

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

**DISERTACIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

**ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO CON INFORMACION
VISUAL SOBRE LA ACTIVIDAD MUSCULAR DE LAS
EXTREMIDADES INFERIORES Y LA ESTABILIDAD**

Elaborado por:

RICARDO FERNÁNDEZ ROSALES

QUITO, JULIO 2016

RESUMEN

Este documento ha sido elaborado con el propósito de investigar las ventajas que nos brinda la tecnología para el entrenamiento deportivo, para ello se realizaron evaluaciones y entrenamientos de coordinación y equilibrio con una plataforma dinamométrica en una muestra de 30 jugadores de fútbol que comprenden edades entre 17 y 26 años de la selección de fútbol de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito). Mediante esta técnica de observación se pudo determinar que los futbolistas que entrenaron con la plataforma dinamométrica mejoraron progresivamente su habilidad para mantener el equilibrio en los juegos de entrenamiento que la plataforma tiene programado, también se pudo concluir que si bien se puede mejorar el equilibrio con los ejercicios sin plataforma estos no ayudan para mejorar la habilidad para mantener el equilibrio en los juegos de entrenamiento que la plataforma tiene programado.

ABSTRACT

This document has been elaborated with the purpose of investigating the advantages that technology offers for sports training, for that, there were realized assessments and coordination training and balance with a dynamometric platform in a sample of 30 soccer players comprising ages between 17 and 26 years of the soccer team of the Catholic University of Ecuador (Quito). Using this technique of observation, it could be determined that players who trained with the dynamometric platform gradually improved their ability to maintain balance in training games that platform has scheduled. It could also concluded that although you can improve your balance with exercises without the platform; these exercises do not help to improve the ability to maintain balance in training games that the platform has scheduled.

DEDICATORIA

El presente trabajo en primer lugar está dedicado a mi Dios Jehová en agradecimiento de su bondad amorosa y en segundo lugar a mis padres que se han sacrificado en todo momento con arduo esfuerzo para darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Juan Ávila coordinador de deportes, Cristóbal Mantilla entrenador del equipo de futbol de la selección de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por la apertura provista para la elaboración de esta disertación, también al Ing. Franklin Iglesias por su amabilidad en la prestación de la plataforma dinamométrica utilizada para el estudio, a mi director PhD. Pedro Figueroa por el tiempo dedicado a la dirección de este trabajo, a mis lectores Lic. Fernando Iza y Mgtr. Luis Felipe Arellano por sus aportes impartidos en todo momento, y también quiero agradecer al PhD. Sergiy Voznesenskyy por su importante colaboración para el desarrollo de este estudio.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
CAPITULO I. ASPECTOS BASICOS DE LA INVESTIGACION	3
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.JUSTIFICACIÓN	4
1.3.OBJETIVOS	6
1.4. METODOLOGIA	7
1.4.1. TIPO DE ESTUDIO.....	7
1.4.2. UNIVERSO Y MUESTRA	7
1.4.3. FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	8
1.4.4. RECOLECCION Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	9
CAPITULO II. MARCO TEORICO E HIPOTESIS	11
2.1. Equilibrio	11
2.1.2. Equilibrio estático	13

2.1.3. Equilibrio dinámico.....	14
2.1.4 Equilibrio Post-movimiento.....	15
2.1.4.1 Equilibrio estable	15
2.1.4.2 Equilibrio inestable	16
2.2. Factores que condicionan el equilibrio	16
2.2.1. Centro de gravedad.	17
2.2.2. Base de sustentación.	18
2.2.3. Proyección del centro de gravedad sobre la base de sustentación.	18
2.3. Información corporal sobre el equilibrio:	28
2.3.1. Propiocepción.....	28
2.3.2. Oído interno.	30
2.3.3. Vista.	31
2.4. Evaluación del equilibrio	32
2.5. Equilibrio en la actividad física.....	38
HIPÓTESIS.....	39
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	47

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
3.1 Resultados	50
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS O CUADROS

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	47
--------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS O GRAFICOS

Ilustración 1.....	50
Ilustración 2.....	51
Ilustración 3.....	52
Ilustración 4.....	53
Ilustración 5.....	54
Ilustración 6.....	55
Ilustración 7.....	56
Ilustración 8.....	57
Ilustración 9.....	58
Ilustración10.....	59

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.....	64
ANEXO 2.....	66
ANEXO 3.....	66
ANEXO 4.....	67
ANEXO 5.....	68
ANEXO 6.....	69
ANEXO 7.....	70
ANEXO 8.....	71
ANEXO 9.....	71
ANEXO 10.....	72
ANEXO 11.....	72
ANEXO 12.....	73
ANEXO 13.....	73

INTRODUCCIÓN

Esta disertación se centra en la investigación de los beneficios que nos puede brindar la plataforma dinamométrica mediante el entrenamiento de coordinación y equilibrio en deportistas amateurs que se encuentran entrenando regularmente en el equipo de fútbol de la Universidad Católica. Los deportistas amateurs se encuentran bajo el mismo riesgo de presentar lesiones sea en partidos de campeonato o en entrenamientos que los profesionales, por lo que están sometidos a la misma presión deportiva disputando partidos con el mismo tiempo de juego (45 minutos fútbol campo 11-11), y no están sometidos al mismo régimen alimenticio ni tiempo de entrenamiento, a pesar que el ritmo de entrenamiento tampoco es el mismo.

El propósito de la investigación también fue determinar los tipos de lesiones que se pueden presentar por falta de coordinación y equilibrio, de esta manera se podría prevenir lesiones y a futuro el uso de la plataforma dinamométrica se use como herramienta de rehabilitación y también un elemento para mejorar la condición física del deportista.

El entrenamiento de la coordinación y el equilibrio desde tiempos remotos ha sido de interés en el ámbito deportivo y los métodos para su evaluación y análisis han experimentado cambios significativos los últimos años de forma objetiva y eficaz, se han simplificado y

perfeccionado las técnicas para analizar los factores que pueden alterar una buena coordinación y un buen equilibrio, permiten diagnosticar alteraciones y lesiones traumáticas, realizar un control de la evolución de los pacientes, valorar la efectividad del entrenamiento y recuperación tras una intervención quirúrgica.

El trabajo del equilibrio mediante la información visual ayudará al deportista a mejorar su desempeño, además a prevenir lesiones en una disciplina de contacto y de impacto como es el fútbol. Los ejercicios de coordinación mantendrán al cuerpo preparado para rendir ante diferentes circunstancias como pueden ser: el mal estado del terreno de juego o las condiciones climáticas.

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tanto a nivel mundial como nacional es evidente el incremento de personas que realizan alguna actividad deportiva que sin el entrenamiento adecuado aumenta las posibilidades de presentar alguna lesión músculo-esquelética, en la actualidad, el fútbol es una de las disciplinas deportivas más practicadas y en esta se centran numerosos estudios con el fin de mejorar todos los aspectos que influyen en el desempeño de este deporte como son técnica, táctica, preparación física y psicología. (Llana Belloch, 2010)

Hoy se utiliza el entrenamiento del equilibrio junto con la propiocepción como base de un esquema de entrenamiento y no todos lo conocen o lo aplican, raramente es trabajada de manera específica y por lo general se lo realiza solo para la recuperación de personas ya lesionadas y no como un entrenamiento base para mejorar el desempeño y la prevención de lesiones. (Hoffman, 2010)

Hay que tomar en cuenta que los deportistas amateur generalmente no realizan entrenamientos como los realizan los deportistas profesionales aun así, disputan encuentros deportivos con tiempos reglamentarios es decir 90 minutos por partido (Lázaro, 2009)

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el campo del deporte lo que se estudia con más frecuencia son aspectos como el gasto de energía, coordinación de movimientos, evaluación de la capacidad física durante la marcha, el salto y la carrera. Con estos estudios se pretende la prevención de lesiones deportivas y mantener al deportista en la mejor forma física. También se emplean estas técnicas para la evaluación de alteraciones de la marcha o el movimiento tras lesiones deportivas, la evolución del deportista y efectividad del tratamiento de rehabilitación (Vázquez, 2009)

El trabajo en conjunto de terapeutas físicos, preparadores físicos y el entrenador en el fútbol es de vital importancia para el mejoramiento del rendimiento de los deportistas. El terapeuta físico no solamente interviene en la rehabilitación de deportistas lesionados, sino también en el trabajo físico para prevenir las lesiones más comunes.

La mayoría de las lesiones están causadas por traumatismos, contactos con otro jugador, en los que en muchas ocasiones son infringidas las reglas del juego, y éstas se producen, básicamente, durante la carrera o en cambios de dirección, aunque también tienen importancia las causadas por sobre entrenamiento, predominan sobre todo los esguinces, seguidos de las

fracturas, las distensiones musculares, rotura de ligamentos, afectaciones en el menisco y contusiones. (Llana Belloch, 2010)

En general, las lesiones de los jóvenes futbolistas se producen en los partidos con una frecuencia mayor que en los entrenamientos, aunque el tipo de entrenamiento también parece ser un factor importante, dado que excesivas cargas de trabajo podrían aumentar el riesgo de lesión. En este sentido, los ejercicios de equilibrio propioceptivo podrían ayudar a prevenirlas (Olmedilla Zafra & Andreu Álvarez, 2006)

Por otro lado que el deportista adquiera eficazmente estrategias para mantener el equilibrio es esencial para conservar el rendimiento deportivo y por qué no aumentarlo, aunque por lo general se le considere al equilibrio como un proceso estático, la realidad es que es un proceso integrador y totalmente dinámico en una disciplina que está sometida a constantes movimientos y cargas ocasionadas por rivales, ya que es un deporte de estricto contacto. (Guskiewicz, 2009)

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la efectividad del entrenamiento del equilibrio con información visual sobre la actividad muscular de las extremidades inferiores y la estabilidad mediante una plataforma dinamométrica.

Objetivos Específicos

- Determinar los beneficios que tiene el entrenamiento del equilibrio.
- Comparar los resultados obtenidos del entrenamiento del equilibrio.
- Proponer un protocolo de entrenamiento del equilibrio como herramienta para prevención de lesiones deportivas.
- Demostrar que el entrenamiento del equilibrio con plataforma dinamométrica aumenta la fuerza, velocidad y potencia del deportista.

1.4. METODOLOGIA

1.4.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación es comparativo experimental, ya que se realizará un estudio a una muestra de 30 jugadores que se la divide en dos grupos los cuales al final se comparará y se tabulará los resultados obtenidos en cada grupo experimental. El método de la Investigación es deductivo, ya que mediante este se puede verificar hipótesis y comprobarlas.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se puede verificar la hipótesis y puede ser comprobado mediante la tabulación de los resultados. El nivel de la investigación es descriptivo.

1.4.2. UNIVERSO Y MUESTRA

El equipo de fútbol masculino de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es de 30 jugadores siendo el total de la muestra de estudio a realizar.

De la muestra de 30 jugadores se divide al azar dos grupos, ambos grupos de 15 jugadores, a estos grupos se les realizará una evaluación inicial y una evaluación final del equilibrio para comparar los resultados obtenidos al finalizar el estudio, el primer grupo que entrenará equilibrio con instrumentos o herramientas físicas y el segundo grupo entrenará equilibrio con información visual mediante el uso de la tecnología con la plataforma dinamométrica.

1.4.3. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Fuentes primarias: Se utilizaron las siguientes: Historia Clínica o ficha de lesiones, ficha deportiva

Fuentes secundarias: Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias. Se utilizaron las siguientes: Libros, revistas, folletos, textos electrónicos.

Para resolver las tareas implicadas en los objetivos, se utilizarán los siguientes métodos y test:

La recolección de datos mediante las siguientes pruebas:

- Romberg
- Unterberger
- Distribución de carga
- Prueba de pasos
- Test de Tinetti. Anexo 1

1.4.4. RECOLECCION Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La plataforma dinamométrica presenta una base de datos que permitirá el registro de los resultados de los valores obtenidos en las variables: fuerza de reacción, velocidad, potencia, aceleración, desplazamiento del centro de gravedad y equilibrio, la plataforma no calcula el equilibrio como las demás variables, por lo que se realizó un cálculo mediante desviación estándar de la varianza de la proyección del centro de gravedad a la plataforma en plano frontal, por lo tanto mientras menores valores de desviación estándar corresponden a mejor equilibrio. Luego se realizará un análisis de

los resultados en la muestra y a partir de los resultados se analizará la información y se podrá sacar conclusiones.

Debido a que las distribuciones de los datos no se ajustan a la distribución normal, el análisis inferencial se realizó mediante la U de Mann-Whitney (prueba no paramétrica) con la corrección por contrastes múltiples de Holm. Para este cálculo se utilizó el sitio web de calculaciones estadísticas VassarStats (<http://vassarstats.net/>) desarrollado por Richard Lowry de Vassar College (Poughkeepsie, Nueva York, EE.UU.), que "puede ser considerado un servicio válido y útil" (Patrut Monica, 2013)

CAPITULO II. MARCO TEORICO E HIPOTESIS

2.1. Equilibrio

En cualquier actividad física, el equilibrio es la base fundamental del control corporal. Una buena coordinación dinámica general y cualquier actividad independiente ya sea en miembro superior o inferior se lograrán mediante un equilibrio correcto. Por lo que es necesario conseguir un campo de visión estable, coordinación de los movimientos cefálicos y oculares (sistema vestíbulo-ocular); y por otra parte, mantener el tono muscular, coordinando los movimientos de la musculatura esquelética (sistema vestíbulo-espinal), con el fin de que el centro de gravedad quede dentro de la base de sustentación. (Rodríguez, 2009)

En general, el equilibrio podría definirse como “el mantenimiento adecuado de la posición de las distintas partes del cuerpo y del cuerpo mismo en el espacio”. El concepto genérico de equilibrio engloba todos aquellos aspectos referidos al dominio postural, permitiendo actuar eficazmente y con el máximo ahorro de energía, al conjunto de sistemas orgánicos. (Rodríguez, 2009).

