

# REVISIÓN DE TENDENCIAS INVESTIGATIVAS DEL EQUILIBRIO EN LAS ACCIONES MOTRICES DE POBLACIÓN GENERAL Y DEPORTIVA

Jairo Martínez Muñoz.<sup>a,1,\*</sup>

<sup>a</sup>Licenciado en Educación Física Universidad Pedagógica Nacional 2010. Magister en Pedagogía de la Cultura Física Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Juez Nacional de Gimnasia Y Rutina General en Porrismo FEDECOLCHEER 2019. Formador Deportivo de Gimnasia Tiempo Escolar Complementario TEC del Instituto Distrital de recreación y Deporte IDR

## Resumen

La capacidad coordinativa del equilibrio ha sido altamente abordada en los últimos años, principalmente en programas propioceptivos, estudios comparativos y correlacionales en diversos ámbitos: adultos sanos, prevención y recuperación de lesiones, mecanismos de mantenimiento y recuperación del equilibrio entre otros. En el terreno deportivo existen muchos vacíos, puesto que es una capacidad altamente moldeable, que genera adaptaciones específicas según la modalidad deportiva practicada. El objetivo de esta revisión es hacer un compendio general del estado de investigación de esta capacidad coordinativa abordada desde la acción motriz en población general y deportiva así como los diversos factores que influyen en ella, como las relaciones musculares, condiciones genéticas, sistemas de mantenimiento y recuperación del equilibrio, modalidad deportiva y lateralidad. Se encontraron datos reveladores como que la activación de las cadenas musculares, varían según los grados de las articulaciones en función a la especificidad del deporte en relación al equilibrio, que las estrategias de mantenimiento y recuperación del equilibrio varían no solo entre disciplinas deportivas sino también entre la función del atleta dentro del mismo deporte, así como también que estas estrategias difieren entre la pierna dominante y no dominante en el mismo atleta

Copyright © Publicado por [www.agenf.org](http://www.agenf.org). Todos los derechos reservados *Rev Salud Hist Sanid On-Line* { ISSN: 1909-2407

## Palabras Clave:

Equilibrio, propiocepción, adaptaciones específicas, población general o no atleta, deportistas,

## 1. Introducción

Existen diversos factores que influyen en el mantenimiento del equilibrio, desde las condiciones congénitas, movilidad articular, porcentaje de masa muscular, ángulos de ejecución de movimientos, adaptaciones específicas a técnicas deportivas y del trabajo, antecedentes de lesiones o condiciones del medio.

En la vida cotidiana esta capacidad coordinativa define gran parte de la actividad diaria de una persona normal, desde el hecho de mantener una postura erguida al levantarse, pasando por la acción de mantener el balance en superficies inestables, o realizar acciones dinámicas de habilidades motrices básicas necesarias en el ámbito cotidiano o del trabajo, acciones de reacción ante eventos inesperados como un auto acercándose a gran velocidad, sobrepasar obstáculos, realizar saltos y mantener desplazamientos con poca superficie de contacto. El equilibrio es

la “capacidad de mantener el conjunto del cuerpo en estado de equilibrio, y de conservar o restaurar dicho estado durante y después de los desplazamientos amplios del cuerpo” como cita (Avella, R., Maldonado, C., Ramos, S., 2015) es una capacidad inherente al ser humano al permitirle mantener una posición erguida e interactuar con el medio para adaptarse al mismo, o en la actividad deportiva para la consecución de marcas y desarrollo de habilidades y destrezas. Esta capacidad coordinativa se ve altamente reflejada en la especialidad de diversas disciplinas deportivas, en el caso del tiro con arco es el equilibrio estático el que juega un papel preponderante, mientras en el ciclismo de montaña o patinaje es el equilibrio dinámico el que cobra una mayor importancia. En la gimnasia artística se busca mantener la estabilidad postural según la habilidad deportiva en adaptación del cuerpo a aparatos externos, algunos artistas circenses desarrollan esta capacidad con un alto grado de especificidad al mantener el balance en reducidas áreas de soporte.

Los surfistas por su parte realizan adaptaciones posturales constantes a fin de mantener su corporalidad sobre la superfi-

\*Autor en correspondencia.

Correo electrónico: [Jammfox@gmail.com](mailto:Jammfox@gmail.com) (Jairo Martínez Muñoz.)

<sup>1</sup>Sometido : 20/12/2018 Publicado: 04/08/2019.

DOI:<https://doi.org/10.1909/shs.v13i1.219>

cie inestable de la tabla de surf, en deportes con alta demanda de desplazamientos y cambios de dirección como el baloncesto, fútbol o voleibol el equilibrio juega un papel importante en la prevención de lesiones, en deportes de alto impacto como el porrismo o el acrosport las articulaciones deben soportar grandes cargas inerciales en la ejecución de habilidades deportivas finalizando en posturas estáticas que reflejan un alto desarrollo de esta capacidad.

El propósito de esta revisión es hacer una compilación general del estado de investigación de esta capacidad coordinativa abordada desde la acción motriz en población general y deportiva, así como los diversos factores que influyen en ella en el ámbito deportivo analizando los mecanismos con que se desarrolla, abordando cuatro líneas investigativas, adultos sanos con programas propioceptivos y de fuerza, efectos de programas de equilibrio en el deporte, comparación de población no sedentarios con población atleta y entre atletas, y correlacionales en sistemas de recuperación del equilibrio, lesiones, dominancia de lateralidad y función del deportista. De este modo establecer consideraciones de un abordaje más amplio de estudios previos sobre el rol que juega el desarrollo del equilibrio en población general y deportiva.

