su desviación del CG de  $3,9 \pm 2,8$  pre intervención a  $7,2 \pm 4,3$  post intervención. Estas diferencias no alcanzaron la significancia estadística, según la prueba de Wilcoxon (tabla 13.3).

**Tabla 13.3** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG pre y post intervención, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-0,676	-1,363
<b>Sig</b>	<b>0,499</b>	<b>0,173</b>
.		

## Desviación del CG por extremidad inferior de los sujetos con CMD

El análisis descriptivo de la variable desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados se detalla en la tabla 14.1.

**Tabla 14.1** Análisis descriptivo de las variables desviación del CG por extremidad pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

			Media	Mínimo	Máximo	Desviación típica
Entrenado	Pre intervención	CG E.I. izquierda	52,4	43,9	59,0	5,0
		CG E.I. derecha	47,6	41,0	56,1	5,0
	Post intervención	CG E.I. izquierda	52,2	48,3	58,6	3,4
		CG E.I. derecha	47,8	41,4	51,7	3,4
No entrenado	Pre intervención	CG E.I. izquierda	50,8	47,4	53,8	2,3
		CG E.I. derecha	49,4	46,2	52,6	2,5
	Post intervención	CG E.I. izquierda	49,5	44,5	57,0	4,4
		CG E.I. derecha	50,5	43,0	55,5	4,4

No existen diferencias significativas en la desviación del CG por extremidad inferior pre intervención en el grupo de sujetos entrenados ni en el

grupo de sujetos no entrenados como lo demuestran los valores a la prueba no paramétrica de contraste para muestras pareadas de Wilcoxon (tabla 14.2).

**Tabla 14.2** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior pre intervención, para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-1,521	-0,734
Sig.	<b>0,128</b>	<b>0,463</b>

En la medición post-intervención tampoco se encontraron diferencias significativas en la desviación del CG por extremidad en los sujetos entrenados y no entrenados, según lo observado tras la aplicación de la prueba de Wilcoxon (tabla 14.3).

**Tabla 14.3** Prueba de Wilcoxon para las variables desviación del CG por extremidad inferior post intervención, para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
Z	-1,690	-0,736
Sig.	<b>0,091</b>	<b>0,462</b>

**Correlación de los valores obtenidos en la desviación del CG y las pruebas de equilibrio (1, 2 y 3) para los sujetos con CMN**

No existe correlación significativa entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I obtenidos en las tres pruebas previas a la intervención para los sujetos entrenados, según los valores obtenidos a la prueba de correlación de Spearman detallados en la tabla 15.1.

**Tabla 15.1** Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN entrenados.

		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	0,143	0,000	-0,020	0,143	*	0,408
	Sig. (bilateral)	<b>0,760</b>	<b>1,000</b>	<b>,967</b>	<b>0,760</b>		<b>0,363</b>
	N	7	7	7	7	7	7

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

Los sujetos no entrenados tampoco mostraron correlación significativa entre los valores obtenidos en la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio (tabla 15.2).

**Tabla 15.2** Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN no entrenados.

		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	*	-0,204	0,505	-0,436	*	*
	Sig. (bilateral)		<b>0,661</b>	<b>0,248</b>	<b>0,328</b>		
	N	7	7	7	7	7	7

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

No existe correlación significativa, entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I obtenidos en las tres pruebas posterior a la intervención para los sujetos entrenados (tabla 15.3).

**Tabla 15.3** Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN entrenados.

		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
--	--	----------	----------	----------

		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	*	*	0,577	-0,432	0,618	*
	Sig. (bilateral)			<b>0,175</b>	<b>0,333</b>	<b>0,139</b>	
	N	7	7	7	7	7	7

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

Se observó una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre los valores obtenidos en la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados de la extremidad inferior derecha en los sujetos no entrenados (tabla 15.4), las demás pruebas no mostraron correlación significativa.

**Tabla 15.4** Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMN no entrenados.

		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	*	*	-0,270	-0,901**	-0,618	*
	Sig. (bilateral)			<b>0,558</b>	<b>0,006</b>	<b>0,139</b>	
	N	7	7	7	7	7	7

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

\*\* correlación significativa ( $p < 0,05$ )

**Correlación de los valores obtenidos de la desviación del CG y las pruebas de equilibrio (1 2 y 3) y para los sujetos con CMD**

No existe correlación significativa entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I obtenidos en las tres pruebas previas a la intervención para los sujetos entrenados, según los valores obtenidos a la prueba de correlación de Spearman detallados en la tabla 16.1.

**Tabla 16.1** Correlación entre la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD entrenados.

Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha

Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	-0,612	0,356	0,286	0,571	-0,579	0,060
	Sig. (bilateral)	<b>0,144</b>	<b>0,433</b>	<b>0,535</b>	<b>0,180</b>	<b>0,173</b>	<b>0,899</b>
	N	7	7	7	7	7	7

Los sujetos no entrenados tampoco mostraron correlación significativa entre los valores obtenidos en la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio (tabla 16.2).

**Tabla 16.2** Correlación entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD no entrenados.

Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
		Sig. (bilateral)	-0,131	-0,393	-0,886	0,257	-0,393
N		<b>0,805</b>	<b>0,441</b>	<b>0,019</b>	<b>0,623</b>	<b>0,441</b>	<b>0,441</b>
		6	6	6	6	6	6

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

No hay correlación significativa entre la desviación del CG pre intervención y los valores del índice T/I obtenidos en las tres pruebas posterior a la intervención para los sujetos entrenados (tabla 16.3).

**Tabla 16.3** Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD entrenados.

		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	*	*	0,223	0,408	*	*
	Sig. (bilateral)			<b>0,631</b>	<b>0,363</b>		
	N	7	7	7	7	7	7

\*no se puede calcular porque una de las variables es constante

Se observó una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre los valores obtenidos en la desviación del CG previo a la intervención y los valores del índice T/I de la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, para la extremidad inferior izquierda en los sujetos no entrenados (tabla 16.4), las demás pruebas no mostraron correlación significativa.

**Tabla 16.4** Correlación entre la desviación del CG post intervención y los valores del índice T/I de las tres pruebas de equilibrio de los sujetos con CMD no entrenados.

		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
		t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha	t/i E.I. izquierda	t/i E.I. derecha
Desviación C.G.	Coefficiente de correlación	-0,133	-0,133	0,812	-0,406	-0,133	0,309
	Sig. (bilateral)	<b>0,802</b>	<b>0,802</b>	<b>0,05*</b>	<b>0,425</b>	<b>0,802</b>	<b>0,552</b>
	N	6	6	6	6	6	6

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**Análisis estadístico de la variable porcentaje de equilibrio en la prueba de estación unipodal realizado en la WBB para sujetos con CMN**

El análisis descriptivo de los porcentajes de equilibrio en la WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados se detallan en la tabla 17.1.

**Tabla 17.1** Análisis descriptivo de las variables porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

			Media	Mínimo	Máximo	Desviación típica
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	76	71	84	4

		Post	74	63	84	8
	E.I. derecha	Pre	70	65	82	6
		Post	75	69	83	5
<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	70	58	79	7
		Post	69	58	79	9
	E.I. derecha	Pre	67	55	80	8
		Post	67	54	77	9

No se observaron diferencias significativas en los valores de los porcentajes de equilibrio WBB pre-intervención entre sujetos entrenados y no entrenados en ninguna de las dos extremidades inferiores (tabla 17.2).