Diversos autores han definido el concepto de Equilibrio, entre ellos se destaca:

- Contreras (1998): mantenimiento de la postura mediante correcciones que anulen las variaciones de carácter exógeno o endógeno.
- García y Fernández (2002): el equilibrio corporal consiste en las modificaciones tónicas que los músculos y articulaciones elaboran a fin de garantizar la relación estable entre el eje corporal y eje de gravedad.

Por lo tanto el equilibrio es la capacidad que tiene un cuerpo para mantener sin riesgo de caerse una determinada posición, por medio de posturas que mantienen el centro de gravedad y la base de sustentación correctamente alineadas dando como resultado estabilidad. (Hoffman, 2010)

Para mantener un equilibrio corporal es necesario un conjunto de estructuras que funcionalmente trabajan en conjunto: sistema vestibular, sistema visual, sistema somato-sensorial y el medio ambiente. (Lázaro, 2009)

La musculatura débil y déficits sea de la propiocepción, de la amplitud o rango de movimiento afectan la capacidad para mantener el centro de gravedad sobre la base de sustentación del deportista, en otras palabras hacen perder el equilibrio. (Guskiewicz, 2009)

El equilibrio es el componente de mayor importancia que dictamina distintas estrategias de coordinación de movimiento en cadena cinética cerrada, la adquisición de estas estrategias eficaces para mantener el equilibrio, son de suma importancia en el rendimiento de un deportista. (Guskiewicz, 2009)

La mayor parte de actividades que se realizan diariamente sea caminar, subir gradas, alcanzar un objeto o aventar una pelota, requieren la posición estática de los pies con desplazamientos controlados del equilibrio principalmente si se quiere conseguir un buen resultado en dichas actividades, por tal razón el equilibrio debe ser considerado como equilibrio estático y equilibrio dinámico. El éxito de la consecución de estos se basa en la correcta interacción entre el medio ambiente y el cuerpo. (Guskiewicz, 2009)

2.1.1. Equilibrio estático

Es la capacidad que tiene un cuerpo de sostener una postura sin movimiento. Se logra a los reflejos de equilibrio, que son la respuesta de acciones propioceptivas. Este equilibrio es

obra de la contracción muscular sostenida o tono muscular. Cumplir esta función no es tarea fácil, ya que la base de sustentación es muy pequeña y el centro de gravedad del cuerpo está situado muy alto con relación a la base de sustentación. (Lázaro, 2009)

El cuerpo se encuentra en reposo, y está sometido únicamente a la acción de la gravedad. Por lo tanto exige el desarrollo de un complicado mecanismo neuromuscular en el que se integran y elaboran multitud de reflejos, especialmente tónicos. Todos los seres vivos se encuentran sometidos a la fuerza constante de la gravedad que los sujeta a la superficie de la tierra. (Fisiología del sistema del equilibrio, 2009)

2.1.2. Equilibrio dinámico

El equilibrio dinámico está asociado al movimiento, ya que cuando existe desplazamiento se debe ir modificando la postura sosteniendo en cada una de ellas una posición momentánea de equilibrio. El equilibrio dinámico es el fundamento del equilibrio estático. (Hoffman, 2010) La complejidad de este proceso se puede apreciar en el Anexo 2 (Guskiewicz, 2009)

(López, 1992) Distingue que dentro de este equilibrio existen dos tipos:

- **Reequilibrio:** Mantener la posición equilibrada del cuerpo, durante la actividad y recuperar la posición correcta equilibrada después de la acción motriz.
- **Equilibración:** Mantenimiento de actividades y acciones con objetos relacionados con nuestro cuerpo (equilibrar y transportar objetos con diferentes partes del cuerpo).

2.1.4 Equilibrio Post-movimiento

El equilibrio post movimiento es el que se adopta después de realizar un movimiento y que permite mantener una actitud equilibrada en posición estática después de una actitud dinámica, como puede ser una carrera seguida de una parada. (Fernández Inarte, 2001)

2.1.4.1 Equilibrio estable

Cuando se aplica una fuerza externa desestabilizadora sobre un cuerpo, obligándolo a recuperar su posición original de equilibrio se denomina equilibrio estable. (Lázaro, 2009)

Es decir que el equilibrio estable es la capacidad que tiene el cuerpo de volver al equilibrio una vez que se ha apartado de este.

2.1.4.2 Equilibrio inestable

Se denomina en este caso a equilibrio inestable cuando se produce el desplazamiento de un cuerpo producido por fuerzas desestabilizadoras, obligándolo a separarse de su posición de equilibrio inicial. (Hoffman, 2010)

2.2. Factores que condicionan el equilibrio

El equilibrio corporal se construye y desarrolla en base a las informaciones viso-espacial y vestibular. Un trastorno en el control del equilibrio, no sólo va a producir dificultades para la integración espacial, sino que va a condicionar en control postural. (Rodríguez, 2009)

Son muchos los factores que pueden condicionar el equilibrio, tanto factores extrínsecos como intrínsecos y factores patológicos.

2.2.1. Factores intrínsecos

2.2.1.1. Centro de gravedad.

Es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre las distintas masas de un cuerpo. Es decir es el punto donde se concentra la masa del cuerpo. (Llana Belloch, 2010)

Desde el punto de vista clínico si se separan los procesos sensitivos o motores del equilibrio se entiende que una persona está sufriendo una alteración del equilibrio y estabilidad porque los movimientos automáticos que se necesitan para que el centro de gravedad adopte equilibrio en su postura no se encuentran coordinados con eficacia. (Guskiewicz, 2009)

La postura del cuerpo con relación a la gravedad y lo que lo rodea se percibe mediante una combinación de aferencia visual, vestibular y somatosensorial. El equilibrio requiere también movimientos de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo que se controlan mediante movimientos coordinados en toda la cadena cinética para controlar el centro de gravedad. Anexo 3 (Guskiewicz, 2009)

2.2.1.2. Base de sustentación.

Se determina la base de sustentación por la superficie a la que se encuentra apoyado el cuerpo mediante la fuerza que circunscribe a las partes del cuerpo en contacto con la superficie, cabe recalcar que mientras mayor sea la base de sustentación mayor estabilidad tendrá el cuerpo. (Martín, 2004)

2.2.1.3. Proyección del centro de gravedad sobre la base de sustentación.

Desde el contexto biomecánico un cuerpo está en equilibrio cuando su centro de gravedad cae dentro de la base de sustentación. Si la línea de gravedad se sitúa fuera de esta base el cuerpo aumentará su inestabilidad y no volverá a ser estable hasta que dicha línea caiga de nuevo dentro de la base de sustentación. (Lázaro, 2009)

Un cuerpo tendrá mayor estabilidad mientras el centro de gravedad se sitúe lo más cerca posible de la base de sustentación, mientras más alejado estén estos dos componentes claves del equilibrio la estabilidad será cada vez menor.

El deportista para conseguir un equilibrio estable frente a la gravedad bloquea las rodillas en extensión para mantener el equilibrio estático, y flexiona las extremidades inferiores como preparación para un movimiento intencionado, como cuando se inicia la carrera. (Llana Belloch, 2010)

Para mantener el equilibrio durante los distintos movimientos del tronco o de las extremidades, es necesario que el movimiento voluntario vaya precedido de un movimiento contrario y anticipado que traslade la proyección al suelo del centro de gravedad dentro de la nueva base de sustentación que pretende utilizar.

Esto es por ejemplo, cuando pasamos de un apoyo con ambos pies al único apoyo de un solo pie, se produce una considerable reducción de la base de sustentación, de tal manera que el lugar donde se proyecta el centro de gravedad durante el apoyo bipodal queda fuera de la nueva base de sustentación, por lo que es necesario un conjunto de respuestas interactivas que aseguren el traslado del centro de gravedad de una base de sustentación a otra, las cuales incluyen movimientos articulares a distintos niveles junto a una acción anticipadora, con una gran capacidad de adaptación y que varía según la demanda funcional. (Martín, 2004)

2.2.1.3. Genero

Aunque existen diferencias en las condiciones que alteran el equilibrio entre hombres y mujeres podrían deberse también a factores como la altura, el peso, calzado, etc. No únicamente a la diferencia de género. (Vázquez, 2009)

2.2.1.4. Edad

2.2.1.4.1. Equilibrio en el niño

El niño por falta de estabilidad cuando está empezando a ponerse de pie y por ende a caminar, se inclina hacia atrás o hacia delante por lo tanto se cae con frecuencia por su falta de equilibrio. Para evitarlo separa sus piernas entre 15 y 20 cm, para obtener una base de sustentación más amplia. (Vázquez, 2009)

El niño a partir de los dos años puede progresivamente mantenerse sobre un apoyo durante unos segundos, puede golpear un balón y realizar desplazamientos múltiples. A partir de los tres años consigue mantener el equilibrio en posición estático durante 3 o 4 segundos, apoyándose con un sólo pie, y consigue marchar sobre líneas

marcadas en el suelo. A los cuatro años ya es capaz de caminar sobre líneas curvas marcadas en el suelo. A partir de los 5 años, el niño va mostrando los ajustes necesarios que le permiten las acciones en equilibrio tanto estático como en dinámico. Y a los 6 años consigue mantener el equilibrio estático con los ojos cerrados.

2.2.1.4.2. Equilibrio en el adulto mayor

En el adulto mayor se producen cambios, algunos debido al propio envejecimiento y otros a patologías subyacentes en personas de edad avanzada, que se deben a distintos factores como disfunciones sensoriales (disminución de visión y audición, alteraciones de la propiocepción), alteraciones cognitivas (demencias), alteraciones neurológicas, patología articular, etc. Por lo tanto son frecuentes las alteraciones del equilibrio y las caídas. (Vázquez, 2009)

2.2.1.5. Estado físico

El estado físico también introduce modificaciones en el equilibrio pues obliga a la persona a que el gasto de energía sea mínimo.

Cuando una persona está mucho tiempo en cama separa más las piernas al estar en bipedestación o al caminar pues se sienten inseguros, así mismo los jugadores cuando no tienen el estado físico adecuado, y si bien es cierto no se da tanto en jugadores profesionales pero en jugadores amateurs sí les cuesta más apoyarse sobre un solo miembro inferior por fatiga muscular, lo que hace que el resto del juego lo hagan con inseguridad y falta de equilibrio predisponiendo a lesiones. (Vázquez, 2009)

2.2.1.6. Peso

El peso influye en las fuerzas que se ejercen en las articulaciones de los miembros inferiores sobre el suelo, entonces las personas con sobre peso y las mujeres embarazadas tienen su centro de gravedad desplazado hacia delante y presentan hiperlordosis lumbar. Esto conlleva a evitar los desplazamientos laterales que representa falta de estabilidad y a su vez falta de equilibrio.

2.2.1.7. Talla

La estatura, y principalmente la longitud de los miembros inferiores, son condiciones para tener mayor o menor equilibrio. Las personas de menor estatura, tienen mayor

acoplamiento con el suelo y no necesitan una base de sustentación tan amplia como una persona de gran estatura.

2.2.2. Factores extrínsecos

2.2.2.1. Naturaleza del suelo

Parquet, alfombra, una calle empedrada, arena, subida y bajada de pendientes, etc. Son solo pocas clases de terreno por el cual el ser humano se desplaza y en cada una de ellas lo hace de manera distinta y más aún si el desplazamiento que se lleva a cabo es en actividades deportivas. (Vázquez, 2009)

Se ha observado que los impactos que tienen las articulaciones de los miembros inferiores sobre el suelo aumentan cuando se camina sobre pavimento o asfalto que es de un material duro, al aumentar el impacto el cuerpo tiene mayor estabilidad, mientras que cuando el sujeto camina sobre suelos naturales como madera, hierba o arena el impacto disminuye y al mismo tiempo la estabilidad, este impacto sobre el suelo es una condición que altera el equilibrio. (Vázquez, 2009)

2.2.2.2. Calzado

Según Collado Vásquez (2009) el calzado ideal tiene la función de amortiguar los impactos que tienen las articulaciones de los miembros inferiores con respecto al suelo, controlar los movimientos del pie, proporcionar una adecuada sujeción del pie y al mismo tiempo permitir movimientos de los dedos optimizando la relación pie-suelo (adaptación, adhesividad), cuando el sujeto camina o cuando lleva a cabo una actividad deportiva.

Las características del calzado que más influyen en la marcha son:

2.2.2.2.1. Tacones

Cuando hay presencia de tacón, la altura y anchura del mismo influyen en el equilibrio.

Las mujeres presentan más alteraciones y patologías asociadas al hecho de utilizar calzado, principalmente por el empleo de zapatos de tacón alto. El calzado femenino viene definido por una serie de normas sociales y estéticas, y las repercusiones

que este calzado pueda tener sobre la salud de la mujer siempre han quedado en un segundo plano. (Vázquez, 2009)

Los tacones altos disminuyen la longitud del paso y la velocidad, la fase de apoyo es menor con el pie descalzo que con el pie calzado y esa duración aumenta cuanto mayor es el tacón; se pretende conseguir una mayor estabilidad que resulta menor cuanto más alto es el tacón.

En la deambulación con tacones altos las rodillas se mantienen flexionadas y avanzan mediante sucesivas torsiones lumbares. La pequeña superficie del tacón constituye un apoyo muy inestable. (Vázquez, 2009)

2.2.2.2.3. Material

El material con que está fabricado el calzado tiene también gran importancia en la práctica deportiva. En el campo del deporte los materiales más empleados se basan en disminuir el peso, pero aun así dan la firmeza y resistencia y confort al deportista.

En deportes como el fútbol debe facilitar movimientos como conducción del pie, manteniendo el control y golpe de balón de forma adecuada para evitar lesiones, por ello se han de emplear en la fabricación de las suelas materiales ligeros y con gran capacidad de absorción. (Vázquez, 2009)

El material en el deporte debe ser adecuado para el tipo de superficie en el que se va a practicar el deporte, si el material no es el correcto la estabilidad decae y no solamente el deportista no va a rendir sino que será propenso a lesiones. Por ejemplo si en parquet un futbolista juega con zapatos que no son de goma y se adhieran a la superficie, pasará todo el partido resbalando.