## 2. Materiales y métodos

Se utilizaron bases electrónicas disponibles como Doaj, Pubmed, Science Direct, scopus y Sport Discus, los resultados de la búsqueda se limitaron a artículos que trabajaran el equilibrio dinámico en población sana o deportista, las palabras que se utilizaron fueron equilibrio dinámico, propiocepción, deporte. Se prestó mayor énfasis en los estudios que trabajaran el equilibrio dinámico con población general, todos los ensayos clínicos, o población en rehabilitación de lesión, como aquellos que no cumplieran con la suficiente rigurosidad científica, no fueron tenidos en cuenta en esta revisión.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Estudios Población general

Se han realizado diferentes estudios en torno al equilibrio en población adulta sana, algunos demuestran que el trabajo propioceptivo mejora el equilibrio dinámico, pero no el equilibrio estático, Yong Lee, (2017) con población Universitaria en Polonia encontraron estos resultados al realizar un trabajo propioceptivo con 20 sujetos jóvenes voluntarios, hombres y mujeres (20,9 ± 0,85 años de edad) en una superficie inestable con movimientos de dorsiflexión y plantar flexión del tobillo, determinando que el trabajo propioceptivo tuvo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el equilibrio dinámico pero no en el estático. No obstante al analizar estos resultados en comparación con otras investigaciones se observa que los autores solamente trabajaron la flexión plantar y dorsal del tobillo omitiendo la porción medial y lateral, además, tampoco mencionaron en su estudio el tiempo de ejecución del trabajo de entrenamiento propioceptivo.

Existen otros estudios que divergen en estos resultados, ya que el equilibrio dinámico también ha sido estudiado a partir de la relación del mismo con la fuerza y estabilidad del core, 78 personas diagnosticadas con poca estabilidad en el core de la University of Newcastle Central Coast Campus en Australia, fueron seleccionadas para evaluar la incidencia de un programa de fortalecimiento del core en tres grupos (supervisado, en el hogar y control) con una duración de 8 semanas con 2 sesiones semanales sin especificación de intensidad, encontrando que el grupo supervisado tuvo mejoras estadísticamente significativas entre ( $p < 0.02$ ) y el ( $p < 0.08$ ) en la fuerza general del core y en la prueba de equilibrio dinámico Star Excursion Balance Test (SEBT) en comparación con los otros grupos, mientras el grupo de hogar obtuvo una moderada mejoría en relación al grupo control, (Chuter, de Jonge, Thompson, Callister, 2015).

Aunque este trabajo se enfocó en el fortalecimiento del core más que un trabajo propioceptivo, es evidente que en los trabajos de inestabilidad hay una gran activación de toda esta zona y por ende una alta incidencia sobre la estabilidad corporal y el equilibrio dinámico. Es por ello inusual que en el trabajo de Yong Lee se encontraran diferencias significativas sobre el equilibrio estático y no en el dinámico.

Por otra parte hay una investigación que se ha concentrado más en la medición del equilibrio estático en su estrecha relación con el core y la musculatura de los miembros inferiores por medio de electromiografía en la universidad de North Carolina at Charlotte, realizando un programa de entrenamiento progresivo a 16 mujeres de mediana edad, con entrenamiento de 3 veces por semana durante 4 semanas 50 minutos por sesión con una progresión de suelo a una superficie inestable (BOSU), se encontró que el core y los músculos posturales fueron capaces de controlar la posición del cuerpo con menos actividad después del entrenamiento propioceptivo, lo que sugiere una mejor coordinación y eficiencia muscular, (Anderson, Deluigi, Belli, Tentoni, Gaetz, 2016). Esto indica que un programa de entrenamiento propioceptivo y fortalecimiento del core tiene una estrecha relación en el equilibrio estático, dinámico y ajuste postural.

Los estudios en equilibrio también se han abordado a través de trabajos de ampliación del rango articular, fortalecimiento de las articulaciones y propiocepción en superficies móviles, como se realizó en Turquía con 59 estudiantes universitarios que se asignaron al azar a los grupos de estudio y control. El grupo de estudio recibió el programa de ejercicio propioceptivo del tobillo que incluyó estiramientos generales, fortalecimiento de flexiones plantares y dorsi-flexores, inversores, evertores, y ejercicios en tabla de equilibrio, cada uno de los participantes del grupo experimental recibió 10 sesiones, durante 2 semanas, con 10 ejercicios continuos por sesión. El equilibrio fue evaluado por un examen kinestésico que mostró las puntuaciones en el equilibrio, al comparar el análisis estadístico se comprobaron mejorías significativas en ambos grupos poblacionales con un mejor rendimiento sobre el grupo experimental, (Karakaya, Rutbil, Akpinar, Yildirim, Karakaya, 2015). Lo cual indica que la movilidad de la articulación del tobillo influye en el mante-

nimiento del equilibrio y la estabilidad postural.