**Tabla 17.2.** Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB, pre intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

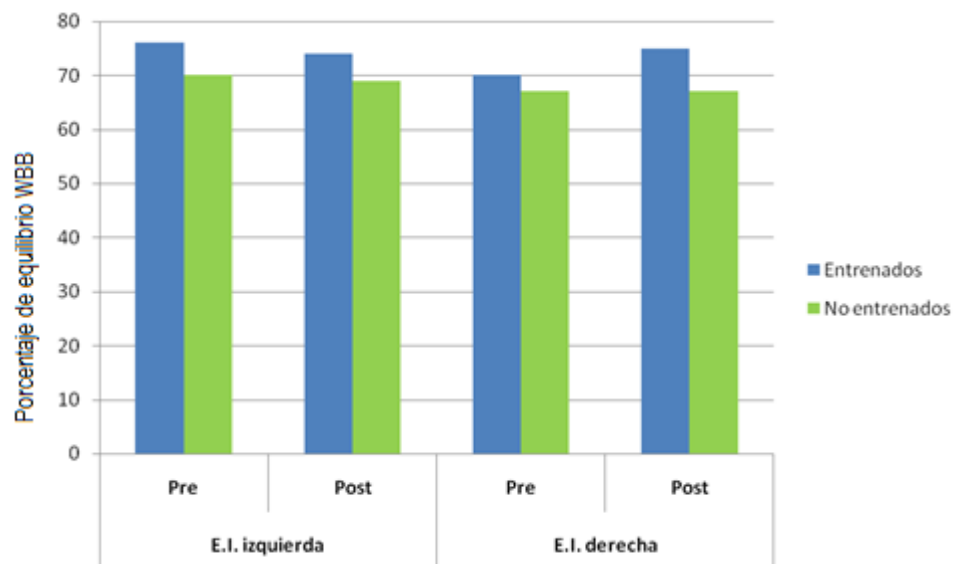
	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>
U de Mann-Whitney	13	19,5
Z	-1,474	-0,645
Sig.	0,140	0,519

Los sujetos entrenados y no entrenados no mostraron una variación significativa en los valores de porcentaje de equilibrio WBB desde pre a post intervención en ninguna de las dos extremidades inferiores, según los valores obtenidos a la prueba de Wilcoxon detallados en la tabla 17.3.

**Tabla 17.3** Prueba de Wilcoxon entre las variables porcentaje de equilibrio WBB pre intervención y post intervención de ambas extremidades inferiores para sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>E.I izquierda</i>	<i>E.I derecha</i>	<i>E.I izquierda</i>	<i>E.I derecha</i>
Z	-0,405(a)	-1,703	-0,524	-0,169
<b>Sig</b>	<b>0,686</b>	<b>0,089</b>	<b>0,6</b>	<b>0,866</b>

**Gráfico 8.1** Variación de la variable porcentaje de equilibrio WBB de pre a post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos con CMN entrenados y no entrenados.



Los valores de porcentaje de equilibrio WBB post-intervención no muestran una diferencia significativa entre los sujetos entrenados y no entrenados (tabla 17.4).

**Tabla 17.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB post intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMN entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>	<i>No entrenados</i>
U de Mann-Whitney	17	10
Z	-0,970	-1,855
Sig.	<b>0,332</b>	<b>0,064</b>

**Análisis estadístico de la variable porcentaje de equilibrio en la prueba de estación unipodal, realizado en la WBB para sujetos con CMD.**

El análisis descriptivo de las variables porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados se detallan en la tabla 18.1.

**Tabla 18.1** Análisis descriptivo de las variables porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades inferiores pre y post intervención para los sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

			Media	Mínimo	Máximo	Desviación típica
<b>Entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	62	40	78	13
		Post	73	58	79	7
	E.I. derecha	Pre	66	50	78	11
		Post	72	68	75	3

<b>No entrenado</b>	E.I. izquierda	Pre	64	53	80	11
		Post	71	53	80	10
	E.I. derecha	Pre	65	48	75	10
		Post	69	48	79	11

No se observaron diferencias significativas en los valores de porcentaje de equilibrio WBB pre-intervención entre sujetos entrenados y no entrenados en ninguna de las dos extremidades inferiores (tabla 18.2).

**Tabla 18.2.** Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio pre intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

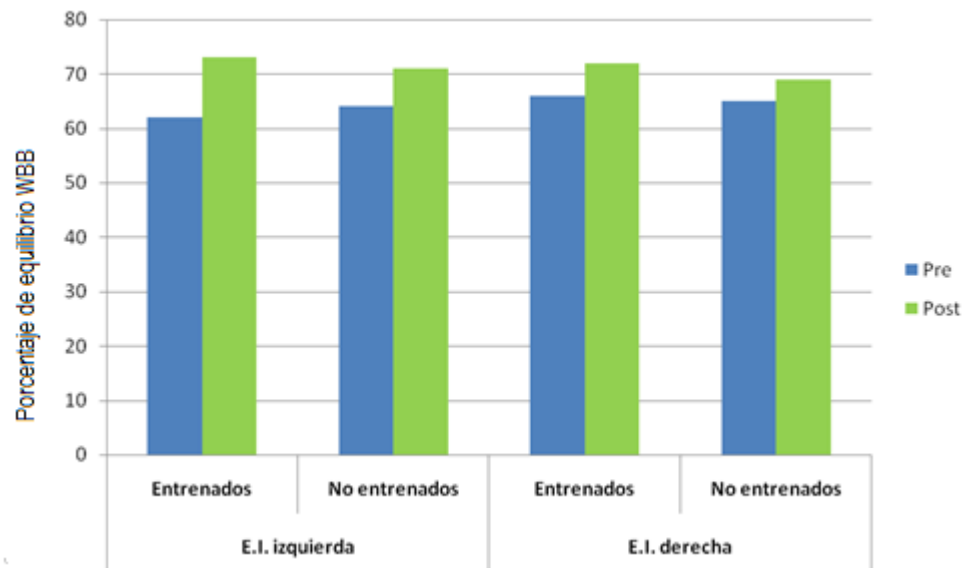
	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>
U de Mann-Whitney	20	19,5
Z	-0,143	-0,215
Sig.	<b>0,886</b>	<b>0,830</b>

Los sujetos entrenados y no entrenados no mostraron una variación significativa en los valores de porcentaje de equilibrio WBB para ambas extremidades desde pre a post intervención como lo indican los valores obtenidos a la prueba de Wilcoxon detallados en la tabla 18.3.

**Tabla 18.3** Prueba de Wilcoxon entre las variables porcentaje de equilibrio WBB pre intervención y post intervención de ambas extremidades inferiores para sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>Entrenados</i>		<i>No entrenados</i>	
	<i>E.I izquierda</i>	<i>E.I derecha</i>	<i>E.I izquierda</i>	<i>E.I derecha</i>
Z	-1,609(a)	-1,014(a)	-0,948	-0,730
<b>Sig</b>	<b>0,108</b>	<b>0,310</b>	<b>0,343</b>	<b>0,465</b>

**Gráfico 9.1** Variación de la variable porcentaje de equilibrio WBB de pre a post intervención de ambas extremidades inferiores para los sujetos CMD entrenados y no entrenados.



La diferencia en los valores de porcentaje de equilibrio WBB post-intervención para ambas extremidades inferiores entre los sujetos entrenados y no entrenados no alcanza la significancia estadística ( $p = 0,667$  en extremidad inferior y  $p = 0,886$  en extremidad inferior derecha), según los datos a la prueba U de Mann-Whitney (tabla 18.4).

**Tabla 18.4** Prueba U de Mann-Whitney para la variable porcentaje de equilibrio WBB post intervención de ambas extremidades inferiores entre sujetos con CMD entrenados y no entrenados.

	<i>El izquierda</i>	<i>El derecha</i>
U de Mann-Whitney	18	20
Z	-0,430	-0,143
Sig.	<b>0,667</b>	<b>0,886</b>

### XIII. DISCUSIÓN

Se estableció la variable índice T/I porque relaciona de mejor manera el tiempo en relación a la capacidad del sujeto, para realizar las diferentes pruebas, lo que permitió categorizar y posteriormente evaluar sus capacidades

en relación al equilibrio, con el fin de determinar si hubo un incremento en relación a esta variable. Una vez recopilados y analizados los datos finales de este estudio, y considerando los aspectos relevantes e implicancias de este, se puede mencionar lo siguiente:

### **Variables con distribución Normal**

En relación a la homogeneidad de las variables, cumplen con una distribución normal las siguientes variables: peso, talla e IMC según la primera y segunda evaluación. En concordancia a esta distribución también se encuentra el índice tiempo/intento (T/I) para la prueba de estación unipodal con ojos cerrados en ambas piernas.