2.2.2.2.4. Control de movimientos

Es preciso que el pie pueda moverse dentro del zapato pero que a la vez esté sujeto. Suelen emplearse contrafuertes que permiten cierto control y sujeción del tobillo. En el caso de los futbolistas estos contrafuertes son de gran importancia en la amortiguación, flexibilidad y facilidad del control del balón.

Si estas condiciones no se cumplen a cabalidad el sujeto no se mantendrá del todo estable, es tan importante que los deportistas de elite han llegado a tener su propia

marca de zapatos diseñada específicamente para sus condiciones deportivas para evitar que eso afecte en su rendimiento y más importante aún que esto sea un motivo para lesiones. (Vázquez, 2009)

2.2.3. Factores patológicos

El equilibrio puede verse modificado por alteraciones transitorias o permanentes, locales o generales, de origen traumático, infeccioso, tumoral, neurológico, genético, etc.

Se describen patrones que son característicos en determinadas patologías estos patrones hacen que el equilibrio se vea afectado por las compensaciones que tiene el cuerpo por respuesta ante tales patologías, como por ejemplo patrones en el hemipléjico, los patrones del parkinsoniano, los patrones en tijeras de la parálisis cerebral dipléjica, los patrones en estrella del atáxico, los patrones del saltarín del atetósico, etc. Es decir las alteraciones del equilibrio pueden ser causadas por enfermedades o lesiones de cualquier estructura del sistema nervioso central, interviniendo en las fases de procesamiento de información como son: aferencias somatosensitivas, visuales y vestibulares, integración motora y sensitiva, y eferencia motora. (Mark Dutton, 2015)

2.3. Información corporal sobre el equilibrio:

El cuerpo humano al caminar trotar o correr trata de mantenerse en equilibrio, como vimos anteriormente hay algunos factores que lo condicionan pero no son solamente estos los que intervienen en la estabilidad corporal o equilibrio sino también varios factores fisiológicos dados a conocer como la información corporal sobre el equilibrio, a continuación se detallan los más destacados. (Martín, 2004)

2.3.1. Propiocepción.

Existen sensores propioceptivos en los músculos, tendones, y articulaciones sensibles a movimiento o presión. Estos ayudan al cerebro a saber cómo los pies y piernas están posicionados con respecto a la superficie, y cómo la cabeza está posicionada con respecto al pecho y hombros. (Hoffman, 2010)

Según Ukar y Ergen (2008) la propiocepción se relaciona con la sensación de mecanorreceptores que comprende el sentido del tacto y de la posición abarcando dos aspectos del sentido de posición:

- El sentido estático aporta orientación consciente de una parte del cuerpo respecto a la otra.
- El sentido dinámico que aporta al sistema neuromotor información retrograda sobre la dirección y la velocidad del movimiento. Así, la propiocepción es un proceso neuromuscular que implica información aferente y eferente que permite al cuerpo mantener la estabilidad y la orientación durante actividades estáticas y dinámicas.

La propiocepción contiene dos niveles:

- La propiocepción consciente es una función articular para las actividades y tareas laborales.
- La propiocepción inconsciente tiene como función la estabilización refleja de las articulaciones mediante los receptores musculares, siendo esta necesaria para los deportistas. (Ulkar, 2008)

El sistema propioceptivo produce una estabilidad articular dinámica, que vendría a ser la capacidad que tiene el cuerpo para activar los músculos, para dar estabilidad a la articulación mediante los estabilizadores mecánicos, así también la programación cognitiva interviene en el control neuromuscular en que están implicados: la corteza motora los ganglios basales y el cerebelo por lo tanto estos sistemas son movimientos voluntarios que realiza el deportista, pero la retroregulación propioceptiva actúa de una manera inconsciente, entonces entrenar estas cualidades es importante para la prevención de lesiones deportivas al igual que para rehabilitar lesiones deportivas. (Ulkar, 2008)

Otro beneficio de entrenar la propiocepción, es que el deportista elimina los reflejos básicos incorrectos para mejorar la respuesta los estímulos facilitadores. Por lo tanto ante una situación inesperada como un empujón en el cual pueda perder el equilibrio, estos estímulos ayuden a recuperar la postura y no a provocar un mayor desequilibrio. (Ruiz, 2004)

2.3.2. Oído interno.

Los órganos de equilibrio en el oído interno mandan información al cerebro acerca de los movimientos y posición de la cabeza. Se encuentran tres canales semicirculares en cada oído, y estos sienten cuando la cabeza se mueve y ayudan a mantener la vista enfocada. En cada oído se encuentran el sáculo y el utrículo, mandan información al cerebro cuando la cabeza está en movimiento directo (como cuando viaja en automóvil o sube y baja en un

elevador), y sienten aun cuando la cabeza se encuentra en posición fija (viendo hacia arriba o inclinada). (Hoffman, 2010)

Es decir la aceleración rotatoria es captada por los Conductos Semicirculares mientras que la aceleración lineal horizontal es captada por el Utrículo y la aceleración lineal vertical va a ser censada por el Sáculo. (Martín, 2004)

2.3.3. Vista.

El equilibrio viene dado por función de la vista por la información resultante de la ubicación postural en tiempo y espacio al enviar los datos a un lóbulo del cerebro y a la corteza cerebral encargados de regular el tono de los movimientos según la información sensorial recibida. (Hoffman, 2010)

La vista le permite ver dónde se encuentra su cabeza y cuerpo en relación al mundo alrededor suyo. También le ayuda a sentir movimiento ente usted y su entorno. (Hoffman, 2010)

Las aferencias somatosensoriales se encargan de dar información sobre la orientación al cuerpo entre sí con relación a la superficie de sustentación. La visión se encarga de medir la

orientación de los ojos y de la cabeza con relación a los objetos que rodean el cuerpo a su vez la conservación del equilibrio, por ejemplo si se cierra los ojos sobre una superficie estable se crea un incremento mínimo de balanceo en personas sanas, pero si esta aferencia es interrumpida por una lesión ligamentaria, al cerrar los ojos incrementara significativamente el balanceo, es decir la visión con respecto al equilibrio es de mayor importancia aun si la persona esta lesionada. (Guskiewicz, 2009)

2.4. Evaluación del equilibrio

Se evalúa la capacidad de equilibrio de personas mediante la utilización de una plataforma dinamométrica que combina al mismo tiempo una prueba dinámica (marcha) y una prueba estática (posturografía). El análisis del desplazamiento del centro de presiones, estrategia de mantenimiento del equilibrio (rodilla/cadera), capacidad de marcha y estudio de fuerzas medio laterales, dan información significativa sobre la capacidad de mantenimiento del equilibrio del deportista, se pueden distinguir patologías músculo-esquelética cervical o vestibular evaluando el equilibrio. (Moya, 2009)

Cuando ha existido una lesión previa al entrenamiento del equilibrio es probable que el deportista tenga desplazamientos compensatorios del peso y cambios en la marcha de la cadena cinética que han generado deficiencias en el equilibrio, estas deficiencias se pueden detectar mediante el uso de pruebas de evaluación funcional con instrumentación

computarizada que nos brinda la plataforma dinamométrica para evaluar el equilibrio.
(Guskiewicz, 2009)

Existen varios mecanismos para la evaluación del equilibrio, entre los más usados tenemos:

- Test de Lowa Brace: Apoyando sobre un pie, con brazos extendidos. Se balancea el tronco adelante el tiempo que se eleva por detrás la pierna libre hasta que ambos quedan paralelos al suelo. Se trata de resistir sobre esta posición durante 10 segundos.
- Test de equilibrio flamenco: Durante un minuto debe mantenerse en una posición equilibrada. La posición es de pie sobre una barra de 3 cm de ancho, flexionar una rodilla para cogerse el pie con la mano, quedándose en equilibrio con el otro pie
- Test de Tinetti: Se trata de una escala heteroadministrada que consta de 22 ítems, dividida en dos sub escalas: equilibrio estático y equilibrio durante la marcha. Tener 3 o más anomalías se correlaciona con personas de mayor edad que

realizan menor ejercicio físico y que tienen mayores antecedentes de caídas.

(Tinetti, 1986) Anexo 1

El valor máximo del test de Tinetti es de 28 puntos (16 como valor máximo en equilibrio estático y 12 puntos como valor máximo del equilibrio dinámico, cuanto mayor sea el valor menor será el equilibrio).

A lo largo de la historia se han propuesto varios métodos para evaluar el equilibrio dentro del marco clínico y muchas técnicas han sido criticadas por medir cualitativamente (subjetivamente) o cuantitativamente (objetiva) por lo que en este estudio analizaremos ambos sistemas de evaluación del equilibrio. (Guskiewicz, 2009)

2.4.1. Evaluación subjetiva.

Una prueba subjetiva de las más conocidas y que se ha venido practicando a mediados de los años 80 es la prueba de Romberg que se considera es una evaluación cualitativa del equilibrio estático que consiste en que el paciente en bipedestación con los pies juntos, los brazos a los lados y los ojos cerrados en la que la persona puede estar de pie y quieto en esa postura y cualquier tendencia en ir hacia los lados en balanceo o caída lateral son signos positivos de Romberg que consiste en pérdida de la propiocepción. (Guskiewicz, 2009)

Una prueba más recomendada que la de Romberg es el Sistema de cuantificación de fallos del equilibrio o BESS por sus siglas en inglés. Se adoptan tres posturas diferentes en pie (bipedestación, monopedestación y bipedestación con pies en línea) Anexo 4, se la realiza dos veces, la primera sobre una superficie firme y la otra sobre una superficie media, los deportistas deben adoptar las posiciones con las manos en las crestas iliacas y con los ojos cerrados, la prueba dura 20 segundos. Durante las posturas en monopedestación, se pide a los deportistas que mantengan la extremidad contralateral en 20 a 30 grados de flexión coxal y 40 a 50 grados de flexión genicular. El deportista que se mantenga lo más quieto y reposado posible manteniendo la postura, sin abrir los ojos ni levantar las manos de las crestas iliacas, estas pruebas se practican sobre el pie no dominante. El pie se coloca detrás del contralateral en las posturas en línea, se le pide al sujeto que si pierde el equilibrio realice lo necesario para no caer y continuar con la postura de la prueba lo más pronto posible. Se puntúa sumando un punto por cada error cometido en la tabla, si el deportista no logra mantener la postura más de 5 segundos durante todo el periodo de 20 segundos de la prueba los ensayos se consideran incompletos. Se asigna 10 posibles puntos de error, y cuanto más alto es el resultado peor es el equilibrio. (Guskiewicz, 2009)

Para evaluar el equilibrio dinámico y semidinámico se lo realiza mediante pruebas funcionales como: estirarse y alcanzar objetos, pruebas sincronizadas de agilidad, prueba de saltos con los pies juntos, patadas cronometradas con banda elástica y deambulación cronometrada sobre la barra de equilibrio con los ojos cerrados y abiertos. El principal objetivo de estas pruebas es ir disminuyendo el tamaño de la base de sustentación con la

finalidad de determinar la capacidad del deportista de mantenerse con una postura erguida controlada durante el movimiento. Estas pruebas no cuantifican adecuadamente el equilibrio ya que solo informan el tiempo que permanece en concreto una postura por lo que también veremos pruebas cuantificables. (Guskiewicz, 2009)

2.4.2. Evaluación objetiva.

La tecnología moderna ha brindado sistemas de cuantificación al momento de evaluar el equilibrio inclusive de entrenar el equilibrio estático y dinámico. Así es posible evaluar deportistas e identificar posibles anomalías que se podrían asociar con lesiones, a su vez aislar posibles sistemas afectados, entonces desarrollar curvas de recuperación basadas en medidas cuantitativas que permiten determinar la la vuelta a la actividad y entrenar al deportista. (Guskiewicz, 2009)

Las plataformas dinamométricas como la que se usó para este estudio son sensibles a la presión y con la superficie de contacto conectada a un ordenador; la plataforma es una superficie lisa y rígida con tres o más puntos independientes para medir la presión, cuando el deportista se pone de pie sobre la plataforma sensible a la presión, se calcula la posición del centro de las fuerzas verticales ejercidas sobre la plataforma. Los movimientos del centro de fuerza vertical proporcionan una medida indirecta a la actividad de balanceo. Este sistema

brinda posibilidades diagnósticas y de entrenamiento que vuelven más sencilla la interpretación de los resultados. (Guskiewicz, 2009)

Idealmente, las plataformas evalúan tres aspectos: la estabilidad estática, la estabilidad dinámica y la simetría.

2.4.2.1 Estabilidad estática

Se entiende como estabilidad estática a la capacidad que tiene un cuerpo de mantenerse lo más quieto posible.

2.4.2.2 Estabilidad dinámica

Por lo general a la estabilidad dinámica se la define como la capacidad para transmitir la proyección vertical del centro de gravedad sobre la base estática de sustentación. Se considera una medida de percepción de los límites seguros de la estabilidad ya que el objetivo es inclinarse para alcanzar objetos lo más lejos posible sin perder el equilibrio.

Algunos fabricantes miden la estabilidad dinámica evaluando la respuesta ortostática a perturbaciones externas de una plataforma móvil en una de cuatro direcciones posibles, según Kevin Guskiewicz son: bascular con los dedos de los pies hacia abajo, desplazamiento antero-posterior y desplazamiento medial-lateral, esta perturbación es imprescindible en algunos sistemas y está determinada por la posición y el balanceo del deportista, en tales casos se puede determinar la reacción de la persona.

2.4.2.3 Simetría

Se entiende por simetría a la capacidad que tiene el cuerpo para dar distribución por igual del peso sobre ambos pies en una postura erguida, así se evalúan también el centro de presión, el centro de equilibrio y el centro de fuerza.