Por su parte (Nam, Cha, Kim, 2016) de la Eulji University Hospital en Corea mencionan que el equilibrio es una capacidad coordinativa esencial para desarrollar cualquier tipo de actividad física entre ellas caminar, por ello, evaluaron la efectividad de un trabajo propioceptivo en base estable e inestable con una duración de 4 semanas y 5 sesiones de 30 minutos cada una, encontrando que el trabajo propioceptivo genera cambios significativos en el equilibrio estático, dinámico y en la velocidad de la marcha, concluyendo que se producen cambios mayoritariamente significativos si se trabaja sobre una base inestable. No obstante en el campo de la investigación del equilibrio se han incorporado mecanismos y dispositivos para su estudio. Autores como (Cha, Lee, Lee, 2016) en Korea, han trabajado con la ayuda de herramientas tecnológicas, mencionan que el ejercicio de equitación ayuda en la retroalimentación propioceptiva, aporta en el ajuste postural, la marcha, y está diseñado para corregir cambios posturales, para ello estudiaron la influencia de la simulación de la cabalgata en 30 sujetos sanos, 15 de grupo control (sin vendaje en los ojos) 15 grupo experimental (con vendaje en los ojos), quienes realizaron 20 minutos de trabajo en un caballo mecánico, 5 veces a la semana, durante un período de 4 semanas e identificaron los efectos de montar a caballo, sobre el equilibrio y la marcha, encontrando muestras estadísticamente significativas en el equilibrio tanto dinámico como estático y cadencia de la marcha, con una mayor proporción en el grupo experimental. Esta investigación encontró relaciones directas entre el trabajo propioceptivo y las cadenas musculares encargadas del mantenimiento del equilibrio de forma proximal y distal en el cuerpo humano.

Incluso la investigación en este campo ha llegado hasta las consolas de videojuegos, en la San Diego State University Estados Unidos, 40 jóvenes de edad media participaron en un estudio para evaluar los mecanismos de estabilidad dinámica del equilibrio con grupo experimental y grupo control, jugando 7 juegos de Wii Fit exergaming por un tiempo de 30 a 45 minutos diarios durante 6 semanas, los sujetos fueron medidos mediante una plataforma de estabilidad móvil que detectaba los Centros de Presión del Pie (CPP) con 6 condiciones; 1, sin perturbación sensorial 2, sin retroalimentación visual 3, con visión perturbada por la activación del entorno móvil 4, plataforma de fuerza debajo girado alrededor del eje frontal para distorsionar la retroalimentación propioceptiva 5, sin retroalimentación visual y propiocepción distorsionada por la fuerza de la placa de referencia 6, con dos sistemas sensoriales comprometidos, la visión a través de la referenciación con un recuadro visual móvil y la propiocepción por la fuerza de la placa de referencia, (Brian, Cone, Susan, Levy, Goble, 2015) encontrando que los sujetos que tuvieron intervención con el Wii Fit Exergaming mejoraron en la velocidad de desplazamiento, velocidad de movimiento y tiempo de respuesta en las pruebas de equilibrio dinámico.

Por otra parte existe población con características genéticas de un amplio rango articular, esto, aunque puede llegar ser ventajoso también recae en un riesgo ya que algunas, de estas per-

sonas tienden a tener inestabilidad funcional del tobillo por la laxitud de la articulación, Sankaravel, Lee, Boon, Jeganathan, (2016) describen que la inestabilidad mecánica se refiere a la laxitud de la articulación, mientras la inestabilidad funcional al deterioro de la propiocepción, control neuromuscular, control postural de equilibrio y fuerza, aunque ambos están vinculados pueden existir independientemente. Teniendo conocimiento de esta problemática Kim Heo (2015) de la República de Corea, evaluaron el efecto de un programa de entrenamiento en realidad virtual en el equilibrio estático y dinámico con población de inestabilidad funcional del tobillo, dicho programa se realizó durante un periodo de 4 semanas, 3 veces por semana con una intensidad de 30 minutos por sesión, se utilizaron dos grupos de entrenamiento uno de trabajo de fortalecimiento de miembros inferiores por medio de ejercicios funcionales en realidad virtual y el otro con ejercicios o juegos de equilibrio en realidad virtual con una consola de Wii Fit exergaming, encontrando diferencias positivas significativas en ambos grupos en general, en direcciones antero-posterior como medio-lateral de equilibrio dinámico y estático en relación a la pre intervención, con una leve mayor significancia del grupo de juegos de equilibrio de realidad virtual (Kim Heo, 2015). Investigaciones como esta han sido el punto de partida para establecer que el entrenamiento propioceptivo es también un modelo de prevención de lesión ya que ayuda en la estabilización de miembros inferiores.

Aunque existe gran variedad de entrenamientos de tipo propioceptivos no es fácil determinar el volumen e intensidad de los ejercicios así como sus progresiones en un programa, pensado en esto Cuğ, Duncan, Wikstrom, (2016) en Turquía quisieron comparar dos programas de entrenamiento propioceptivo, uno basado en repeticiones (sin discriminar la dificultad de los ejercicios), y otro basado en progresiones (en donde solo se puede avanzar a la siguiente fase si se ha completado la tarea anterior con un alto grado de calidad y eficiencia) 28 sujetos completaron 12 sesiones de entrenamiento propioceptivo de 30 minutos durante 4 semanas sobre superficie fija e inestable (BOSU), midiendo el equilibrio estático en una placa de fuerzas, el equilibrio dinámico con la prueba Star Excursión Balance Test (SEBT) y producción de fuerza de tobillo en los 4 planos cardinales (dorsiflexión, plantiflexión, inversores y evertores) con un dinamómetro, encontrando que los dos programas de entrenamiento mostraron respuestas significativas en equilibrio dinámico, estático y producción de fuerza del tobillo, y que son indiferentes dichas significancias la programación del volumen de trabajo, ya sea si este se da por progresión o por repetición.