En lo referente a las variables peso e IMC pre y post evaluación en WBB, existe una variación en los cuatro grupos, en donde se aprecia un aumento de peso en el grupo con CMDNE en promedio de 0.3 kg. Mientras que en los tres grupos restantes presentaron una disminución de peso; destaca la disminución de peso del grupo con CMDE en promedio  $-1.5$  kg. Si bien esta disminución no es estadísticamente significativa se mostró una tendencia a la disminución de peso en ambos grupos entrenados con el protocolo de equilibrio y control motor más el entrenamiento habitual. Esto se condice con el modelo conceptual del entrenamiento de resistencia (ver figura 2), el cual menciona que el entrenamiento de resistencia provoca una disminución de peso importante que conlleva, eventualmente, a mejoras cardiovasculares y eficiencia al realizar el

ejercicio, reafirmando que el entrenamiento de resistencia aumenta el gasto energético y disminuye la grasa corporal <sup>31,32</sup>. Odenrick (1984) demostró que el peso es un buen predictor del aumento de la oscilación postural en niños y niñas de entre 5 y 15 años <sup>98</sup>. De acuerdo a esto no es posible señalar fehacientemente que la baja de peso sería un factor importante para disminuir las variaciones del equilibrio postural, ya que Peeters (1984) y Ekdahl (1989) demostraron que el peso no tiene directa influencia en parámetros de estabilidad medidos usando un posturógrafo y estabilometría <sup>99,100</sup>. Sin embargo, hacen falta datos para precisar si la disminución de peso, es debida a un efecto directo de este protocolo o bien es consecuencia de factores externos al estudio. Es importante que en futuras investigaciones en donde se utilice este protocolo se mida la grasa corporal antes y después de aplicarlo, para ver si existe una relación directa entre el entrenamiento sensorio motriz y la disminución de grasa corporal documentada en el modelo conceptual de entrenamiento de resistencia <sup>31,32</sup>.

Con respecto a los datos y análisis estadísticos de la batería de pruebas empleada para medir el equilibrio y control motor en los diferentes grupos de estudio se puede precisar lo siguiente:

### **Prueba Uno: estación unipodal con ojos abiertos**

En relación a la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, tomando en cuenta a los grupos con equilibrio y control motor normal entrenados y no entrenados se desprende lo siguiente:

Los jugadores entrenados y no entrenados no manifiestan una diferencia estadísticamente significativa, esto posiblemente debido al alto desempeño y cumplimiento con los requerimientos de la prueba para realizarlo de manera correcta manifestando una baja sensibilidad por parte de la prueba para expresar diferencias importantes entre sujetos que tienen como características comunes ser sanos y deportistas jóvenes, y teniendo presente que la prueba es usada para pacientes mayores de 50 años <sup>86</sup>. Sin embargo, existe una tendencia al aumento del índice T/I para el grupo con CMNE posterior al entrenamiento de ejercicios de equilibrio y control motor en comparación al grupo normal no entrenado.

De la misma manera el análisis descriptivo de la variable T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos, en relación a los grupos de sujetos con CMDE y CMDNE, no arroja diferencias significativas entre ambos grupos pre y post intervención. Esto posiblemente es debido a la insuficiente sensibilidad de la prueba para la evaluación de las capacidades de equilibrio para este rango de edad, o bien a la imposibilidad de establecer diferencias en el equilibrio unipodal entre rangos de edad tan bajos, esto en base a lo investigado por Hahn y colaboradores (1999), quienes no pudieron demostrar la

relación de equilibrio unipodal y la edad entre atletas competitivos de edades entre 14 y 24 años <sup>102</sup>.

Existe concordancia en relación al grupo con CMNE y el grupo con CMDE, debido a que se registra una tendencia al aumento del índice T/I en este grupo (CMDE) sometido a entrenamiento en contraposición al descenso de esta variable en la extremidad inferior izquierda del grupo con CMDNE y una mantención en los parámetros medidos en la extremidad inferior derecha. Esto nos permite evidenciar que los avances logrados por los sujetos de CMDE, se asemejan bastante a los parámetros de pre-entrenamiento de los sujetos con CMNE, por lo que se puede presumir que si la realización del protocolo se prolonga en el tiempo, los resultados pueden ser mejores, pero para esto es necesario futuros realizar estudios de larga data.

### **Prueba N° 2: estación unipodal con los ojos cerrados**

Con respecto a la evaluación de la prueba dos correspondiente a la estación unipodal con los ojos cerrados pre-entrenamiento, no se registraron diferencias significativas entre el grupo con CMNE y CMNNE. De la misma manera, tampoco se encontraron diferencias entre el grupo de estudio con CMDE y CMDNE pre-intervención.

Sin embargo, en la evaluación post-entrenamiento correspondiente al grupo de estudio con CMNE manifiestan cambios significativos, para la extremidad inferior izquierda ( $p < 0.05$ ) y altamente significativos, para la

extremidad inferior derecha ( $p < 0.01$ ). A diferencia del grupo con CMNNE que manifiesta cambios negativos en relación a pre y post evaluación, marcando una tendencia a la disminución del índice T/I -1.7 para la extremidad inferior izquierda y -3.3 para la extremidad inferior derecha. Es preciso enfatizar que este descenso en el índice no es acompañado de significancia estadística, a diferencia del aumento significativo para el grupo entrenado. La diferencia en el índice T/I para la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, entre los sujetos con CMDE y CMDNE, pasó de ser no significativa en la medición pre-intervención, a estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) para la extremidad inferior izquierda y altamente significativa ( $p < 0,01$ ) para la extremidad derecha en la medición post-intervención reiterándose la resolución estadística del grupo con CMNE, es decir, ambos grupos entrenados mejoraron el equilibrio y control motor. Es importante mencionar que al llevar a cabo el protocolo se observó una reducción paulatina de la vacilación de las extremidades inferiores, reflejada en la ejecución de movimientos más fluidos. Al inicio, el jugador necesitaba de mucha concentración y retroalimentación constante y a medida que aprendió el nuevo patrón postural, gracias al entrenamiento, se volvió automático y menos consciente <sup>12</sup>. La mejora sustancial de la ejecución de movimientos es posiblemente debido al aprendizaje motor que logró cada jugador a pesar de que ha sido demostrado que la ejecución de movimientos con los ojos cerrados provoca un descenso de la estabilidad postural <sup>102, 103, 104</sup>. Geurts (1993) falló en demostrar un efecto significativo de aprendizaje entre

mediciones de estabilometria en estación bipodal <sup>105</sup>. Ekdahl (1989) y Balogun (1992) han demostrado el efecto del aprendizaje dentro de mediciones ejecutadas en un mismo día <sup>100,106</sup>.

Existe concordancia en la disminución del índice T/I en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados en los sujetos con CMDNE y al igual que el grupo con CMNNE, este descenso no posee significancia estadística, a diferencia de lo que sucede con los grupos entrenados, cuyos cambios si son significativos estadísticamente.

Estos resultados dejan en evidencia la efectividad estadística y clínica de la intervención en base al protocolo de ejercicios específicos de equilibrio y control motor seleccionados.

Esta prueba es sensible para la evaluación, debido a que se utiliza en reemplazo de su homóloga con los ojos abiertos, ya que esta última se utiliza para mayores de 50 años <sup>86</sup>.

El éxito estadístico y clínico manifestado en esta prueba tiene una trascendencia mayor a la del aumento del equilibrio, esto debido a que brinda herramientas que permiten fomentar el autocuidado, ya que este es responsable de la reducción en un veinte por ciento de las caídas, un año después de haber completado el programa <sup>88</sup>.

**Prueba N° 3: estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla**

En relación a la prueba correspondiente a la estación unipodal con ojos abiertos y leve flexión de rodilla no existen diferencias significativas entre los grupos entrenados y no entrenados (CMN y CMD) pre y post prueba de evaluación.

Sin embargo el grupo con CMNE indica un leve aumento en la extremidad inferior derecha en relación al índice T/I de 29,5 a 30 segundos, mientras que en la extremidad inferior izquierda se mantiene este índice. Con respecto al grupo con CMNNE se aprecia un leve descenso del índice T/I en la extremidad inferior izquierda de 30 segundos a 29.1 segundos, mientras que en la derecha se mantiene. Estos resultados, aunque no son significativos, nos permiten inferir, los posibles cambios que pueden aparecer durante la realización de este protocolo de ejercicios.