2.5. Equilibrio en la actividad física.

Toda actividad física requiere de coordinación y equilibrio, en un deporte de contacto como el fútbol el equilibrio es de mayor importancia debido a que todo el tiempo el cuerpo y su posición están en constante movimiento no solamente por cambios de dirección sino por fuerzas externas provenientes de otros jugadores. (Llana Belloch, 2010)

Por otro lado el equilibrio en el fútbol también va ser modificado por el terreno de juego porque siempre una cancha de césped presenta irregularidades, el tipo de calzado presenta pupos en la planta por lo que la superficie de apoyo puede ser modificada (Llana Belloch, 2010)

Por tal motivo un futbolista que esté en competición ya sea amateur o profesional necesita tener una coordinación y equilibrio dada por entrenamiento ya que de esta forma se condicionan los músculos de los miembros inferiores para que resistan todas las condiciones adversas que se pueden presentar en un campo de juego. (Olmedilla Zafra & Andreu Álvarez, 2006)

2.6. Entrenamiento del equilibrio

Para entrenar el equilibrio el preparador físico, entrenador físico o en este caso el rehabilitador físico debe tener un pleno conocimiento sobre el sistema de control ortostático y sus respectivos componentes, la conservación del equilibrio ortostático implica: la detección sensorial de los movimientos corporales, la integración de la información sensitiva y motriz en el sistema nervioso central y la ejecución de respuestas musculo esqueléticas apropiadas. (Guskiewicz, 2009)

En este estudio se verá dos tipos de entrenamiento de equilibrio, entrenamiento sobre la plataforma dinamométrica, que incorpora tres programas principales que son el hacer rodar la bola Anexo 5, salto con la cuerda Anexo 6 y manejar el bote Anexo 7, y el entrenamiento tradicional de equilibrio mediante el uso de equipo fisioterapéutico como: bosu, tabla de balanceo, cama elástica, etc.

El entrenamiento del equilibrio de la manera tradicional como se conoce, se debe practicar sobre áreas amplias donde el deportista al tener riesgo de caerse no se haga daño por lo que también se debe implementar ayudas para que el deportista pueda sostenerse si lo necesita como: una pared, paralelas o barandillas, una silla, etc. (Guskiewicz, 2009)

2.6.1. Primera fase.

En la primera fase se debe iniciar con ejercicios de equilibrio estático, aunque no permanezca el deportista totalmente estático debido a que siempre el deportista debe corregir su postura mediante pequeños movimientos en el tren inferior, es decir: tobillos, rodillas y cadera, así también ligeros movimientos en los brazos y contracciones en el tronco.

A medida que el deportista va mejorando su rendimiento en el entrenamiento del equilibrio estático en esta primera fase se recomienda que se empiece a trabajar de la misma

manera pero ahora con los ojos cerrados para que sea el sistema somato sensitivo el que trabaje en el equilibrio. (Guskiewicz, 2009)

Conforme el deportista progresa su entrenamiento del equilibrio estático sobre una superficie, se cambia la superficie, es decir que al inicio se trabaja con ambos miembros y sobre superficies firmes que se va cambiando a superficies cada vez más inestables y en monopdestación conforme el entrenamiento avanza. Además al entrenamiento se puede incluir el dar empujones suaves en los hombros, espalda o pecho para que el futbolista realice mayor esfuerzo en mantener el equilibrio. Estos ejercicios son el primer paso para recuperar la percepción propioceptiva, la estabilización refleja y la orientación ortostática. (Guskiewicz, 2009)

2.6.2. Segunda fase.

La segunda fase es considerada de transición, entre el entrenamiento del equilibrio estático y el dinámico, el equilibrio dinámico es de vital importancia para el futbolista ya que entre sus actividades están: saltar, correr, hacer regates o fintas, etc. Estas actividades en el deportista requieren que se pierda y se recupere el equilibrio constantemente durante la actividad física sin caer y menos aún lesionarse. (Guskiewicz, 2009)

Estos ejercicios comprenden perturbaciones del centro de gravedad con respecto a la base de sustentación, en el entrenamiento del equilibrio semidinámico el deportista deberá recuperar y estabilizar el centro de gravedad sobre la base de sustentación repetidamente durante el ejercicio, estos ejercicios se lo realizan comúnmente en monopdestacion, bipedestación y transfiriendo el peso de una extremidad a otra. (Guskiewicz, 2009)

En esta fase el deportista está capacitado para desarrollar ejercicios en superficies más exigentes como en un bosu Anexo 8 en el que se pueden practicar sentadillas en bipedestación en la burbuja con la cara hacia abajo Anexo 9, así también rotaciones en monopdestación sobre la burbuja con la cara hacia arriba Anexo 10, durante esta fase también se puede implementar pruebas más exigentes como hacer patadas con TheraBand en monopdestación rotando una extremidad a otra realizando 4 series, uno con cada movimiento posible de patada (flexión, extensión, abducción y aducción de cadera) con el número de repeticiones que el deportista soporte y aumentando cada vez según el deportista lo permita. Anexo 11 (Guskiewicz, 2009)

2.6.3. Tercera fase.

Una vez que se han completado los ejercicios de la segunda fase el deportista estará listo para empezar a realizar ejercicios más dinámicos y funcionales, es decir en esta fase el

deportista debe pasar de actividades lentas a rápidas, de actividades de poca fuerza a actividades de mucha fuerza y de actividades controladas a actividades no controladas enfocándose cada vez más a la actividad que el deportista realiza. (Guskiewicz, 2009)

En esta fase se implementan saltos, pueden ser: laterales, bilaterales, en diagonal, en bipedestación, en monopedestación, se inicia generalmente trazando una cruz sobre una superficie firme y se pide al deportista que realice los saltos de las maneras mencionadas primero en bipedestación y luego en monopedestación, a medida que el deportista va dominando estos saltos se pasara a hacer lo mismos saltos pero esta vez sobre un cajón de la misma manera antes mencionada. (Guskiewicz, 2009)

2.7. Plataforma dinamométrica

Las plataformas son sistemas que analizan el movimiento, estas permiten medir las fuerzas externas que el pie ejerce sobre el suelo en la marcha, la carrera o el salto. Estas plataformas se basan en el principio de acción-reacción o la tercera ley de Newton; se obtiene el valor de una fuerza ejercida sobre una superficie al hallar la fuerza que origina, con la misma magnitud pero de sentido contrario. Cuando se aplica una fuerza sobre la plataforma, esta produce una señal eléctrica, que es proporcional a la fuerza aplicada y se proyecta en los tres ejes del espacio.

Según Collado Vásquez (2009) Una plataforma dinamométrica es una superficie plana cuyo desplazamiento, debido a una fuerza, se puede medir. La plataforma ha de ser rígida, para que su desplazamiento resulte imperceptible a la persona que camina sobre dicha plataforma, y para medir estos desplazamientos mínimos las plataformas deben estar equipadas con sensores (galgas extensiométricas, cristales piezoeléctricos) conectados a un sistema electrónico de amplificación y registro.

Al ejercer presión sobre la plataforma se produce tensión sobre las columnas que la soportan y esto origina cambios sobre las galgas. La medición de esos cambios se utiliza para obtener la fuerza resultante y sus tres componentes espaciales. También se puede determinar el punto de aplicación de dicha fuerza en cada momento del apoyo. (Vázquez, 2009)

Los ejercicios de entrenamiento de equilibrio con la plataforma dinamométrica aumentan la percepción de la localización del centro de gravedad cuando el deportista se encuentra haciendo alguna maniobra en el deporte que se la considera inestable, (Vázquez, 2009) lo cual ayuda a aumentar la fuerza del tobillo en cadena cinética cerrada, por lo tanto también aumenta la sensibilidad de los husos musculares aumentando a su vez la aferencia propioceptiva a la medula espinal, lo cual puede compensar el déficit de la aferencia articular (Guskiewicz, 2009)

La plataforma “Gamma” dinamométrica utilizada en este estudio fue desarrollada por “AC International East” Anexo12, es una moderna plataforma de dos placas Anexo13, que se

la utiliza mundialmente en pacientes neurológicos, ortopédicos, pacientes con alteración del equilibrio y coordinación, posee una ventaja adicional de tener libre configuración de las placas lo que permite entrenar atletas en cualquier deporte, el software de la plataforma coopera de tal manera que el deportista esta consiente de los desafíos y de los avances obtenidos a lo largo del entrenamiento aumentando su motivación para seguir entrenando.

Además la plataforma Gamma tiene como funciones:

- Analizar las cargas de la redistribución en el eje vertical
- La medición de la carga dinámica y estática
- La evaluación del equilibrio
- La medición de la fuerza, velocidad y aceleración.
- Permite amplitud de capacidades de análisis de los datos.
- La adaptación de dificultad en los ejercicios de acuerdo a las necesidades de cada uno de los deportistas.

HIPÓTESIS

El entrenamiento mediante plataforma dinamométrica ayuda significativamente a mejorar la fuerza de reacción, velocidad, potencia, aceleración, desplazamiento del centro de gravedad y el equilibrio del deportista.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnica de Información	Instrumento	Fuente de información
Tipo de entrenamiento	La manera en el cual se desarrollaron los ejercicios.		Plataforma Sin plataforma	Nominal		Ficha deportiva	Primaria
Variable dependiente	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnica de Información	Instrumento	Fuente de información
Posición	Lugar en el que se ubica el futbolista dentro del campo de juego	Arquero, defensas, medios, delanteros	Portero, zaguero central, carrilero, volante y delantero	Ordinal	Cuestionario	Ficha deportiva	Primaria
Edad	Edad cronológica de la persona al día que se realizó el estudio según su cedula de	Rangos de Edades de 9 años	Años	Razón	Cuestionario	Ficha deportiva	Primaria

	identidad.						
Estatura	Designa la altura de la persona		Centímetros	Continua	Cuestionario	Ficha deportiva	Primaria
Peso	El volumen de la masa del cuerpo		Kilos	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Primaria
Lateralidad	Predominio funcional natural de un lado del cuerpo sobre el otro	Izquierda y derecha	Derecho, zurdo	Razón	Cuestionario	Ficha deportiva	Primaria
Equilibrio	La capacidad de mantener una determinada posición sin caerse		Metros/cm2	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Observación

Fuerza de reacción	La magnitud que mide la intensidad aplicada antes de realizar un salto vertical		Newtons	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Observación
Velocidad	La magnitud que expresa el desplazamiento de un lugar a otro en función del tiempo		Metros sobre segundos	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Observación
Potencia	La capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo por unidad de tiempo		Watts	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Observación
Aceleración	La variación de la velocidad en unidad de tiempo		Metros sobre segundo al cuadrado	Continua	Plataforma dinamométrica	Plataforma dinamométrica	Observación

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

El entrenamiento del equilibrio se realizó en un total de 30 futbolistas miembros del equipo del futbol de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador de la ciudad de Quito,

3.1.1 Datos generales

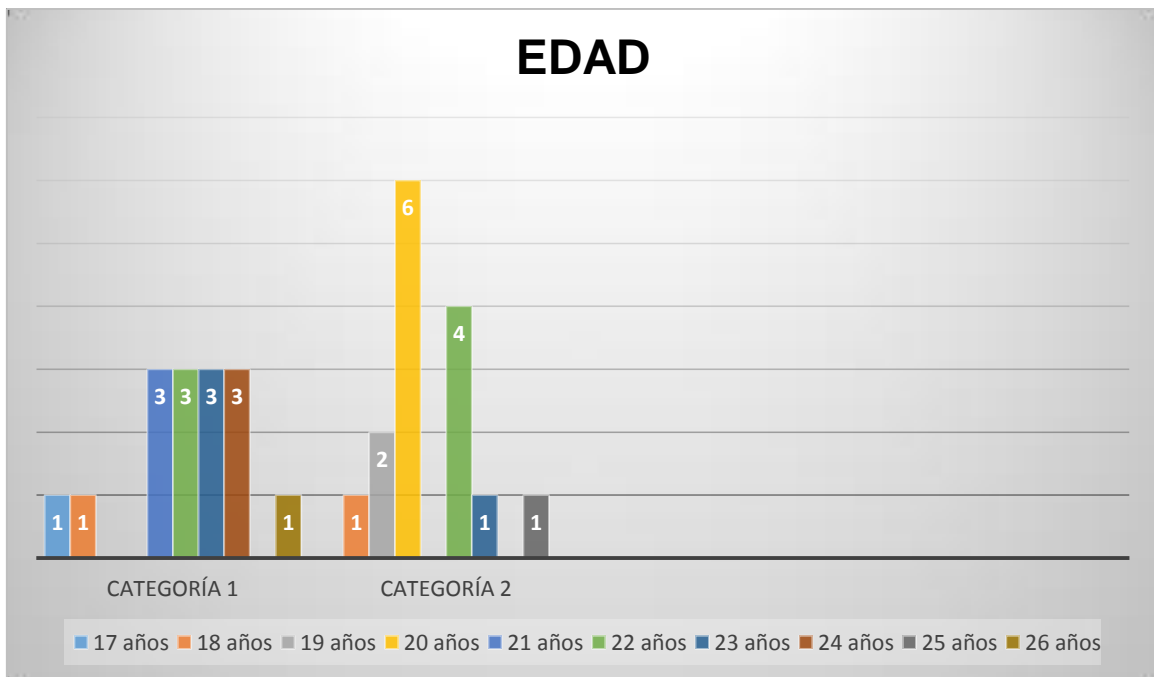


Ilustración 1

La muestra de 30 futbolistas comprende edades desde los 17 hasta los 26 años, de la selección de fútbol de la Universidad Católica con predominio de edad de 22 años con un total 7 chicos que representan el 23,33% de la muestra total de futbolistas.