Estas investigaciones evidencian que el equilibrio es una capacidad altamente educable, es una capacidad que viene condicionada por aspectos genéticos pero que del mismo modo es adaptativa, en la cual intervienen diversos aspectos como la fuerza del core y los miembros inferiores, tiene una estrecha relación con la movilidad y estabilidad de las articulaciones, responde de manera positiva a los trabajos de entrenamiento propioceptivo, de fuerza y elongaciones, del mismo modo es potenciante ya que permite desarrollar tareas cada vez más complejas y aporta en el desenvolvimiento del ser humano en

Investigación	Test	Programa	P valor
Yong & Lee, (2017)	Biodex Medical System Inc., USA	No específica.	(p>0.05).
Chuter, de Jonge, Thompson, & Callister, (2015)	Star Excursion Balance Test (SEBT)	8 semanas con 2 sesiones semanales sin especificación de intensidad	Vario entre (p<0.02) y el (p<0.08) según el caso.
(Anderson, Deluigi, Belli, Tentoni, & Gaetz, 2016)	Tandem Stance. Muscle recruitment was determined using root mean squared (RMS)	Entrenamiento de 3 veces por semana durante 4 semanas 50 minutos por sesión con una progresión de suelo a una superficie inestable (BOSU)	Vario entre (p<0.05) y el (p<0.01) según el caso.
Karakaya, Rutbil, Akpinar, Yildirim, & Karakaya, (2015)	kinesthetic ability trainer (Sport KAT Model 650-TS, LLC, USA)	10 sesiones, durante 2 semanas, con 10 ejercicios	(p<0.05)
Nam, Cha, & Kim, (2016)	(Good Balance, Metitur, Jyväskylä, Finland)	Trabajo propioceptivo en base estable e inestable con una duración de 4 semanas y 5 sesiones de 30 minutos	(p<0.05)
Brian, Cone, Susan, Levy, & Goble, (2015)	NeuroCom Balance Manager's Sensory Organization Test (SOT) and Limits of Stability (LOS) test	Jugando 7 juegos de Wii Fit exer-gamer por un tiempo de 30 a 45 minutos diarios durante 6 semanas.	Vario entre (p<0.02) y el (p<0.01) según el caso.
Kim & Heo (2015)	Biodex Balance System (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, USA)	Programa de entrenamiento en realidad virtual, durante un periodo de 4 semanas, 3 veces por semana con una intensidad de 30 minutos por sesión	(p<0.05)
Cuğ, Duncan, & Wikstrom, (2016)	Plataforma de fuerza. Star Excursion Balance Test (SEBT)	12 sesiones de entrenamiento propioceptivo de 30 minutos durante 4 semanas sobre superficie fija e inestable (BOSU).	(p<0.05)

Figura 1: Relación de estudios en población general.

su vida cotidiana. Al tener en cuenta todos estos aspectos se demuestra el afán de profesionales de diferentes disciplinas por profundizar en el estudio del equilibrio y las particularidades que lo determinan con programas propioceptivos por repeticiones, por progresiones, de simulación y hasta de realidad virtual, fundamentados en la investigación y con el fin de explorarla entenderla y desarrollarla.

En el ámbito deportivo los estudios sobre esta capacidad no se han quedado atrás y se han enfocado en la especificidad de la misma según cada modalidad deportiva, siendo preponderante la diversidad de cada una de ellas en diferentes aspectos. Evidenciaremos como en el deporte esta capacidad cobra una gran relevancia, se podrá observar como la especialización de esta capacidad coordinativa llega en el deporte a su más alta expresión, desde su prevención, estabilización, especialización, ramificación y recuperación.

### 3.2. Efectos de programas de estabilidad en el deporte.

En el entorno deportivo es bastante frecuente encontrar lesiones de miembros inferiores, especialmente esguinces de tobillo, esto es un problema a mediano y largo plazo porque puede recaer en inestabilidad crónica del tobillo y reincidencia en la lesión. Pensando en esto Sankaravel (2016) en la Sultan Idris Education University, Perak, Malaysia, determino los efectos de seis semanas de entrenamiento neuromuscular progresivo (PNM Training) sobre las ganancias de equilibrio estático entre los jóvenes atletas con antecedentes de esguinces de tobillo que involucra varios deportes reclutados de una comunidad universitaria, quienes participaron en 12 sesiones de trabajo durante cuatro semanas, cada una de 30 minutos, 3 veces a la semana, haciendo una evaluación pre y post entrenamiento con el balance error scoring system (BESS). Encontrando que un entrenamiento PNM puede mejorar el equilibrio estático en atletas jóvenes con antecedentes de esguinces de tobillo, (Sankaravel, 2016). Se evidencia a partir de estos autores que el equilibrio

y el entrenamiento propioceptivos están estrechamente ligados y que su entrenamiento aporta significativamente a la recuperación de lesiones de miembros inferiores como los esguinces de tobillo en atletas activos.