En tanto el análisis estadístico para el grupo con CMDE, manifiesta un alza en el índice T/I en ambas extremidades inferiores, en izquierda aumenta de 24.9 segundos a 30 segundos y en derecha aumenta de 25.7 segundos a 30 segundos post-entrenamiento. A su vez, el grupo con CMDNE manifiesta una tendencia al descenso del índice T/I en extremidad inferior izquierda de 29.6 segundos a 28.1 segundos y en derecha de 27.9 a 27.3 segundos. Es preciso destacar, que estas tendencias no son acompañadas de significancia estadística. Esta resolución estadística se asimila a la de la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, esto es posiblemente debido a que la muestra se conforma de un número de sujetos reducido, lo que produce que pequeñas

variaciones de los datos, se manifiesten en variaciones estadísticas que no sean significativas.

### **Centro de Gravedad**

En lo referente a los datos finales de medición del CG extraídos de la WBB para los grupos con CMNE y CMNNE no existen diferencias estadísticamente significativas, este dato deja en manifiesto la nula relación entre el entrenamiento realizado y el cambio del CG en cada jugador categorizado con CMN.

En relación al CG para los jugadores pertenecientes al grupo con CMDE y CMDNE tampoco existen diferencias significativas sin embargo el grupo con CMDE reflejó una tendencia a la disminución de los valores de desviación del CG de  $8,2 \pm 6,9$  pre intervención a  $5,7 \pm 5,5$  post intervención, mientras que el grupo con CMDNE reflejó una tendencia al aumento de los valores de desviación del CG de  $3,9 \pm 2,8$  pre intervención a  $7,2 \pm 4,3$  post intervención. Cabe destacar que estas tendencias no tienen significancia estadística. Sin embargo, desde el punto de vista observacional la tendencia se relacionaba con una disminución en la vacilación al realizar la prueba para los sujetos con control motor disminuido entrenado y por el contrario un aumento en la vacilación en los sujetos pertenecientes al grupo con disminución del control motor no entrenado.

Existe una correlación positiva del índice T/I entre la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, con la pierna izquierda y el CG luego del entrenamiento en sujetos con el control motor disminuido que fueron entrenados, permitiéndonos entrever la posibilidad de cambio del CG en este tipo de sujetos entrenados mediante este protocolo.

Es importante señalar, que de acuerdo a los resultados, los sujetos con CMNE disminuyeron el porcentaje de desviación del CG, debido a que la evaluación previa arrojó que su desviación era mayor hacia la izquierda. Este dato es necesario precisarlo a pesar de que los sujetos con CMDE no presentaron estos datos. Hacen falta mediciones que aíslen de manera correcta los factores que inciden sobre el CG, como para objetivar que sea producto del protocolo de entrenamiento que se propone en este estudio. Dichos factores son la baja estatura y el mayor tamaño del pie, que descienden el centro de gravedad, aumentan la base de sustentación y en consecuencia aumentan la estabilidad postural <sup>54</sup>.

### **Correlación entre Prueba dos de equilibrio y porcentaje de estabilidad WBB**

Los datos estadísticos que relacionaban la prueba de estación unipodal con ojos cerrados y la prueba de equilibrio de la WBB dieron como resultado la

correlación nula de los datos. Esto es debido posiblemente a la ejecución diferente de ambas pruebas, ya que la prueba de estación unipodal con ojos cerrados, se realizó sin un feedback visual, a diferencia de la ejecución las pruebas de equilibrio que eran realizadas mirando la pantalla. A pesar de esto, existe una tendencia al aumento para sujetos entrenados según la medición de equilibrio pre - entrenamiento y post - entrenamiento, así como existe una mejora estadísticamente significativa en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados para los sujetos entrenados, pudiendo establecer que es posible la utilización de una u otra prueba para la evaluación de sujetos jugadores de fútbol de entre 15 y 17 años, en base a la utilización del protocolo de ejercicios propuesto en este estudio.

Muchos de los resultados no se acompañan de significancia estadística aún arrojando mejoras, esto es posiblemente debido al número reducido de individuos de nuestra muestra. Otra razón posible es que tanto la prueba de estación unipodal con ojos abiertos, como la prueba de estación unipodal con leve flexión de rodilla, no son lo suficiente sensibles para la evaluación de las características de equilibrio y control motor en jugadores de fútbol, entre los 15 y 17 años de edad. Es posible que las pruebas tengan baja complejidad para estos sujetos, ya que es muy difícil la evaluación de características de equilibrio debido a que estamos hablando de sujetos deportistas <sup>68</sup>. Un estudio publicado por Bohannon (1984) explica la relación que existe entre la edad y la disminución del equilibrio con ojos cerrados dando un rango de entre 24.2 y

28.8 segundos para un espectro de edad entre los 20 y 49 años, concluyendo que a una edad avanzada hay menos equilibrio <sup>101</sup>, los resultados son similares a los arrojados en este estudio (CM disminuido de 13,3 a 28,6 izquierda y 12,8 a 29.9 en la derecha; CM normal 21,3 a 29,6 izquierda y 19.8 a 27.1 en la derecha).

En cuanto a los resultados disimiles entre la pierna izquierda y derecha en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, para los sujetos con CMDE, es evidente apreciar la asimetría de los resultados, esto es posiblemente debido a la naturaleza propia de los jugadores de fútbol, ya que Juillou (2007) demostró que jugadores de este deporte presentan un rendimiento asimétrico a diferencia de individuos que practican otro tipo de deporte. Con esto podemos decir, que si bien es cierto que este tipo de entrenamiento no mejora la propiocepción, si es posible establecer que existe una mejora en el control postural biomecánico <sup>95</sup>.

Otro punto importante de mencionar, es que la muestra se conformó de un número bajo de individuos, dejando como reto para futuras investigaciones la realización de estudios multicéntricos que permitan aumentar el número de sujetos de la muestra, además teniendo presente que es difícil interrumpir un programa de entrenamiento preestablecido.

Por último, decir que el protocolo propuesto para el entrenamiento de jugadores de fútbol de entre 15 y 17 años, puede ser útil para el entrenamiento del equilibrio y control motor, según los resultados obtenidos, ya que posee

cinco ejercicios que en su conjunto entrenan de manera asimétrica las sinergias musculares de tobillo, rodilla, cadera, que son componentes importantes en las adaptaciones posturales necesarias para mantener el equilibrio. Esta afirmación se relaciona con los resultados obtenidos por Horak (1987) y Nashner (1977), sin embargo, la particularidad de este estudio, es la selección específica de los ejercicios elegidos, ya que cada uno aporta componentes esenciales para el entrenamiento del equilibrio y control motor. Sin embargo, cabe destacar que las pruebas de evaluación midieron la capacidad de mantener el equilibrio sin perturbaciones y en una superficie firme, utilizando estrategias de tobillo principalmente <sup>51,52</sup>, aún cuando estos jugadores en la práctica deportiva están sometidos a mayores perturbaciones, utilizándose una estrategia de cadera. Esto deja entrever que la medición no está relacionada a las estrategias propias del jugador al realizar su deporte, sin embargo, Pintsaar y colaboradores (1996) y Gross (1987) han reportado que el uso de estrategias de control postural producen cambios significativos en la activación muscular de la articulación de cadera <sup>80,81</sup>. En consecuencia, lo que se mide efectivamente es lo que se utiliza en la práctica deportiva, por tanto una mejora en la estrategia de tobillo conlleva a una mejora de la estrategia de cadera, y esto a su vez una mejora en el desempeño deportivo <sup>8</sup>.

#### XIV. **CONCLUSIONES**

En relación al análisis de los resultados descritos anteriormente, podemos concluir lo siguiente:

En cuanto a las pruebas de equilibrio, no existe diferencia en los valores del índice T/I en la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos pre intervención ni post intervención, entre los sujetos entrenados y no entrenados con control motor normal y disminuido. Existe una tendencia al aumento del índice T/I para los dos grupos entrenados en este estudio, lo cual es un indicio de la mejora del equilibrio, pero esta, no es atribuible necesariamente al protocolo realizado, ya sea por el número de individuos reducido del grupo de estudio o bien por la baja complejidad de la prueba en cuestión para los sujetos de estudio.

El índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos pre intervención y post intervención, no muestra correlación con los valores obtenidos de desviación del centro de gravedad, antes de la intervención ni después de la intervención.

Respecto a la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, no existe diferencia en los valores del índice T/I para mediciones pre intervención entre los sujetos entrenados y no entrenados con control motor normal y disminuido.

El entrenamiento de equilibrio mejora los valores del índice T/I obtenidos en la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados en los sujetos entrenados con control motor normal y disminuido. La diferencia del índice T/I

pre-intervención y post-intervención es estadísticamente significativa, por lo que podemos concluir que los efectos derivados del protocolo de entrenamiento de equilibrio y control motor son reales, lo que demuestra la posible utilidad del protocolo, como pauta de entrenamiento de sujetos jugadores de fútbol de entre 15 y 17 años de edad. Además, es importante mencionar que la significancia estadística obtenida, tuvo una concordancia, desde el punto de vista observacional, con una disminución de la vacilación para realizar la prueba,

En lo referente a la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla, no existe diferencia en los valores del índice T/I pre-intervención ni post-intervención entre los sujetos entrenados y no entrenados, con control motor normal y disminuido, reiterándose la tendencia al aumento estadístico del índice T/I de la prueba estación unipodal con los ojos abiertos para los dos grupos entrenados, esto corrobora el aumento de equilibrio, a pesar de no ser estadísticamente significativo, la tendencia al aumento de los valores para la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla es mayor que el de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos.

El índice T/I de la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla pre y post intervención no muestra correlación con los valores obtenidos de desviación del CG pre ni post intervención.

Además, se ve una significancia estadística en la disminución de la desviación del CG en los sujetos entrenados con CMD pero solo en su extremidad izquierda.

Los datos estadísticos de los sujetos, con respecto al CG, tienen una desviación estándar muy alta, por lo que la variable posee poca homogeneidad, haciendo que las diferencias entre datos previos a la evaluación no muestren diferencias significativas con los datos obtenidos después de la intervención.

La utilización de las pruebas de estación unipodal con los ojos abiertos y la prueba de estación unipodal con los ojos abiertos y leve flexión de rodilla, no son las adecuadas para la evaluación de sujetos jugadores de fútbol con edades de entre 15 y 17 años. Por el contrario la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados, fue la mejor para objetivar el grado de equilibrio y control motor de jugadores de fútbol de entre 15 y 17 años de edad.

Los efectos del protocolo de ejercicios planteado, son reales a la hora de comparar evaluaciones previas y finales hechas mediante la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados.

Con respecto al análisis de los datos obtenidos desde la WBB se puede concluir que existe una tendencia a la mejora del equilibrio para los sujetos con CMDE.

Además, el grupo con CMNE tiende al aumento porcentual del equilibrio, solo para la pierna derecha, mientras que los sujetos con CMNNE manifiestan una disminución porcentual del equilibrio en ambas extremidades.

Por último, de los resultados estadísticos, podemos decir que el protocolo de entrenamiento de equilibrio y control motor mejoró el equilibrio para la prueba de estación unipodal con los ojos cerrados y además aumentó los valores de los datos de las demás pruebas para los grupos con CMNE y CMDE, a pesar de no demostrar una significancia estadística concreta.

Es ideal que este protocolo sirva como referencia así como también, sea un punto de inicio para futuras investigaciones.

El mundo del fútbol, por su nivel de exigencia, necesita de una constante renovación para el beneficio de los jugadores. En este estudio planteamos un protocolo específico de equilibrio y control motor que sigue este mismo lineamiento. En consecuencia, el aporte de este estudio fue establecer de manera objetiva las ventajas que tiene este conjunto de ejercicios y la correlación que existe con una herramienta objetiva como lo es la WBB.

## XV. REFERENCIAS

<sup>(1)</sup> Peydro de Moya M.F, Baydal Bertomeu J.M, Vivas Broseta M.J. Evaluación y Rehabilitación del Equilibrio Mediante Posturografía. *Rehabilitación (Madr)* 2005;39 (6): 315 – 23.

<sup>(2)</sup> S. Lephart, D. Pincivero y S. Rozzi. Proprioception of the Ankle and Knee. *Sports Med.* 1998, Mar; 25 (3): 149 -155.

<sup>(3)</sup> A. Engerbretsen, G Myklibust, I. Holme, L. Ergebretsen, R.Bah. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am. J. sport med*; Jun 2008 36; 1052-1060.

<sup>(4)</sup> A, Giottsidov; P. Maillou; G.Pafis; A.Beneka; G. Medolias; C.M. Maganaris. The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *Euro J. Appl. Physiol.* (2006) 96: 659-664 DOI 1.1007.

<sup>(5)</sup> Peterka R, Loughlin P. Dynamic regulation of sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol.* 2003; 91: 410-23.

<sup>(6)</sup> Winter D. Human Balance and Posture Control During Standing and Walking. *Gait & Posture* Dic, 3: 193 – 214 (1995).

<sup>(7)</sup> Ergen E, Bulent U. Proprioception and Ankle Injuries in Soccer. *Clin Sports Med*, 27 (2008); 195 – 217.

<sup>(8)</sup> Tropp H, Alaranta H, Reinstrom A. Proprioception and coordination training in injury prevention. *Sports injuries basic principles of prevention and care*. London: Blackwell 1992. P 277 – 288.

<sup>(9)</sup> Loskowski ER, Neru – Lamar Amy K, Smith J. *Refiring rehabilitation with proprioception training: expediting return to play*. *Phys Sports Med* 1997; 25: 89 – 102.

<sup>(10)</sup> Sherrington, C. *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press, New Haven, CT.

<sup>(11)</sup> Phil Page, MS, PT, ATC, CSCS. Sensorymotor training: A “global” approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2006) 10, 77–84.

<sup>(12)</sup> Janda V. Muscles and motor control in low back pain: assessment and management. In: Twomey, L.T. *Physical Therapy of the low back*. Churchill Livingstone, New York, pp. 253 – 278.

<sup>(13)</sup> Janda V. VaVrova, M. 1996. Sensory Motor stimulation. In: Liebson, C. *Rehabilitation of the spine*. Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 319 – 328.

<sup>(14)</sup> Gerbino P, Griffin E, Zurakowski D. Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait and Posture* 26 (2007) 501 – 507.

<sup>(15)</sup> Jerosch J, Thorwesten L, Bork H, Bischof M. Is prophylactic bracing of the ankle cost effective? *Orthopedics* 1996; 19: 405 – 14.

<sup>(16)</sup> G. Robert, N. Gueguen, P. Avogadro, L. Mouchnino. Anticipatory balance control is affected by loadless training experiences.

<sup>(17)</sup> Massion J. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*: 1992; (38): 35 – 56.

<sup>(18)</sup> Kavounoudias, A., Roll, R & Roll, JP. The Plantar sole is a “dynamometric map” for human balance control. *Neuroreport*, 9, 3247 – 3252.

<sup>(19)</sup> Karlsson J, Andreasson GO. The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability: an electromyographic study. *Am J Sports Med* 1992; 20: 257 – 61.

<sup>(20)</sup> Richie DH. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. *J Foot Ankle Surg* 2001; 40: 240-51.

(21) Faigenbaum AD, Bradley DF. Strength training for the Young athlete. *Orthop Phys Ther Clin North Am* 7:67 – 90 (1998).

(22) Faigenbaum AD, Zaichkowsky LD, Westcott WL, et al. The effects of a twice – a – week strength training program on children. *Pediatric Exercise Science*. 5: 339 – 345 (1993).

(23) Faigenbaum AD, Westcott WL, Micheli LJ, et al. The effects of strength training and detraining on children. *J Strength Cond Res* 10: 109 – 114 (1996).

(24) Kraemer WJ, Duncan ND, Volek JS. Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 28: 110 – 119 (1998).