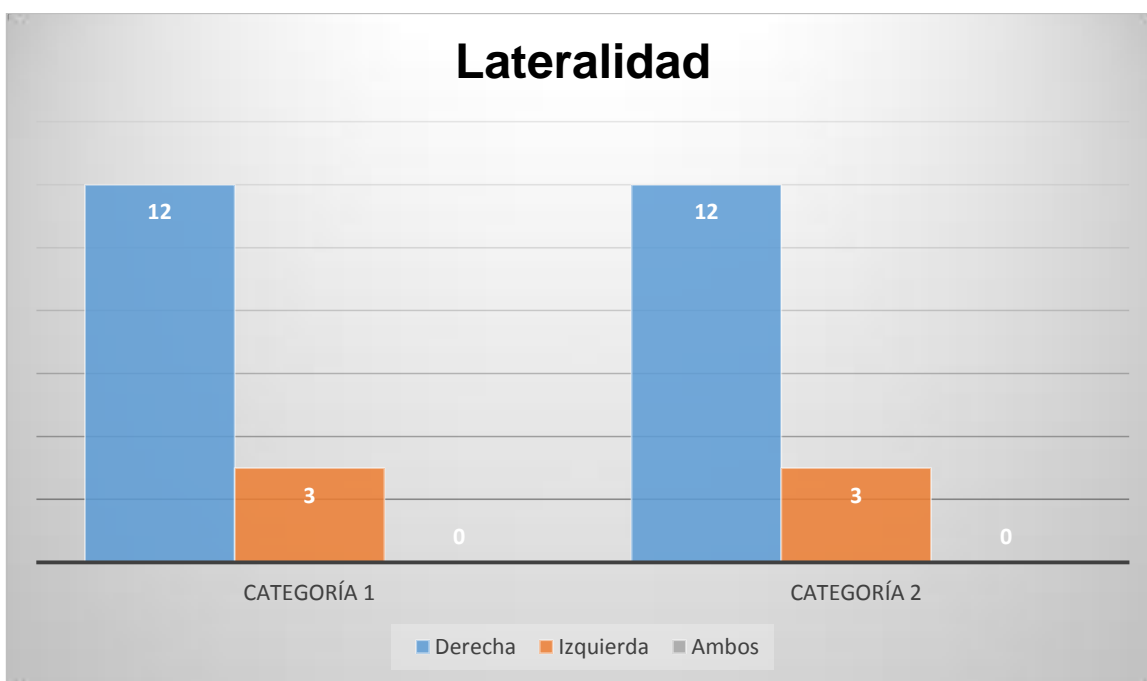


Ilustración 2

La lateralidad predominante es la derecha con un total de 24 chicos que representa el 80% de la muestra total, se conoce que para lograr una correcta reeducación de hábitos se debe centrar en la parte sicomotriz del individuo. Es por eso que es fundamental observar la destreza motriz en base a su lateralidad.

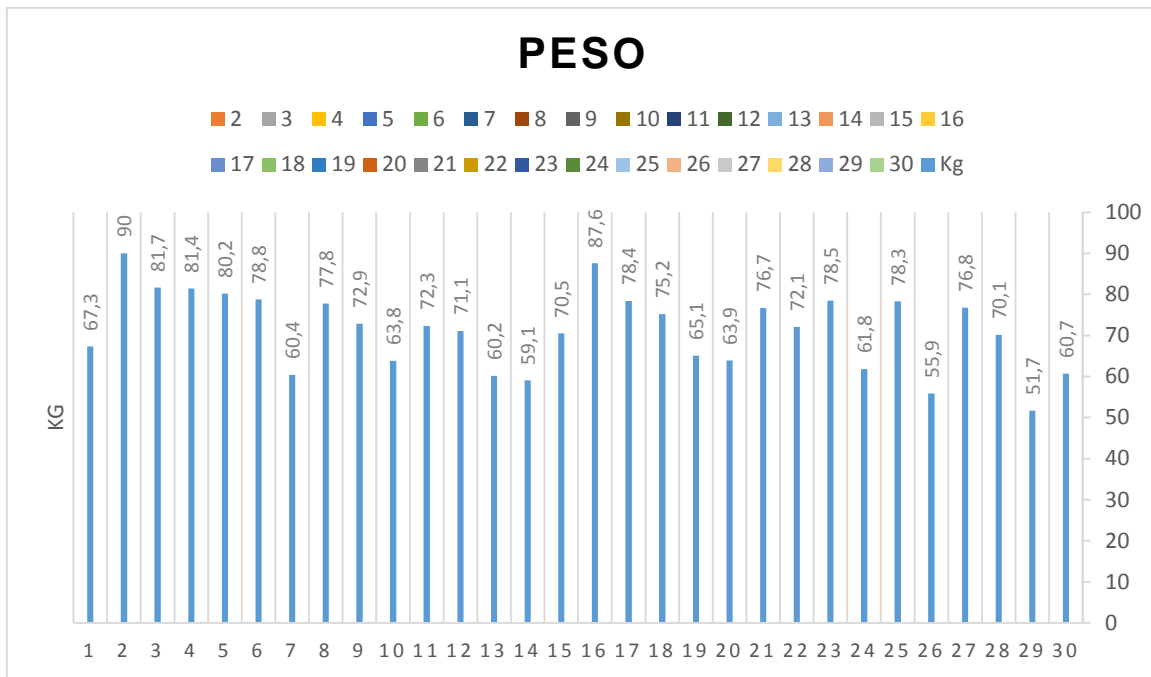


Ilustración 3

El peso promedio es de 71,34kg, 3 futbolistas pesan entre 50 y 60 kg, 8 futbolistas pesan entre 60 y 70 kg, 14 pesan entre 70 y 80kg y 5 futbolistas pesan entre 80 y 90 kg, siendo el peso predominante entre 70 y 80 kg representando el 46,66% del total de futbolistas.

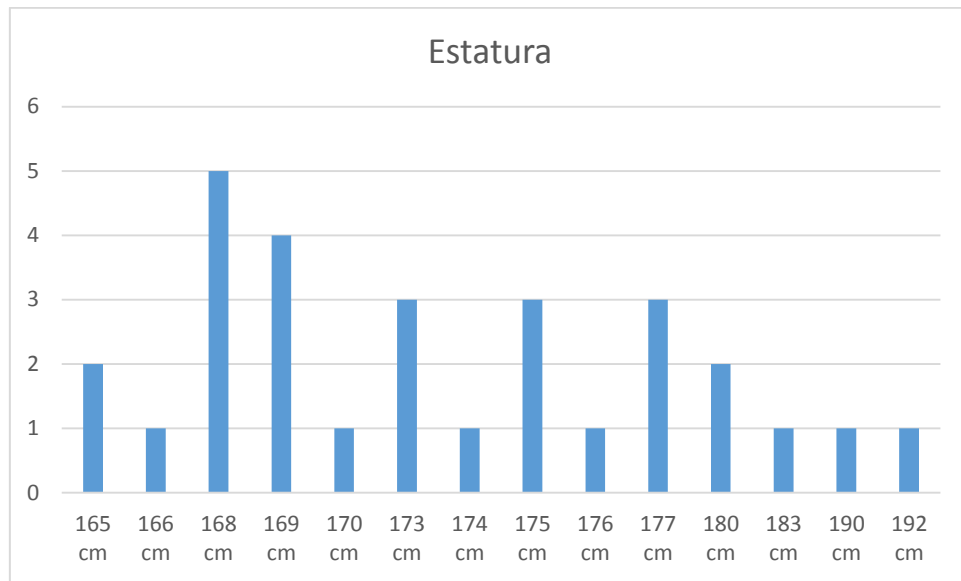


Ilustración 4

La estatura promedio es de 173,56kg, 12 futbolistas miden entre 165 y 169 cm, 12 futbolistas miden entre 170 y 179 cm, y 6 miden entre 180 y 192 cm teniendo 5 futbolistas la estatura predominante de 168 cm representando el 16,66% del total de futbolistas.

EQUILIBRIO

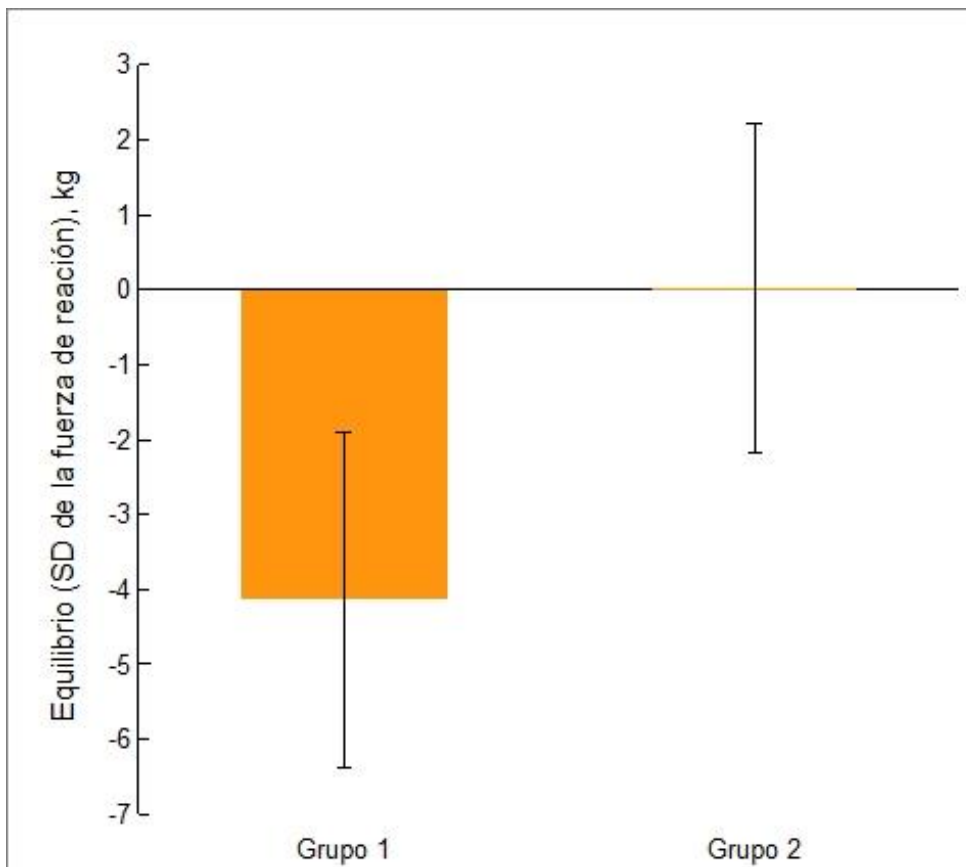


Ilustración 5

Se observó en el gráfico de "equilibrio" menores valores de SD (desviación estándar) que corresponden a menor varianza de la proyección de la posición del centro de gravedad a la plataforma en el plano frontal. Por lo tanto, menores valores de SD corresponden a mejor estabilidad los que entrenaron con la plataforma que los que entrenaron sin la plataforma. La diferencia entre la disminución de la varianza no fue estadísticamente significativa. P . ajustado (Holm) = 0.429.

DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD

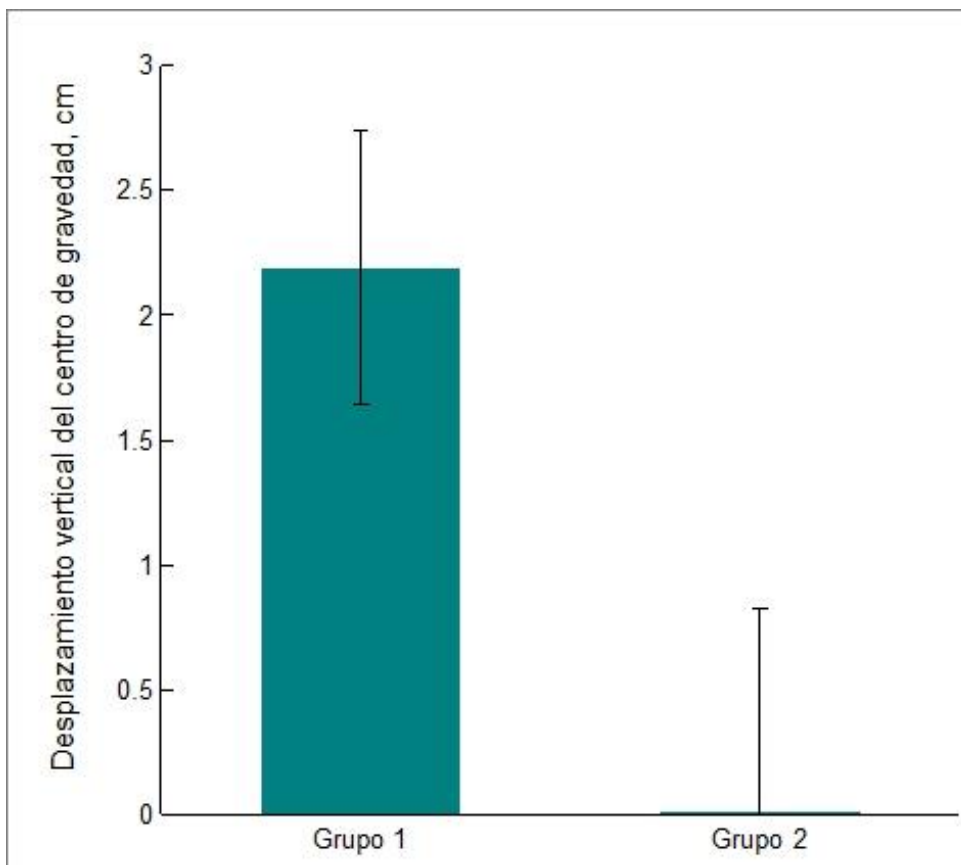


Ilustración 6

Se observó un aumento de 2 centímetros del desplazamiento vertical del centro de gravedad después de realizar ejercicios en la plataforma durante un mes por cinco días a la semana mientras que después de realizar ejercicios sin la plataforma hubo un aumento del 0.01 centímetros igualmente durante un mes por cinco días a la semana. La diferencia entre el aumento del desplazamiento no fue estadísticamente significativa. P . ajustado (Holm) = 0.086.