El equilibrio además de proporcionar estabilidad corporal en posturas estáticas es también determinante en la ejecución de deportes dinámicos como el baloncesto, donde se realizan cambios de dirección, (driblar, saltar, lanzar aterrizar entre otras maniobras), lo que aumenta el riesgo de sufrir lesiones de miembros inferiores, principalmente esguince de tobillo, por ello (Lee Kuang, 2016), de la Sultan Idris Education University, Perak Malaysia aplicaron programa propioceptivo en 14 deportistas voluntarios de baloncesto que demostraron mejoras en el equilibrio estático y dinámico, 7 a un grupo experimental que se sometió al programa de entrenamiento de equilibrio específico propioceptivo de 4 semanas de duración 3 veces por semana, y 7 a un grupo control que continuo su programa normal de entrenamiento, encontrando que el grupo experimental obtuvo mejoras estadísticamente significativas en relaciona a la pre intervención del programa, lo cual aporta en la prevención de lesiones de extremidades inferiores e indica que la capacidad coordinativa del equilibrio se articula con la estabilidad corporal, de manera tanto estática como dinámica en el ámbito deportivo.

Organizaciones deportivas a nivel mundial como la FIFA desarrollo un programa propioceptivo de calentamiento para la prevención de lesiones denominado "FIFA 11+" que ha tenido gran acogida y sobre el cual se han realizado diversas investigaciones, ejemplo de ello es la investigación de Dunsky, Barzilay, Fox, (2017) en Nueva Zelanda, quienes evaluaron el efecto del programa "FIFA 11+" sobre el equilibrio estático, dinámico y la precisión de las patadas, para ello veinte jóvenes futbolistas fueron asignados a grupos experimentales (n = 10) o de control (n = 10), el grupo experimental realizó el programa "FIFA 11+" tres veces por semana durante seis semanas mientras el grupo de control realizó su rutina normal de calentamiento; como resultados se obtuvieron medidas significativas en el grupo control sobre el equilibrio estático y medidas significativas en el grupo experimental sobre el equilibrio dinámico con mayor incidencia sobre la pierna izquierda.

Así como en deportes de cohorte dinámico y de enfrentamiento se ve reflejada la acción del equilibrio, en deportes de arte y precisión, esta capacidad se ve altamente desarrollada como en el tiro con arco, donde los atletas deben mantener una interrelación entre la distribución de su peso corporal, la respiración, la estabilidad y la concentración para acertar en el objetivo del disparo. (Park, Hyun, Jee, 2016) de Corea encontraron que el fortalecimiento del Core con la técnica de Pilates en 3 sesiones semanales durante 12 semanas mejora el desempeño del deportista, ya que permite mantener el centro de masa dentro de la base de sustentación, incrementando el balance y minimizando las oscilaciones corporales al momento de ejecutar el disparo con arco. Así pues la estabilidad del centro de masa tiene una estrecha relación con la ejecución y la efectividad del disparo en esta disciplina deportiva.

Investigacion	Test	Programa	P valor
Sankaravel, M. (2016)	Balance error scoring system (BESS)	Seis semanas progresivas de entrenamiento neuromuscular (PNM)	(P >0.05).
Lee & Kuang, (2016)	Balance error scoring system (BESS)	Cuatro semanas de un programa específico de entrenamiento de equilibrio.	Vario entre (p<0.000) - (p<0.037) Según el caso.
Dunsky, Barzilay, & Fox, (2017)	Balance Error Scoring System. Y Balance Test	Programa FIFA 11+	Vario entre (p<0.01) - (p<0.05) Según el caso.
Park, Hyun, & Jee, (2016)	Center of Pressure measuring. Limits of stability recorded by this Balance System.	Programa de estabilidad del core desde el Pilates (PCS)	(P >0.05).
Silva, Mrachacz-Kersting, Oliveira, & Kersting, (2018)	Electromiografía (EMG)	cuatro semanas de entrenamiento en tabla de bamboleo (TB)	(p < 0.002).

Figura 2: Relación de estudios sobre efectos de programas de estabilidad en el deporte.

En otros deportes las estrategias de recuperación del equilibrio son diferentes como en el surf, donde la base de sustentación está en constante movimiento y el cuerpo debe hacer reajustes continuos para mantenerse sobre la tabla a la hora de tomar una ola, pensando en ello Silva, Mrachacz-Kersting, Oliveira, Kersting, (2018), estudiaron los mecanismos de control motor para sostenerse en superficies móviles en comparación a superficies firmes, veinte hombres sanos fueron asignados al azar a un grupo de control (9) o de entrenamiento (11) todos deportistas recreativos activos con prácticas entre 3 a 5 veces por semana.

El grupo experimental realizó 4 semanas de entrenamiento en una tabla de bamboleo, inicialmente a los participantes se les pidió que realizaran 330 s en una sola pierna parados sobre una plataforma de fuerza, la cual fue considerada como una superficie firme, luego se les pidió a los participantes que realizaran una sesión de pie en una sola pierna sobre la tabla de bamboleo TB, pidiendo que mantuvieran la tabla plana (inclinación de 0) tan quietos como fuera posible durante el mayor tiempo dentro de un período de 60 segundos, se registraron señales por electromiografía mostrando que el entrenamiento de equilibrio mejoró el rendimiento mientras se estaba de pie sobre una tabla de bamboleo TB, al aumentar la contribución de la velocidad del tronco y de las piernas para contrarrestar las oscilaciones del tablero. Un mejor control de los movimientos permitió estar más tiempo de pie en la tabla y redujo la actividad de la pierna, lo que indica que el entrenamiento del TB se concentra sobre la coordinación general del cuerpo y no solo sobre la acción de los miembros inferiores.