(25) Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in Young women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 77: 170 – 175 (1998).

(26) Ben – Sira D, Ayalon A, Tavi, M. The effect of different types of strength training on concentric strength in women. *J Strength Cond Res*. 9: 143 – 148 (1995).

<sup>(27)</sup> Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy resistance training in men and women. *J Appl Physiol.* 76: 1247 – 1255 (1994).

<sup>(28)</sup> Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle fiber pennation angles are greater in hypertrofied than in normal muscles. *J Appl Physiol.* 74: 2740 – 2744 (1993).

<sup>(29)</sup> Vrijens F. Muscle strength development in the pre and post pubescent. *Med Sport.* 11: 152 – 158 (1978).

<sup>(30)</sup> Hamill BP. Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond Res.* 8: 53 – 57 (1994).

<sup>(31)</sup> Donnelly JE, Jakicic JM, Pronk NP, et al. Is resistance training effective for weight management. *Evide Based Prev Med.* 1(1): 21 – 29.

<sup>(32)</sup> Donnelly JE, Smith B, Jacobsen DJ, Kirk E, Dubose K, Hyder M, Bailey B. The role of exercise for weight loss and maintenance. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology.* Vol 18 (6), 2004. 1009 – 1029.

<sup>(33)</sup> Myer GD, Wall EJ. Resistance training in the Young athlete. *Operative techniques in sports medicine.* 14: 218 – 230 (2006).

<sup>(34)</sup> Walton DM, Kuchinad RA, Ivanova TD, et al. Reflex inhibition during muscle fatigue in endurance – trained and sedentary individuals. *Eur J Appl Physiol* 2002; 87 (4 – 5): 462 – 8.

<sup>(35)</sup> Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA). Reglas del juego 2009 – 2010.

<sup>(36)</sup> Kittel R, Dittrich M, Fleege R, Lazik D, Wick D. Effects of soccer specific strains on the locomotor system. *Sportverletz Sportschaden*. 2008 Sep;22(3):164-8. Epub 2008 Sep 23.

<sup>(37)</sup> Hewett T, Myer G, Ford K. Dynamic Balance. Can neuromuscular training prevent ACL injuries?. *Biomechanics*.

<sup>(38)</sup> Emery C, Cassidy J, Klassen T, Rosychuk R, Rowe B. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ*. 2005; 172(6): 749-54.

<sup>(39)</sup> Cerulli G, Benoit D, Caraffa A, Ponteggia F. Proprioceptive training and Prevention of Anterior Cruciate Ligament injuries in Soccer. Program. J Orthop Sports Phys Ther. 2001; 31: 655-60.

<sup>(40)</sup> Roach R, Maffulli N. Childhood injuries in sport. *Physical therapy in sport*. 4 (2003) 58 – 66.

<sup>(41)</sup> Couillandre A, Duque Ribeiro MJ, Thoumie P, Portero P. Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy subjects. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 51 (2008): 67 – 73.

<sup>(42)</sup> Liu YS, Huang WF, Liu XH, Wang J, Zhao DM, Wu X. Effects of exercise training during 21 d – 6 degrees head down bed rest on dynamic posture equilibrium and motor coordination. *Space Med Med Eng*. 2003; 16: 264 – 8.

<sup>(43)</sup> Craig Liebenson. Functional exercises. *Journal of Bodywork and movement therapies*; Abril 2002, 6 (2), 108 – 116.

<sup>(44)</sup> Sainburg RL, Ghilardi MF, Poizner H, Chez C. Control of limb dynamics in normal subjects and patients without proprioception. *J Neurophysiology* 1995; 73: 820 – 835.

<sup>(45)</sup> Bard C, Fleury M, Teasdale N, Pallard J, Nougier V. Contribution of proprioception for calibrating and updating the motor space. *Can J Physiol Pharmacol.* 1995; 73: 246 – 254.

<sup>(46)</sup> Bryan L. Riemann, Scott M Lephart. The Sensorimotor system, Part II: The Role of Proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of athletic training.* 2002; 37(1): 80 – 84.

<sup>(47)</sup> Hasan Z, Stuart DG. Animal solutions to problems of movement control: the role of proprioceptors. *Annu Rev Neuroscience.* 1988; 11: 199 – 223.

<sup>(48)</sup> Horak FB, Nashner LM, Diener HC. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res.* 1990; 82: 167 – 177.

<sup>(49)</sup> Diener H, Dichgans J, Guschlbauer B, Mau H. The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia. *Brain Res.* 1984; 296: 103 – 109.

<sup>(50)</sup> Inglis JT, Horak FB, Shupert CL, Jones – Rycewicz C. The importance of somatosensory information in triggering and scaling automatic postural responses in humans. *Exp Brain Res.* 1994; 101: 159 – 164.

<sup>(51)</sup> Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987; 67: 1881 – 1885.

<sup>(52)</sup> Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Exp Brain Res.* 1977; 30: 13 – 24.

<sup>(53)</sup> Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: Adaptation to altered support surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986; 55: 1369 – 1381.

<sup>(54)</sup> Shumway – Cook A, Woollacott M. Motor control: theory and practical applications. Baltimore, Md, Williams and Wilkins (1995).

<sup>(55)</sup> Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction - contemporary developments. *Manual Therapy.* 2001; 6(1): 15 – 26.

<sup>(56)</sup> Hurley MV, Newham DJ. The influence of arthrogenous muscle inhibition on quadriceps rehabilitation of patients with early, unilateral osteoarthritic knees. *Br J Rheumatology.* 1993 Feb 32(2); 127 – 131.

<sup>(57)</sup> Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Annals Rheumatism*. 1997 Nov; 56(11); 641 – 648.

<sup>(58)</sup> Hurley MV. The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. May 25(2): 283 – 298.

<sup>(59)</sup> Grimby L, Hannerz J. Disturbances in voluntary recruitment order of low and high frequency motor units on blockades of proprioception afferent activity. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1976; 96: 207 – 216.

<sup>(60)</sup> Gandevia SC. The sensation of effort co – varies with reflex effects on the motoneurone pool: evidence and implications. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1994; 13: 41 – 49.

<sup>(61)</sup> Gandevia SC, McClosky DI, Burke D. Kinaesthetic signals and muscle contraction. *Trends Neuroscience*. 1992; 15: 62 – 65.

<sup>(62)</sup> Comerford M, Mottram S. Movement Dysfunction – Focus on dynamic stability and muscle balance: Kinetic control, movement dysfunction course, kinetic control, Southampton.

<sup>(63)</sup> Johansson H, Sjolander P. The neurophysiology of joints In: Wright V, Radin EL, eds. *Mechanics of joints: physiology, patophysiology and treatment*. New York, NY: Marcel Decker Inc; 1993; 243 – 290.

<sup>(64)</sup> McNair PJ, Wood GA, Marshall RN. Stiffness of the hamstrings muscles and its relationship to function in anterior cruciate ligament deficient individuals. *Clin Biomech*. 1991; 7: 131 -137.

<sup>(65)</sup> Grillner S. The role of muscle stiffness in meeting the changing postural and locomotor requirements for force development by the ankle extensors. *Acta Physiol Scand*. 1972; 86: 92 – 108.

<sup>(66)</sup> Louie JK, Mote CD. Contribution of the musculature to rotatory laxity and torsional stiffness at the knee. *J Biomech*. 1987; 20: 281 – 300.

<sup>(67)</sup> Bryan L. Riemann; Scott M. Lephart. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability *Journal of Athletic Training* 2002;37(1):71–79.

<sup>(68)</sup> S. Josa Bullich. Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla. *Biomecánica*, IV, 6 (42-SO), 1996.