POTENCIA

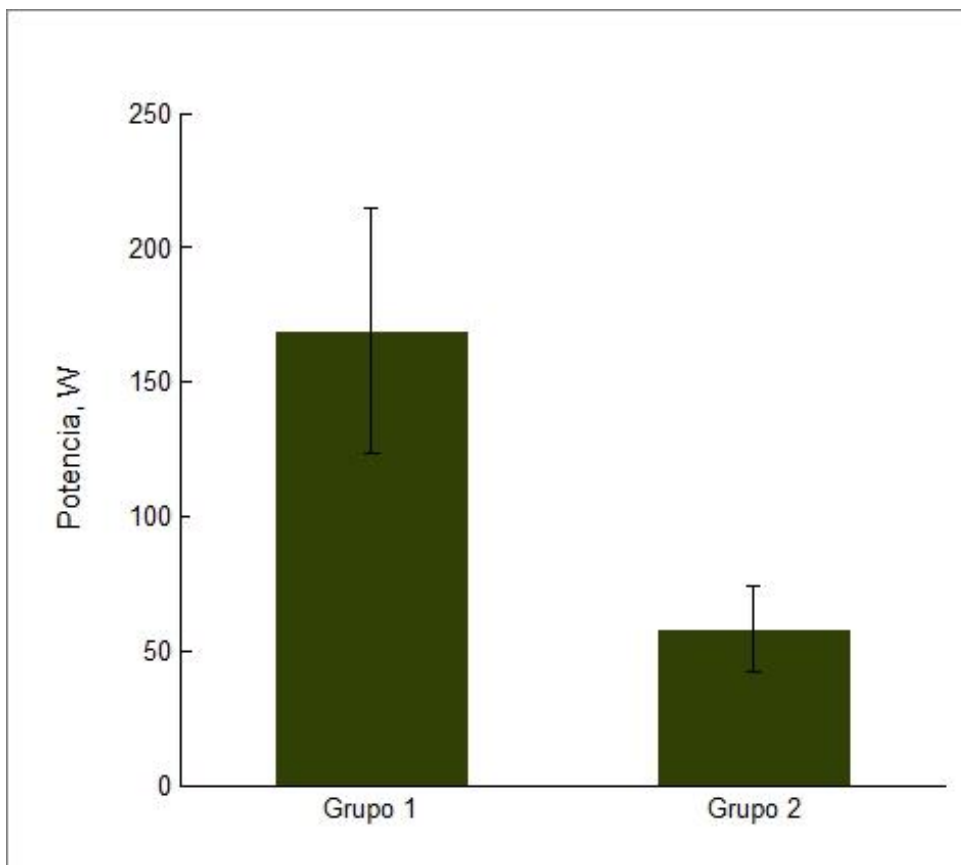


Ilustración 7

Se observó un aumento de 169W en potencia después de realizar ejercicios en la plataforma 15 minutos al día durante un mes, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumentó 58W en potencia igualmente 15 minutos al día durante un mes. La diferencia entre el aumento en potencia no fue estadísticamente significativa. P. ajustado (Holm) = 0.086.

FUERZA DE REACCION

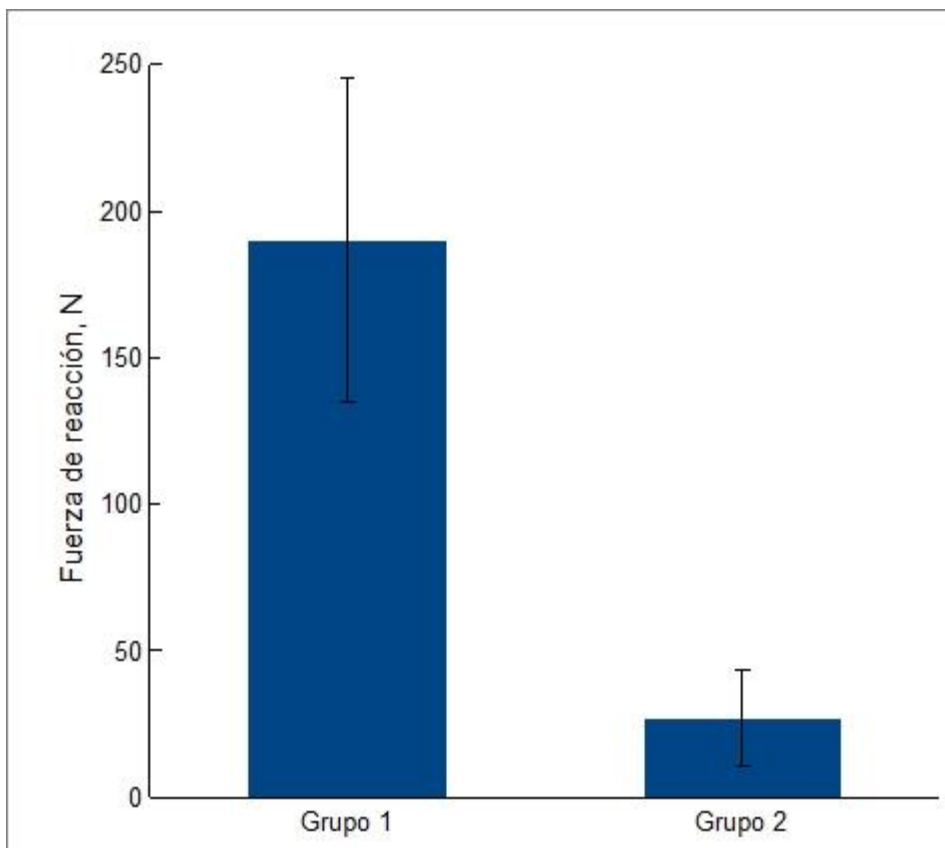


Ilustración 8

Se observó un aumento de 190N de fuerza de reacción después de realizar ejercicios en la plataforma 15 minutos al día durante un mes, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumentó 27N de fuerza de reacción igualmente 15 minutos al día durante un mes. La diferencia entre el aumento en potencia fue estadísticamente significativa. P. ajustado (Holm) = 0.048.

VELOCIDAD

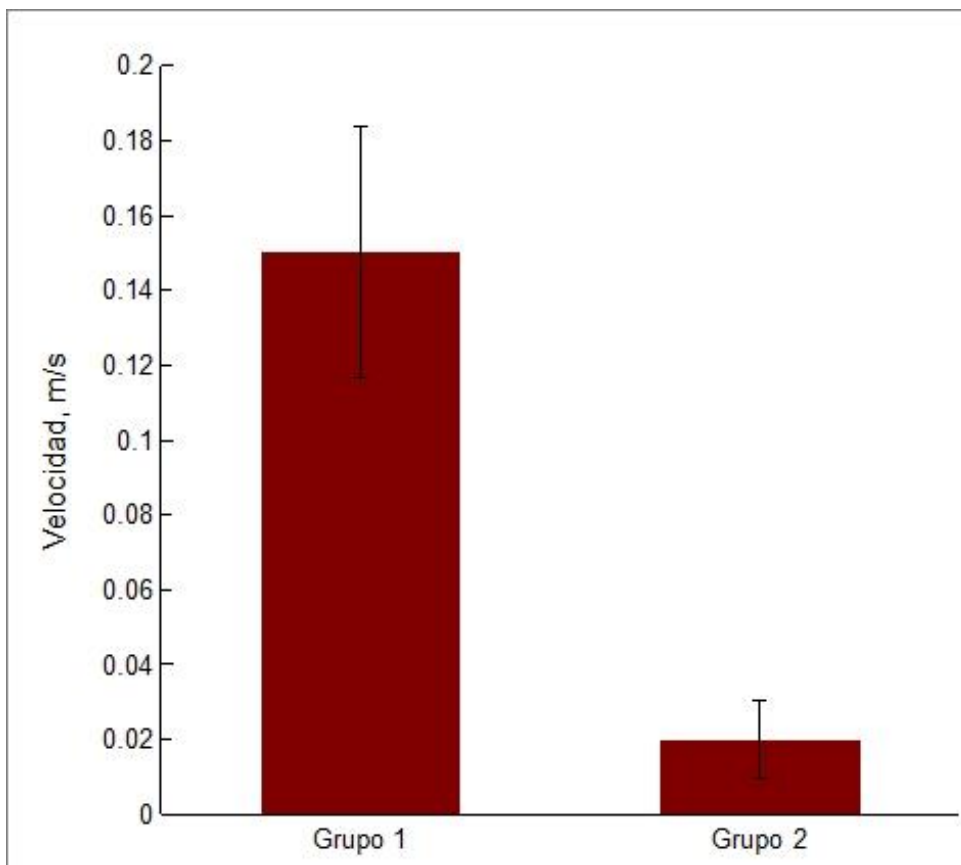


Ilustración 9

Se observó un aumento de 0.15 metros sobre segundo de velocidad después de realizar ejercicios en la plataforma 15 minutos al día durante un mes, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumentó 0.02 metros sobre segundo de velocidad igualmente 15 minutos al día durante un mes. La diferencia entre el aumento en velocidad fue estadísticamente significativa. P . ajustado (Holm) = 0.022.

ACELERACION

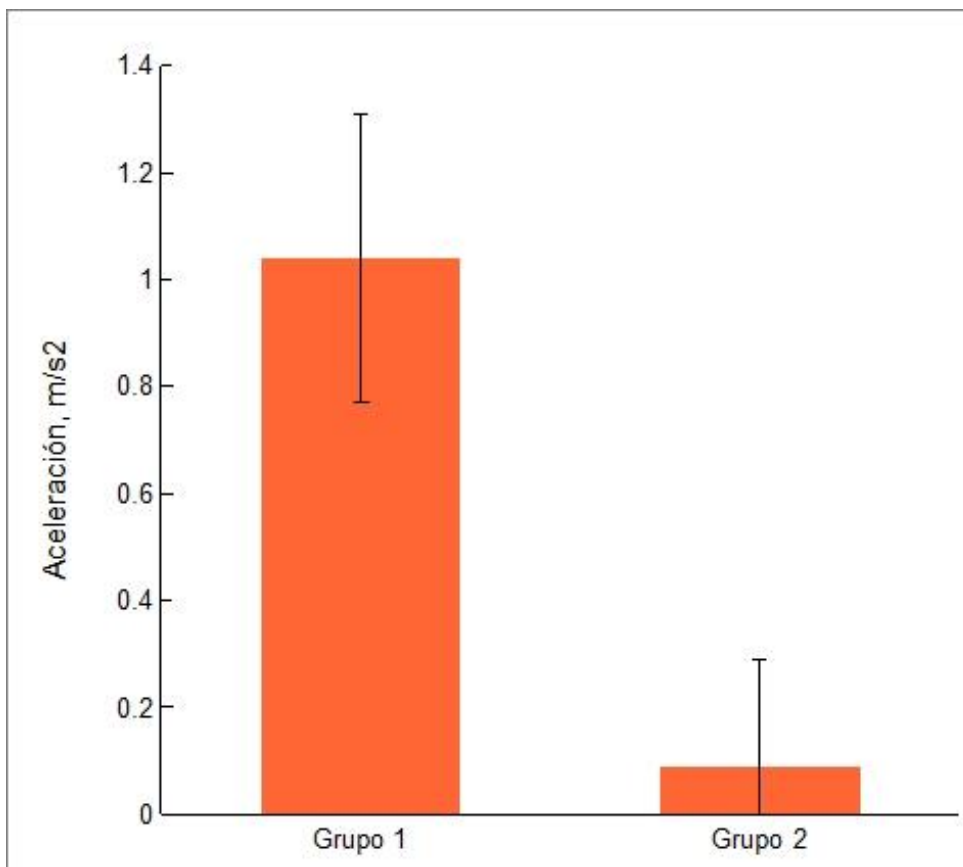


Ilustración 10

Se observó un aumento de 1.04 metros sobre centímetro cuadrado de aceleración después de realizar ejercicios en la plataforma 15 minutos al día durante un mes, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumentó 0.09 metros sobre centímetro cuadrado de aceleración igualmente 15 minutos al día durante un mes. La diferencia entre el aumento en potencia no fue estadísticamente significativa. P. ajustado (Holm) = 0.086.

CONCLUSIONES

- Una vez concluido este estudio se pudo determinar que todos los futbolistas que entrenaron con la plataforma dinamométrica mejoraron progresivamente en su habilidad para mantener el equilibrio en los juegos de entrenamiento que la plataforma tiene programado, a su vez mejoraron en potencia velocidad y aceleración. Los futbolistas que no entrenaron equilibrio con la plataforma obtuvieron mejoras progresivas con los ejercicios realizados, pero no mejoraron con los programas de entrenamiento de la plataforma ni se modificaron ampliamente los datos de evaluación final con respecto a la evaluación inicial.
- Se observó también que la diferencia entre el aumento del desplazamiento no fue estadísticamente significativa, siendo un aumento de 2 centímetros del desplazamiento vertical del centro de gravedad después de realizar ejercicios en la plataforma mientras que después de realizar ejercicios sin la plataforma hubo un aumento del 0.01 centímetros solamente.
- Se concluye que a pesar de existir un aumento de 169W en potencia después de realizar ejercicios en la plataforma, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumento solamente 58W la diferencia entre el aumento en potencia no fue estadísticamente significativa.
- El aumento de 190N de fuerza de reacción después de realizar ejercicios en la plataforma demuestra que la diferencia entre el aumento en potencia fue estadísticamente significativa, siendo solo el aumento de 27N de fuerza de reacción el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma.
- A su vez el aumento de 0.15 metros sobre segundo de velocidad después de realizar ejercicios en la plataforma demuestra que la diferencia entre el aumento

de velocidad fue estadísticamente significativa, obteniendo solo un aumento de 0.02 metros sobre segundo de velocidad el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma.