En el equilibrio intervienen varios factores, como el visual encargado de determinar la distancia de los objetos y la ubicación en el espacio, el aparato muscular desde sus husos musculares y aparato de Golgi enviando señales propioceptivas al cerebro del estado del cuerpo, o el aparato vestibular el cual orienta al cerebro de la posición de la cabeza en relación al tron-

co y el espacio, todos estos confluyen entre sí para conformar el sistema propioceptivo encargado del equilibrio. Según cada modalidad deportiva este sistema se adapta a las necesidades de las mismas, ya sean estabilizadoras de miembros inferiores para la prevención o tratamiento de lesiones he inestabilidades crónicas del tobillo como es el caso del basquetbol y el futbol, para crear firmeza u disminuir las oscilaciones generales del cuerpo creando precisión y exactitud como es el caso del tiro con arco, o haciendo adaptaciones generales corporales como estrategias de recuperación del equilibrio como en el surf, se ve en este sentido como el equilibrio se ajusta a las demandas establecidas para cada modalidad deportiva y como todos los trabajos propioceptivos generales y específicos impactan sobre estas demandas.

Evidenciamos en el primer apartado de este artículo como se ha abordado el equilibrio en población general, una capacidad educable y adaptativa, responde a las necesidades que demande la actividad a la cual sea puesta a prueba y tiene diversos métodos para su entrenamiento. Por otra parte en el ámbito deportivo en la segunda unidad se observa como esas adaptaciones específicas del equilibrio cumplen papeles importantes en la consecución del rendimiento y como van cambiando hacia cada modalidad deportiva cumplimiento un papel preponderante como en el surf o un papel secundario pero no menos importante como en el baloncesto. En la siguiente sección se ampliará este panorama dando paso a investigaciones que han aportado en esta área de conocimiento, comparando población deportiva con población general y haciendo paralelos entre modalidades deportivas.

### 3.3. Comparativos

Las investigaciones sobre esta capacidad coordinativa también han sido abordadas desde la comparación de atletas activos con relación a población general, en el futbol por ejemplo se evaluó la lateralidad de las piernas de 9 jóvenes futbolistas y 19 jóvenes no deportistas, quienes fueron sometidos a tres sesiones de medición (una cada seis meses). Entre las pruebas aplicadas se incluyeron la diferenciación quinesésica y equilibrio estático, se observaron diferencias entre los resultados de las piernas izquierda y derecha en las jugadoras de fútbol, indicando cambios en la diferenciación entre la lateralidad de las piernas, mientras en la prueba de equilibrio estático, se evidencio especialización de los miembros inferiores debido a la formación de movimientos asimétricos con valores estadísticamente significativos, (Antosiak-Cyrak, Wiczyński, Rostkowska, 2015). Esto nos muestra una evidencia de las adaptaciones neurofisiológicas positivas que se dan sobre el equilibrio a la hora de mantener una práctica deportiva en largos periodos de tiempo. Siguiendo esta misma línea de investigación en el futbol otros autores como Thompson, Badache, Cale, Behera, Zhang, (2017) en Estados Unidos evaluaron el rendimiento de equilibrio entre atletas de fútbol y no atletas a través de parámetros de desplazamiento y velocidad extraídos de una plataforma de centro de presión (COP) en cuatro condiciones de ensayo: (1) postura erguida/ojos abiertos, (2) postura erguida/ojos cerrados, (3) tándem/ojos abiertos, (4) tándem/ojos cerrados para

cada condición, cuatro conjuntos de datos de 30 segundos fueron grabados, con un grupo de 12 sujetos atletas universitarios de fútbol y 12 sujetos no atletas, los parámetros COP mostraron una mayor inclinación en los no deportistas en comparación con los atletas activos, lo que demuestra la mejor capacidad de estos para controlar su equilibrio. La relevante influencia en el rendimiento atlético hacia el equilibrio estático evidencia un mejor desempeño a la hora de contrarrestar los efectos de la gravedad sobre la posición erguida.

Otros autores han ondeado en la investigación trabajando con una población que empieza la fase sensible del equilibrio, evaluando aptitud motriz en jóvenes deportistas en comparación con población general, en donde el propósito de la investigación era definir los cambios de la aptitud motora en la práctica de natación de las niñas en fase inicial de entrenamiento en un periodo de un año de duración, los sujetos de la investigación fueron 85 niñas de 7 años de edad (1er año de primaria), incluyendo 36 chicas en el grupo de natación miembros del Club Municipal de Natación de Szczecin y 49 chicas en el grupo de control que asistieron a las mismas escuelas primarias, se demostró una mejoría estadísticamente significativa de los resultados en ambos grupos en comparación con el primer examen, encontrando cambios en el equilibrio general, flexibilidad, fuerza estática, fuerza funcional y agilidad, con mayor proporción en las chicas que practicaban natación. (Eider, 2015). Lo que confirma el desarrollo de la fase sensible del equilibrio que empieza a partir de esta edad y que se potencializa si se realiza una actividad deportiva constante.