- <sup>(69)</sup> A. Junge, K. Cheung, T. Edwards, J. Dvorak. Injuries in youth amateur soccer and rugby players—comparison of incidence and characteristics *Br J Sports Med* 2004; 38:168–172.
- <sup>(70)</sup> Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 1988;84: 275—94.
- <sup>(71)</sup> Fozard JL, Vercryssen M, Reynolds SL, Hancock PA, Quilter RE. Age differences and changes in reaction time: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Gerontol* 1994;49: 179—89.
- <sup>(72)</sup> Trojian T.H, McKeag D.B. Single leg balance test to identify risk of ankle. *British Journal of Sports Medicine*, 2006; 40: 610 – 613.
- <sup>(73)</sup> Craig Liebenson. Better balance exercises. *Journal of Bodywork and movement therapies*; Enero 2005, 9, 148 – 149.
- <sup>(74)</sup> Kynsburg A, Halasi T, Tallay A, et al. Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(12): 1299 – 1306.
- <sup>(75)</sup> Tyldesling B, Greve JI. *Muscles, Nerves and movement: kinesiology in daily living*. Boston: Blackwell Scientific Publications; 1998 p. 26, 34, 284.

<sup>(76)</sup> Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* 1997; 25: 89 – 102.

<sup>(77)</sup> Dunn TG, Gillig SE, Ponsor SE. The learning process in feedback: is it feed forward or feed back? *Biofeedback Self Regul* 1986; 11(2): 143 – 56.

<sup>(78)</sup> Lephart SM, Henry TJ. The Physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. *J Sport Rehabil* 1996; 5:71 - 87.

<sup>(79)</sup> Griffin LYE. Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clin Orthop Rel Res* 2003; 409: 53 – 60.

<sup>(80)</sup> Pintsaar A, Brynhildsen J, Tropp H. Postural correctiones after standardized perturbations of single limb stance: effect of training and orthotic devices in patients with ankle instability. *Br J Sports Med* 1996; 30 30:151 – 5.

<sup>(81)</sup> Gross MT. Effects of recurrent lateral ankle sprain on active and passive judgments of joint position. *Phys Ther* 1987; 67: 1505 – 9.

<sup>(82)</sup> Eriksson E. Can proprioception be trained? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9: 127.

<sup>(83)</sup> Ashton – Miller JA. Proprioceptive thresholds at the ankle: implications for the prevention of ligamentous injury. In: Lephart SM. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Champaign: Human Kinetics*; 2000 p. 279 – 89.

<sup>(84)</sup> Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, Van Kalken M, Van Der Beek A, Bouter L, Van Mechelen W. The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one leg stance. *Clinical Biomechanics*. 20 (2005): 1094 – 1100.

<sup>(85)</sup> Rasool J, George K. The impact of single – leg dynamic balance training on dynamic stability. *Physical therapy in sport*. 8 (2007) 177 – 184.

<sup>(86)</sup> Single leg stance balance test. (Reproduced from Liebenson CS. Advice for the clinician and patient: sensory-motor training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 5; 1: 21–28, 2001.

<sup>(87)</sup> Craig Liebenson DC. Self-help advice for the clinicians. Functional exercises. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2002) 6(2),108-116.

<sup>(88)</sup> Craig Liebenson, DC Sensory-motor training: an update. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2005) 9, 142–147.

<sup>(89)</sup> Adkin AL, Frank JS, Jog MS. Fear of falling and postural control in Parkinson`s disease. *Mov Disord*. 2003; 18(5): 496 – 502.

<sup>(90)</sup> Blum L, Korner – Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*. 2008; 88(5): 559 – 66.

<sup>(91)</sup> Frykberg GE, Lindmark B, Lanshammar H, Borg J. Correlation between clinical assessment and force plate measurement of postural control after stroke. *J Rehab Med*. 2007; 39(6): 448 – 53.

<sup>(92)</sup> Clark RA, et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture* (2009), doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.11.012.

<sup>(93)</sup> Ramchandani A, Carroll K, Buenaventura R, Douglas J, Liu J. Wii – Habilitation increases participation in therapy. In: Proceedings of 2008 Virtual Rehabilitation, IWVR: 2008. P. 69.

<sup>(94)</sup> Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera – Bowlby P. Use of low cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2008; 88(10): 1196 – 207.

- <sup>(95)</sup> Ching – Hsiang Shih, Ching – Tien Shih, Ming – Shan Chiang. A new standing posture detector to enable people with multiple disabilities to control enviromental stimulation by changing their standing posture through a comercial Wii Balance Board. *Research in developmental disabilities*. 31 (2010) 281 – 286.
- <sup>(96)</sup> Craig Liebenson. Functional fitness training: The functional reach. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2006) 10, 159–162.
- <sup>(97)</sup> Craig Liebenson. Functional fitness training—Part 2. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2006) 10, 208–210.
- <sup>(98)</sup> Odenrick P, Sandstendt P. Development of postural sway in the normal child. *Human Neurobiol* (1984) 3, 241-244.
- <sup>(99)</sup> Peeters H, Breslau E, Mol J, Caberg H. Analysis of posturographic measurement on children. *Med Biol Eng Comp* (1984) 22, 317-321.
- <sup>(100)</sup> Ekdahl C, Jarnalo G-B, Andersson SI. Standing balance in healthy subjects. Evaluation of a quantitative test battery on force platform. *Scand J Rehab Med* (1989) 21,187-195.
- <sup>(101)</sup> Bohannon R.W., Larkin P.A., Cook A.C., Gear J., Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Physical Therapy* (1984) 64, 1067-1070.

<sup>(102)</sup> Hahn T, Foldspang A, Vestergaard E, Ingermann-Hansen T. One-legged standing balance and sports activity. Scand J Med Sci Sport (1999) 9, 15-18.

<sup>(103)</sup> Kolleger H, Baumgartner C, Wober C, Ober W, Deecke L. Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: Posturographic study in 30 healthy adults. European Neurol (1992) 32, 253-259.

<sup>(104)</sup> Ageberg E, Zatterstorm R, Moritz U. Stabilometry and one-leg hop test have high test-retest reliability. Scan J Med Sci Sport (1998) 8, 198-202.

<sup>(105)</sup> Geurts ACH, Nienhuis B, Mulder TW. Intrasubjet variability of selected force-platform parameters in the quantification of postural control. Arch Phys Med Rehab (1993) 74, 1144-1150.

<sup>(106)</sup> Balogun JA, Adesinasi CO, Marzouk DK. The effects of a wobble board exercise training program on static balance performance and strength of lower extremity muscles. Physiotherapy Canada (1992) 44,23-30.

## XVI. ANEXOS

### **ANEXO 1.** Consentimiento Informado



















El estudio al cual su hijo accederá, tiene como objetivo analizar la efectividad de un programa de entrenamiento del balance y control motor. La función de este estudio es determinar si el protocolo propuesto por nosotros será útil y efectivo como

complemento a los entrenamientos realizados convencionalmente. De esta forma, el entrenamiento se realizará 3 veces por semana, durante un periodo de 8 semanas. Toda la información recolectada, será manejada de manera estrictamente confidencial y sólo será utilizada en el marco de la investigación. Por lo tanto, los resultados deberán ser publicados pero sin revelar los nombres o identidad y se podrá hacer llegar una copia de los resultados a los voluntarios del estudio, si así se solicita. Cualquier inquietud que surja, con respecto al estudio, se podrá consultar en cualquier momento a los alumnos tesistas.

Por lo tanto: Yo, \_\_\_\_\_, RUT \_\_\_\_\_ autorizo a mi hijo \_\_\_\_\_, RUT \_\_\_\_\_ a participar de este estudio y declaro haber recibido toda la información con respecto a este estudio, además tuve la posibilidad de manifestar mis inquietudes y éstas fueron respondidas satisfactoriamente. Por lo tanto, acepto que mi hijo participe en esta investigación de manera voluntaria y a su vez puedo hacer que este se retire en el momento en que lo decida, tanto él como la familia.

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor.                  Firma del deportista                  Firma del Investigador.

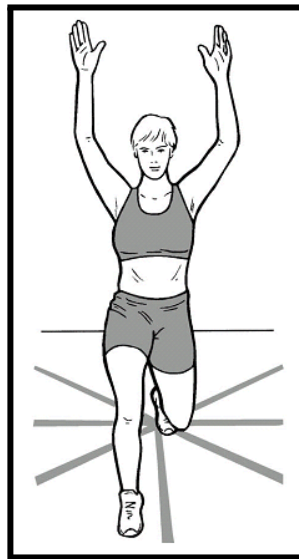
**ANEXO 2.** Control de firmas del preparador físico Sr. Javier Jeison.