- Se pudo concluir que la diferencia entre el aumento en potencia no fue estadísticamente significativa, ya que se observó un aumento de 1.04 metros sobre centímetro cuadrado de aceleración después de realizar ejercicios en la plataforma, mientras que el grupo que realizó los ejercicios sin plataforma aumentó 0.09 metros sobre centímetro cuadrado de aceleración.
- Habiendo obtenido menores valores de SD (desviación estándar) que corresponden a menor varianza de la proyección de la posición del centro de gravedad a la plataforma en el plano frontal. Se puede concluir que menores valores de SD corresponden a mejor estabilidad y equilibrio de los deportistas que entrenaron con la plataforma que los que entrenaron sin la plataforma.
- Finalmente se pudo concluir que solamente la fuerza de reacción y la velocidad tuvieron un aumento estadísticamente significativo en los futbolistas que entrenaron con plataforma dinamométrica, mientras que en potencia, aceleración y deslazamiento del centro de gravedad a pesar que los valores aumentaron en los futbolistas que entrenaron con la plataforma dinamométrica estos datos no fueron estadísticamente significativos.

RECOMENDACIONES

- Una vez concluido este estudio se recomienda el uso de la plataforma dinamométrica no solo como uso terapéutico en deportistas lesionados sino también como un instrumento que ayude a los deportistas a mejorar su acondicionamiento físico.
- También en base a las estadísticas obtenidas en este trabajo se recomendaría realizar un estudio en el que se pueda comprobar que el uso de la plataforma dinamométrica puede ser usado como una herramienta para prevenir lesiones relacionadas a la falta de coordinación y equilibrio de los deportistas.
- A su vez se recomienda se sigan realizando estudios con plataforma dinamométrica con el fin de que los resultados puedan ser estadísticamente significativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, & Ortengren. (2000). *myoelectric back muscle during sitting* (Vol. 3). Ohaio, USA: Locomotion.
- Fisiologia del sistema del equilibrio*. (2009, 05). Retrieved from otorrinoweb.com: <http://www.otorrinoweb.com/es/temas-de-oido/164-t51.html>
- Guskiewicz, K. M. (2009). Recuperacion de la estabilidad y el equilibrio ortostaticos. In W. E. Prentice, *Tecnicas de rehabilitacion en medicina deportiva* (pp. 151-175). Barcelona: Paidotribo.
- Haarer, B., & Shroer, B. (2009). *Manual de Tecnicas de Fisioterapia*. Badalona, España: Paidotribo.
- Hoffman, S. L. (2010). Cómo Funciona el Sistema del Equilibrio. *ASOCIACION AMERICANA DE FISIOTERAPIA*. Estados Unidos.
- Lapierre. (2007). *La reeducacion Fisica, Cinesiologia y Educacion* (Vol. 4). Madrid, España: Universo.
- Lázaro, A. L. (2009). EL EQUILIBRIO HUMANO: UN FENÓMENO COMPLEJO. In A. L. Lázaro. Motorik.
- Llana Belloch, P. S. (2010, Enero 5). LA EPIDEMIOLOGÍA EN EL FÚTBOL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.
- Mark Dutton, P. (2015). Mejora del equilibrio. In P. Mark Dutton, *Ortopedia para el fisioterapeuta* (pp. 249-256). Badalona: Paidotribo.
- Martín, A. M. (2004). Bases Neurofisiológicas del Equilibrio Postural. Salamanca, España.
- Mosby, P. (2005). *Manual moderno exploracion fisica del cuerpo*. Mexico: Saeta.
- Moya, F. P. (2009). *VALORACIÓN FUNCIONAL DE LOS TRASTORNOS DEL EQUILIBRIO*. Valencia, España.
- Olmedilla Zafra, A., & Andreu Álvarez, M. D. (2006, Diciembre 5). LESIONES Y FACTORES DEPORTIVOS EN FUTBOLISTAS JÓVENES. Murcia, España.
- Patrut Monica, P. B. (2013). *Social media in higher education*. Londres: Hershey, Eurospan.
- Rodríguez, D. (2009, Abril 28). *Conceptos y Características del Equilibrio*. Retrieved from <http://www.espaciologopedico.com/>
- Ruiz, F. T. (2004, Noviembre 01). *eFisioterapia.net*. Retrieved from Propiocepcion: introduccion teorica: <http://www.efisioterapia.net/articulos/propiocepcion-introduccion-teorica>
- Tinetti, M. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. In T. ME. J Am Geriatr Soc.
- Ulkar, E. E.-B. (2008). Propiocepcion y coordinacion. In W. F.-L.-S.-T.-J. Silver, *Medicina deportiva clinica tratamiento medico y rehabilitacion* (pp. 237-238). Madrid: Elsevier.
- Vázquez, S. C. (2009). PLATAFORMAS DINAMOMÉTRICAS. APLICACIONES. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 18-19.

ANEXOS

ANEXO 1

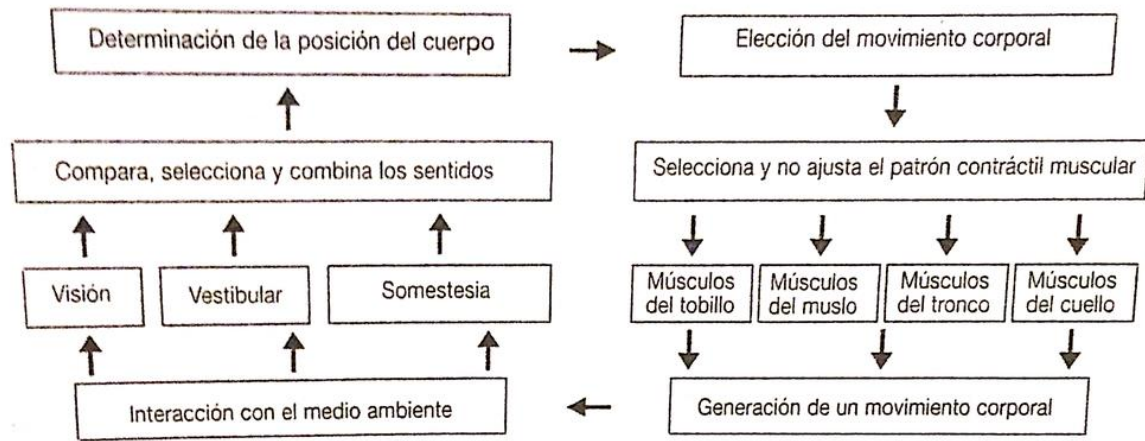
Equilibrio estático	Normal	Adaptada	Anormal
1. Equilibrio sentado	Estable	Silla con agarradero para mantenerse de pie	Inclinado resbala de la silla
2. Levantarse de una silla	Capaz de levantarse con un movimiento simple, sin apoyarse	Utiliza los brazos para levantarse o se mueve hacia delante con la silla antes de intentar levantarse	Intentos múltiples inútiles. Incapaz de levantarse sin ayuda de otra persona
3. Equilibrio inmediato después de haberse levantado (3-5")	Capaz de levantarse, no se mueve ni se apoya	Estable pero utiliza ayuda para andar (bastón), u otro objeto para su apoyo	Algún signo de movimiento
4. Equilibrio en bipedestación	Estable, no se apoya	No puede mantener los pies juntos	Algún signo de movimiento o ayuda de objeto
5. Equilibrio en bipedestación con los ojos cerrados	Estable, no se apoya	Estable con los pies separados	Algún signo de movimiento o necesita ayuda de objeto
6. Equilibrio después de un giro de 360°	No se coge ni tambalea, sin necesidad de apoyo a un objeto. Estable de forma permanente	Pasos discontinuos (pone un pie completamente en el suelo antes de elevar el otro)	Algún signo de movimiento o necesidad de ayuda de un objeto
7. Resistencia a "empujón a esternón"	Estable	Se desplaza pero es capaz de mantener el equilibrio	Caería si el examinador no lo ayudase a mantener el equilibrio
8. Equilibrio después de la rotación de la cabeza	Capaz de rota la cabeza sin caerse, no se tambalea ni tiene dolor	Capacidad disminuida, pero sin signos de mareo, inestabilidad o dolor	Algún signo de movimiento o dolor cuando intenta rotar la cabeza
9. Equilibrio en posición unipodal (5")	Capaz de estar estable sobre un pie durante ese periodo, sin apoyarse		Incapaz
10. Equilibrio en extensión de la columna vertebral	Buena extensión del cuello sin necesidad de apoyo, no actos tambaleos	Disminuida al comparar con pacientes de igual edad o necesita apoyarse	Incapaz de extender, o no lo intenta
11. Equilibrio con extensión de columna vertebral y elevación de los brazos, apoyándose en la punta de los pies	Capaz de efectuar el movimiento estable	Capaz de efectuar el movimiento pero necesita un punto de apoyo	Incapaz o bien se mueve
12. Equilibrio inclinado hacia delante (coger un objeto del suelo)	Es capaz de efectuar movimiento, coge objeto del suelo sin necesidad de ayuda	Capaz de efectuar el movimiento, coge objeto del suelo, con apoyo al levantarse	Incapaz de efectuar el movimiento o múltiples intentos
13. Equilibrio para sentarse	Capaz de hacer con un movimiento armónico	Necesita ayuda de los brazos, o movimiento no armónico	Cae en la silla y se equivoca en el cálculo de la distancia

Equilibrio durante la marcha	Normal	Anormal
1. Equilibrio al inicio de la marcha	Inicia inmediatamente la marcha, sin vacilar. El inicio es simple	Duda, vacila, intentos múltiples al inicio de la marcha. El inicio es simple
2. Altura del paso	No más de 5 cm de elevación	Arrastra los pies, o los pega totalmente en el suelo, o los levanta demasiado
3. Longitud del paso	Distancia de un pie entre el calcáneo de uno y los dedos del otro	Menor que lo descrito como anormal
4. Simetría del paso	El largo del paso es aproximadamente igual a cada lado, para la mayoría de los pasos	Variable a lo largo del paso o avanza con un solo pie
5. Continuidad de la marcha	Comienza a levantar el calcáneo de un pie cuando apoya el otro. Pasos simétricos	Apoya completamente un pie antes de levantar el otro. Interrumpe la marcha o el largo del paso varía
6. Desviación del trayecto	No se desvía de la línea imaginaria	Se desvía en una o más direcciones
7. Estabilidad del tronco	Tronco flexible, los brazos no están abiertos para intentar mantener el equilibrio	Tronco flexionado o bien los brazos abiertos
8. Postura durante la marcha	Adecuada	Marcha con los pies separados
9. Giro durante la marcha	No se tambalea, lo hace sin detener la marcha	Duda, se para antes del inicio o se tambalea para iniciar el giro haciéndolo de forma discontinua

PUNTUACIÓN	
Equilibrio estático	
Equilibrio durante la marcha	
Total de anomalías	

Test de Tinetti para evaluación de la condición del equilibrio. (Tinetti, 1986)

ANEXO 2



Equilibrio dinámico (Guskiewicz, 2009)

ANEXO 3

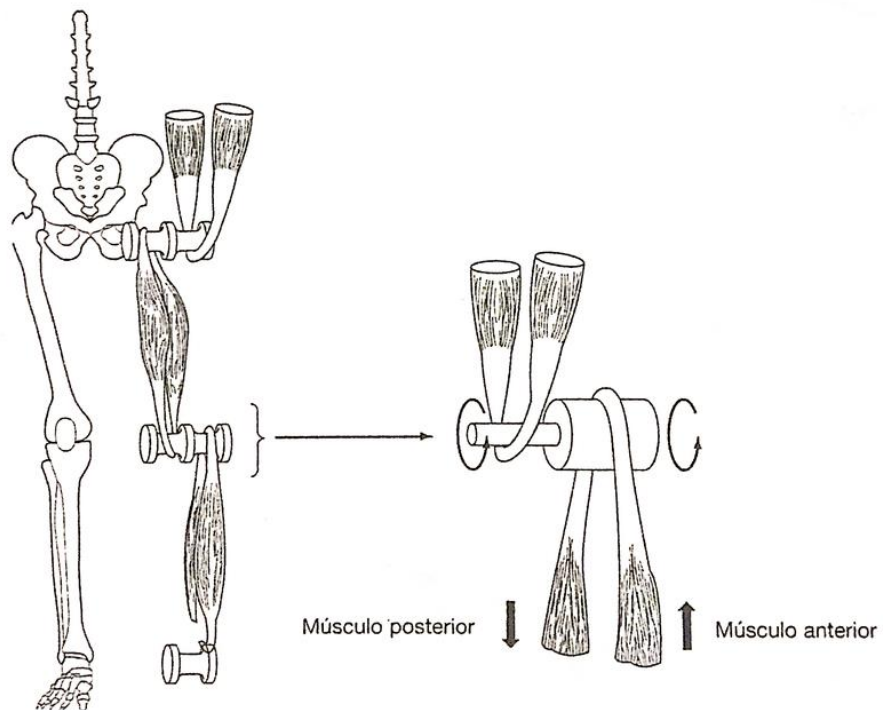
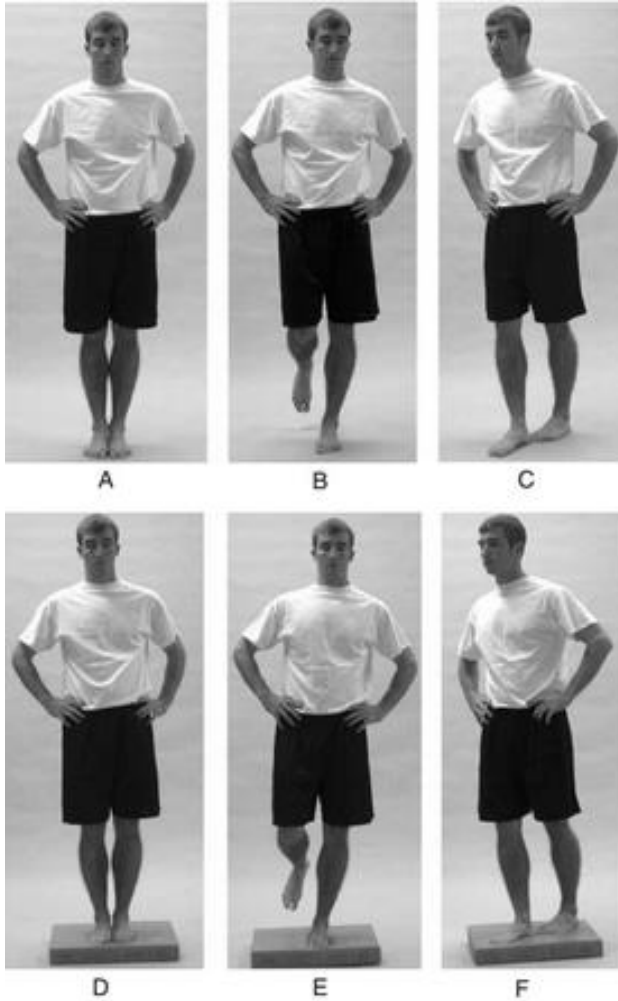


Figura 8.2. Relaciones emparejadas entre los principales músculos ortostáticos que ejecutan movimientos coordinados en la cadena cinética para controlar el centro de gravedad.