Estas mismas conclusiones han sido establecidas en otros deportes por otros autores, quienes afirman los beneficios que se dan sobre el equilibrio estático y dinámico al ser deportistas activos, Ateş, (2017) evaluaron el rendimiento de equilibrio estático y dinámico en estudiantes adolescentes regulares de 12 a 14 años de edad, y deportistas regulares de voleibol con al menos 2 años consecutivos de práctica, evaluando una prueba de equilibrio estático de pierna única (Single Leg Stance Balance, SLSB) y una prueba de equilibrio dinámico Star Excursion Balance Tests (SEBT), que mide las distancias relacionadas en anterior (ANT), posterolateral (PL), posteromedial (PM), y una puntuación compuesta (COMP); comparando las puntuaciones de medias de las extremidades entre los grupos de equilibrio estático y equilibrio dinámico, los resultados de las puntuaciones posterolateral (PL) y compuesta (COMP) de ambas piernas y la puntuación de equilibrio estático de la pierna izquierda se encontraron más altos en el grupo que ha jugado voleibol regularmente reafirmando el hecho que practicar una actividad deportiva de forma constante aporta en los mecanismos de estabilidad postural tanto dinámico como estático.

Otras investigaciones realizadas sobre esta capacidad coordinativa evidencian que diferentes actividades deportivas generan diversas adaptaciones al equilibrio según, Baccouch, Rebai, Sahli. (2015), encontraron que el control del balance varía de acuerdo con la disciplina deportiva, comparando 3 grupos de adolescentes, atletas nadadores, practicantes de kung fu y ado-

lescentes sin ningún tipo de experiencia deportiva, estos investigadores hallaron que la población general tenían un menor control del balance postural en comparación con los deportistas, a la par los practicantes de Kung Fu tiene un mejor control del balance bipedal y monopodal con estimulación visual, mientras que los deportistas nadadores desarrollaron un mejor equilibrio en condiciones de ausencia de estimulación visual. Así pues se hace evidente que un desenvolvimiento en cualquier disciplina deportiva genera unas adaptaciones específicas sobre el equilibrio, y que dichas adaptaciones generan un mayor control corporal en comparación con poblaciones sedentarias.

¿Si las condiciones de entrenamiento de estos deportistas reflejan mejorías en el equilibrio, varían las estrategias de recuperación del equilibrio de una disciplina deportiva a otra?, investigadores interesados en este tema compararon las estrategias que se adoptan para mantener el equilibrio en 8 no atletas NA, 8 deportistas que entrenan en superficies estables ESE (como baloncesto) y 8 deportistas que entrenan en superficies inestables ESI (como los surfistas), quienes realizaron cinco ensayos de 20-s en condiciones experimentales diferentes incluyendo una condición estática y cuatro condiciones dinámicas en una plataforma de fuerza que se traslada en los planos anteroposterior (AP) y mediolateral (ML) utilizando mecanismos de retroalimentación de fuerza positivo y negativo calculando la entropía aproximada (ApEn) y la distancia cuadrática media (RMS) del centro de presión (CoP). Hallando que las condiciones dinámicas de prueba resultaron en una significativa disminución en ESI en los ejes Ap y ML en la regularidad del movimiento, aunque existiera un aumento de oscilaciones en todas las condiciones de retroalimentación y en todas las direcciones, en comparación con los ESE y los NA, (Williams B Murray N Powel D, 2016). De esta manera se demostró que los mecanismos de recuperación del equilibrio varían según la disciplina deportiva practicada ya sean de base estable o inestable, según la dinámica de movimiento y el gesto deportivo.

Otros investigadores llegaron a la misma conclusión al evaluar los métodos de entrenamiento del equilibrio, el objetivo del estudio era investigar la especificidad de las adaptaciones neuromusculares en respuesta a dos modalidades de intervención de equilibrio, clásico entrenamiento sensomotor (SMT) usando una base inestable hacia la articulación del tobillo, y el entrenamiento de equilibrio reactivo (RBT) usando perturbaciones aplicadas externamente para deteriorar el equilibrio (Freyler, Krause, Gollhofer, Ritzmann, 2016) encontraron que el rendimiento del equilibrio mejoró en ambos grupos de intervención en todos los modelos de prueba, los cambios porcentuales y el tamaño de los efectos diferían en función del modelo. Cuando el entrenamiento y el paradigma coincidieron, los efectos se incrementaron. Estas especificidades fueron acompañadas de distinciones segmentarias neuromusculares con un mayor énfasis en la región proximal en el grupo RBT y en el segmento distal en el grupo SMT. Es por ello importante establecer cuál es el mejor método de entrenamiento propioceptivo según la modalidad deportiva que se trabaje, a fin de obtener los resultados esperados y mantener una concordancia entre la disciplina de-