Sesión		Fecha	Firma
1ª	Evaluación	03/11/2009	
2ª	Evaluación	04/11/2009	
3ª	Entrenamiento	11/11/2009	
4ª	Entrenamiento	12/11/2009	
5ª	Entrenamiento	13/11/2009	
6ª	Entrenamiento	16/11/2009	
7ª	Entrenamiento	17/11/2009	
8ª	Entrenamiento	18/11/2009	
9ª	Entrenamiento	19/11/2009	
10ª	Entrenamiento	20/11/2009	
11ª	Entrenamiento	23/11/2009	
12ª	Entrenamiento	24/11/2009	
13ª	Entrenamiento	25/11/2009	
14ª	Entrenamiento	26/11/2009	
15ª	Entrenamiento	27/11/2009	
16ª	Entrenamiento	01/12/2009	
17ª	Entrenamiento	02/12/2009	
18ª	Evaluación Final	09/12/2009	

**ANEXO 3. Programa de entrenamiento**

- Apoyo anterior con los brazos sobre la cabeza. (*Forward lunge with arms overhead*)

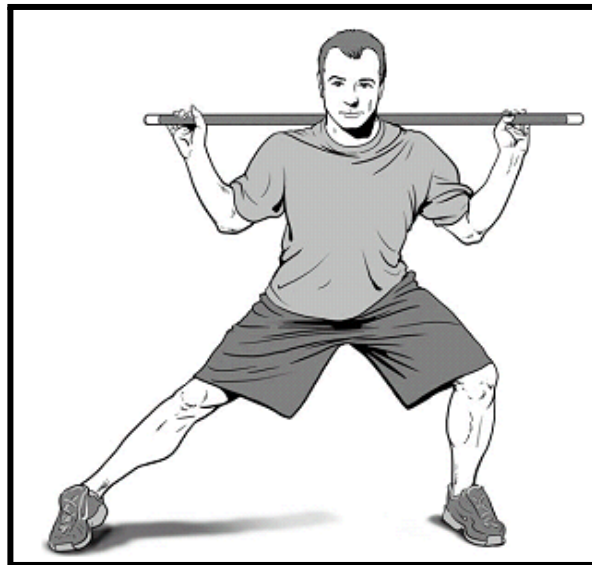
Un pie se desplaza hacia anterior manteniendo el apoyo bipodal, buscando la flexión de rodilla con el tronco erguido y la vista del sujeto al frente y de forma simultánea levanta los brazos extendidos en 180°<sup>43</sup>. Esta posición debe ser mantenida por cinco segundos para posteriormente cambiar de extremidad (derecha a izquierda), durante un tiempo total de 4 minutos.



**Figura 13.** Apoyo anterior con los brazos sobre la cabeza. En la figura se muestra la posición que debe mantener el sujeto<sup>43</sup>.

- Apoyo lateral con bastón terapéutico (*Lateral Squat*)

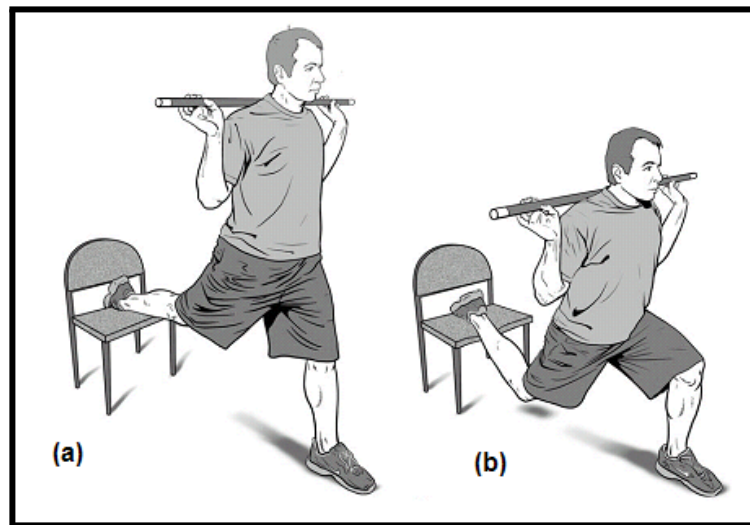
Sujeto en posición bípeda, erguido, con bastón terapéutico por detrás de la cabeza, sobre los hombros y manos tomadas en el bastón. Luego se desplaza lateralmente cargando su peso en una de sus extremidades inferiores flexionando la rodilla de la extremidad separada a 90° y la extremidad contralateral queda en extensión y apoyo plantar, con la punta del pie mirando al frente <sup>97</sup>.



**Figura 14.** Apoyo lateral con bastón terapéutico. En la figura el sujeto está en la fase de mantención del ejercicio <sup>97</sup>.

- Flexión de rodilla con apoyo y uso de bastón (*Lunge dip*).

Para este ejercicio se utiliza un bastón terapéutico, una silla estándar que tenga 90° de angulación con cuatro apoyos. Paciente de espalda a la silla con la pierna apoyada en flexión de rodilla, mientras que la otra pierna se posiciona sobre la silla, con apoyo del dorso del pie. Esta flexión se debe realizar de forma lenta y controlada, mientras las extremidades superiores cruzan el bastón por detrás del cuello y por delante de los codos <sup>97</sup>. Esta posición debe ser mantenida por cinco segundos para posteriormente cambiar de extremidad (derecha a izquierda), durante un tiempo total de 4 minutos.

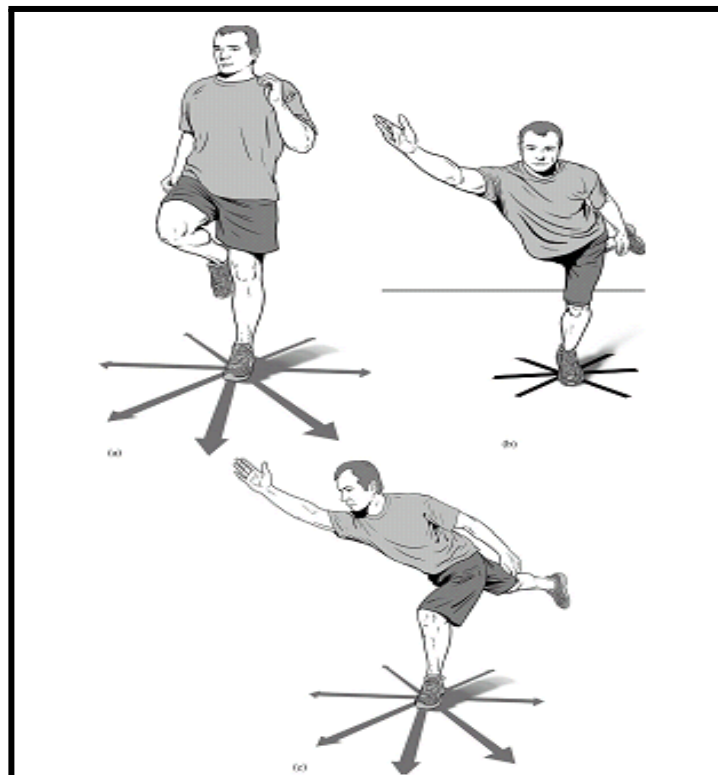


**Figura 15.** Realización de la flexión de rodilla con apoyo y uso de bastón. (a) Posición de inicio (b) Posición de mantención <sup>97</sup>.

- Apoyo Funcional (*Functional reach*).

Apoyo unipodal, se busca la flexión de rodilla y de forma simultánea la extensión del brazo contralateral con inclinación anterior del cuerpo con el fin de tomar un objeto <sup>96</sup>.

Esta posición debe ser mantenida por cinco segundos para posteriormente cambiar de extremidad (derecha a izquierda), durante un tiempo total de 4 minutos.



**Figura 16.** Realización del ejercicio de apoyo funcional. (a) Posición de partida (b) Posición de mantenimiento (c) Vista lateral de la posición de mantenimiento <sup>96</sup>.

- Flexión funcional con apoyo (*Supported functional reach*).