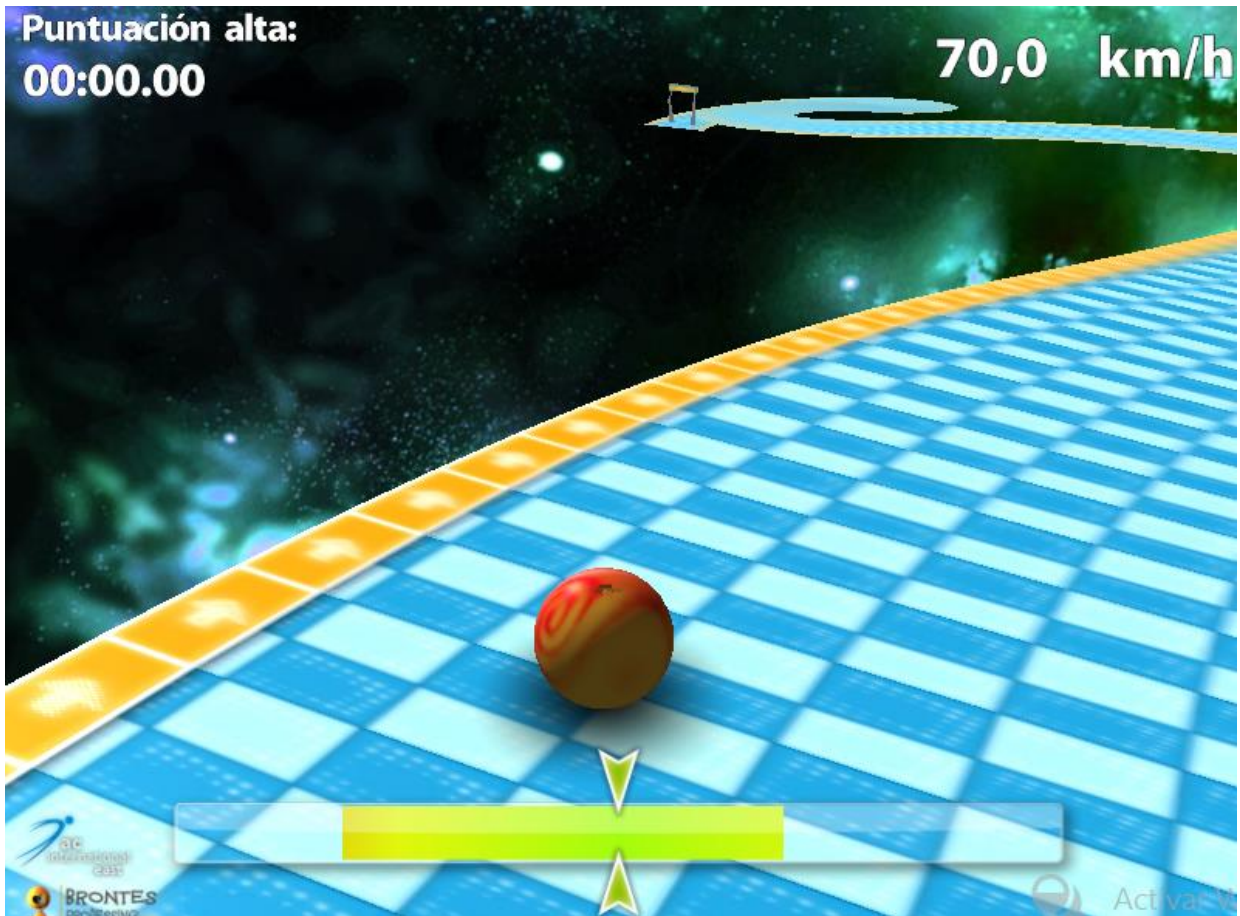
(Guskiewicz, 2009)

ANEXO 4



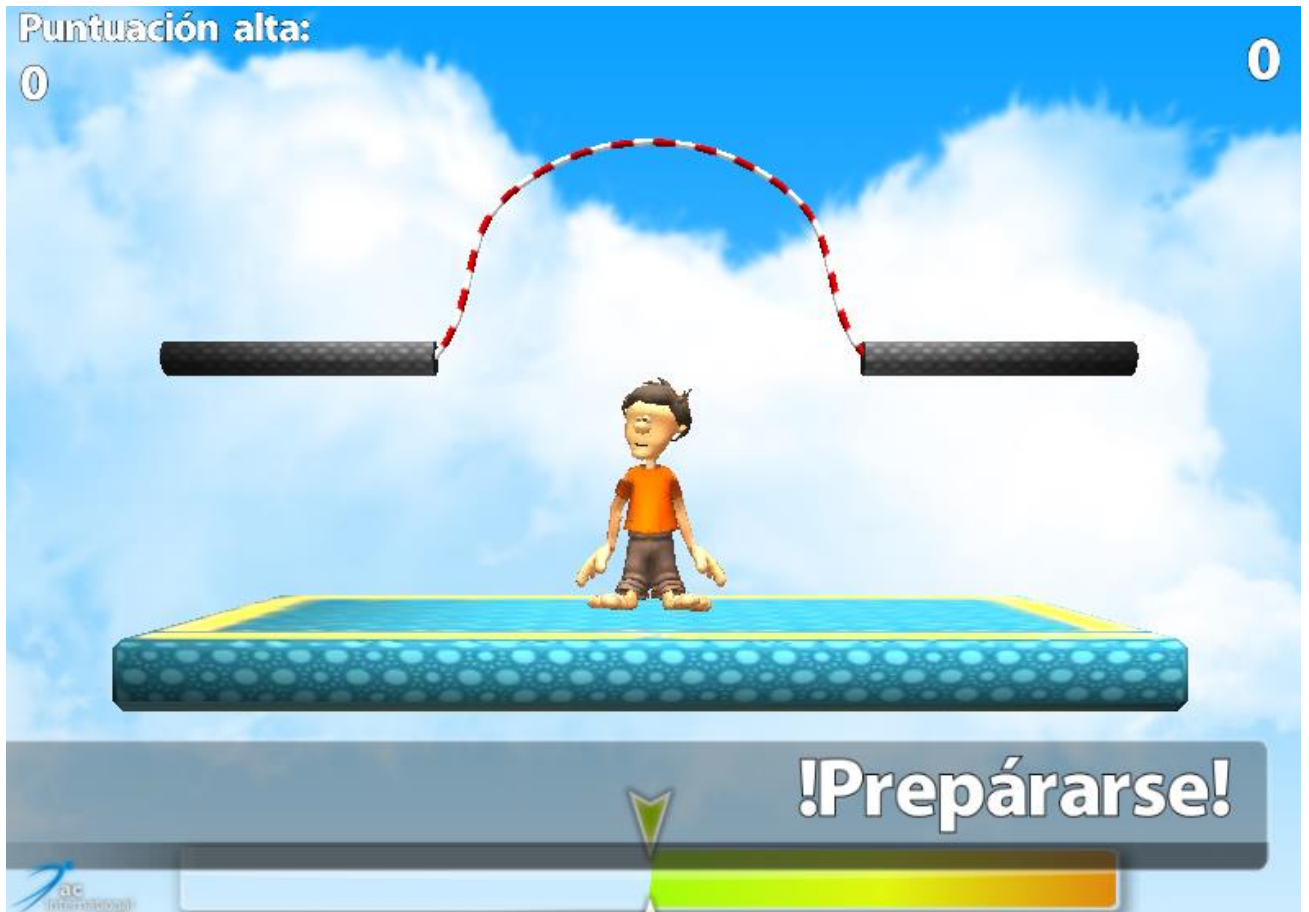
Posturas Del Balance Error Scoring System (BESS). A, Bipedestación, superficie firme. B, Monopedestación, superficie firme. C, Tándem, superficie firme. D, Bipedestación, superficie de espuma. E, Monopedestación, superficie de espuma. F, Tándem, superficie de espuma. (Guskiewicz, 2009)

ANEXO 5



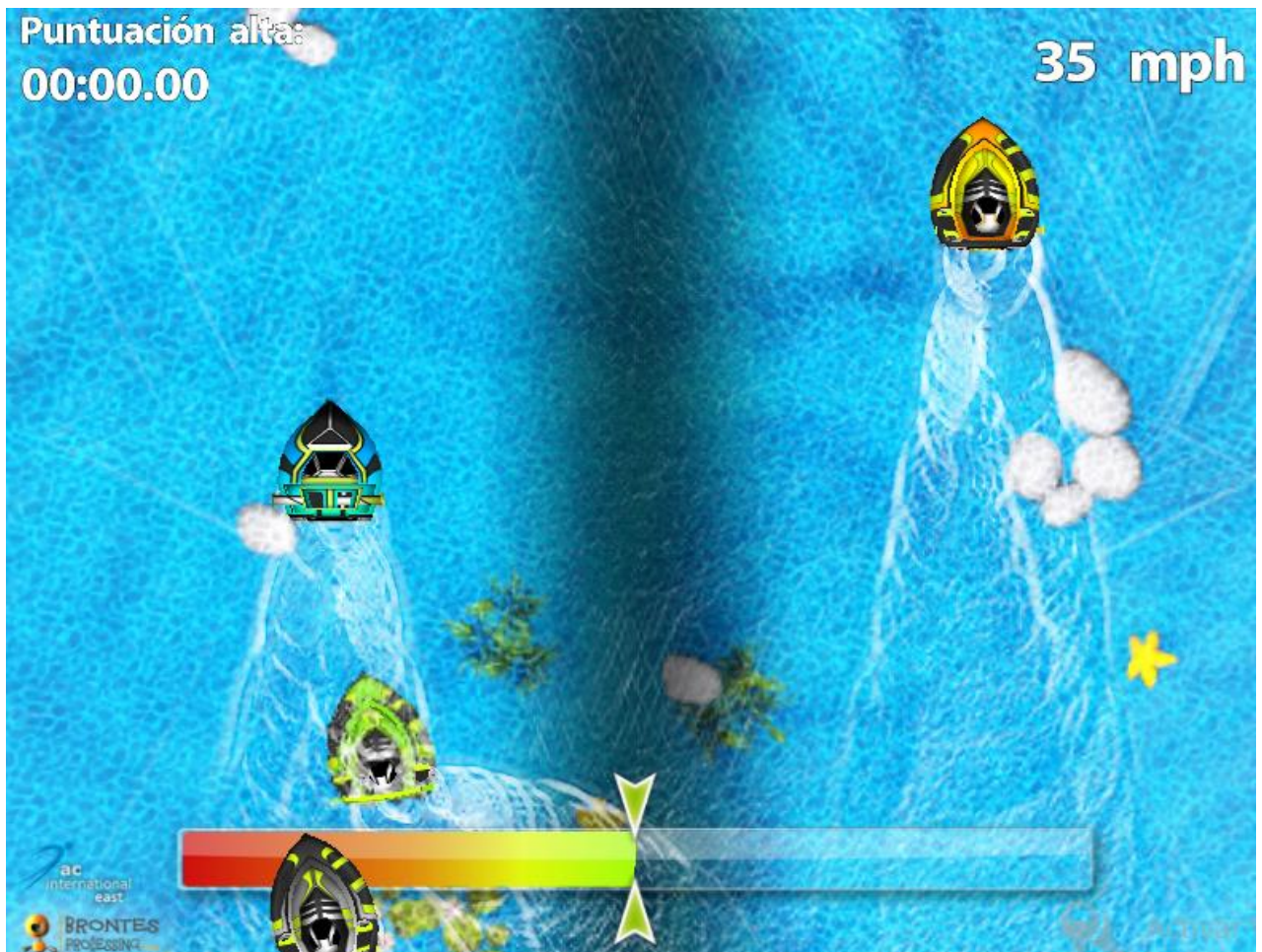
Ejercicio de entrenamiento del equilibrio utilizado con el grupo 1 de rodar la bola en plataforma dinamométrica "Gamma"

ANEXO 6



Ejercicio de salto de cuerda utilizado con el grupo 1 en plataforma dinamométrica "Gamma"

ANEXO 7



Ejercicio de entrenamiento del equilibrio utilizado con el grupo 1 de manejo de bote en plataforma dinamométrica “Gamma”

ANEXO 8



Bozú utilizado para ejercicios de entrenamiento del equilibrio en el grupo 2

ANEXO 9



Bozú con la cara hacia abajo para ejercicios en la segunda fase de entrenamiento del equilibrio con el grupo 2

ANEXO 10



Ejercicio en la segunda fase del entrenamiento del equilibrio en el grupo 2 con rotaciones en monopdestación sobre la burbuja con la cara hacia arriba.

ANEXO 11



Ejercicio de la segunda fase del entrenamiento con el grupo 2 realizando: flexión, extensión abducción y aducción de cadera, rotando una extremidad a otra sobre el bozú.

ANEXO 12



Plataforma dinamométrica “Gamma” utilizada en este estudio con el grupo 1

ANEXO 13



Placas de la plataforma dinamométrica “Gamma” utilizada en este estudio con el grupo 1