Investigación	Test	Comparación	P valor
(Antosiak-Cyrak, Wiczynski, & Rostkowska, 2015)	Static balance (SB) Functional asymmetry of the legs (FAL)	Futbol Vs población general.	Vario entre (p<0.004) - (p<0.040) Según el caso.
Thompson, Badache, Cale, Behera, & Zhang, (2017)	Center for Biomechanical & Rehabilitation Engineering Laboratory	Futbol Vs población general.	Vario entre (p<0.001) - (p<0.05) Según el caso.
Eider, P. (2015)	Flamingo Balance TestSit-and-Reach Test	Nadadoras Vs población general.	Vario entre (p<0.078) - (p<0.0001) Según el caso.
Ates, B. (2017)	Y balance test. Single Leg Stance Balance Test	Voleibol Vs población general	(p<0.05).
Baccouch, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2015)	Center of pressure (CoP) excursions were registered in upright bipedal and unipedal stances	Kun Fu Vs nadadores Vs población general.	(p<0.05).
Williams B Murray N, & Powell D. (2016)	Plataforma de fuerza.	Surfistas Vs Basquetbolistas Vs población general.	Vario entre (p<0.001) - (p<0.050) Según el caso.
Freyler, K., Krause, A., Gollhofer, A., & Ritzmann, R. (2016)	Protocol 1Dspinning top (ST). Protocol 2Dswinging platform (SP). Protocol 3DTransfer task with cognitive interference (CI).	Entrenamiento sensorio-motor (SMT) Entrenamiento reactivo de equilibrio (RBT)	(P<0.05)

Figura 3: Estudios de Comparación entre programas de estabilidad en el deporte.

portiva, el método de entrenamiento y la salud del deportista.

Observamos en este apartado que existen diferencias marcadas entre deportistas y población general en relación al equilibrio, lo que indica que la práctica deportiva regular fortalece todo el sistema propioceptivo. También se evidencia este fenómeno en distintas modalidades deportivas en relación a la especialización del equilibrio, como en el caso de los practicantes de Kun Fu al mantener un mejor control del balance bipedal y monopodal con estimulación visual, mientras los nadadores desarrollaron un mejor equilibrio en condiciones de ausencia visual. En las estrategias de recuperación del equilibrio, según si la base de apoyo es estable o inestable como es el caso del baloncesto y el surf, o a los modelos de entrenamiento específicos para cada modalidad deportiva, siendo los entrenamientos clásicos sensoriomotrices (SMT) los más acordes para trabajos de tipo distal y los entrenamientos de tipo reactivo (RBT) para trabajos deportivos de cohorte más proximal.

En este último apartado podremos ver como esta capacidad física es tan altamente adaptativa que puede llegar a diferir no solo entre disciplinas deportivas, sino también en atletas del mismo deporte, según la dominancia de la pierna ya sea esta derecha o izquierda, o en la tarea que se realice en relación a los grupos musculares que intervienen en ella y los ángulos de ejecución de la tarea.

### 3.4. Correlacionales

Existen otros estudios de tipo correlacional donde evalúan diferentes variables, según Carroll, (2013) de la Coastal Carolina University en Estados Unidos evaluó 11 atletas porristas universitarias implementando un cuestionario sociodemográfico y una batería de test de equilibrio que constaba de Time Up To Go, Five Times Sit To Stand, Riesgo de Caída y Limite de Estabilidad (en Biodex Balance) encontrando que los atletas porristas son muy susceptibles a tener riesgo de caídas, ya que el

63.6 % de las animadoras experimentaron una caída mientras que el 45 % reportó lesiones en las extremidades inferiores debido a la participación en su deporte, además que se encontró que el riesgo de caída era más significativo en deportistas cuya función es ser base, que en aquellos cuya función es ser flyer y que el riesgo de caídas estaba fuertemente correlacionado con lesiones previas. Encontramos en este estudio como las adaptaciones deportivas no solo suceden entre modalidades deportivas diferentes sino también entre atletas de la misma disciplina deportiva según su especialidad en el deporte.

Por otra parte también se han realizado estudios correlacionales de análisis de la activación muscular de los miembros inferiores como es el caso de Wang, Ji, Jiang, Liu, Jiao, (2016), en China, quienes estudiaron la correlación entre la propiocepción, la fuerza muscular y el equilibrio en veinticuatro estudiantes universitarias de la Universidad Normal de Beijing. Se utilizó un sistema de pruebas de equilibrio (Biodex Balance System, BBS) y un sistema de pruebas isocinéticas (Biodex System 4, BS4) donde se midió la activación muscular de la articulación de la rodilla a 15 y 45 grados de flexión donde se analizó la posición del atleta en dos piernas DPA pierna única del atleta PUA y límite de estabilidad del atleta LDE con los ejes Ateroposterior AP, Mediolateral ML y posterolateral PL del pie. Se pidió a los sujetos que completaran las tareas direccionales mostradas en una pantalla lo más rápidamente posible, con las direcciones mostradas al azar. Se realizaron un total de 3 pruebas, a intervalos de 5 segundos, y se utilizó la tercera prueba para obtener los resultados. Concluyendo que cuando la articulación de rodilla se ajusta a 15, La relación entre el cuádriceps y la fuerza de los tendones de la corva (Q/H) se correlacionó significativamente con PUA-ML ( $p_i0.01$ ), y se correlacionó significativamente con PUA-General ( $p_i0.05$ ), Cuando la articulación de rodilla se encuentra a 45, la relación entre el cuádriceps y la fuerza de los tendones de la corva Q/H tiene una correlación muy significativa con LDE –en tiempo, LDE-General, PUA -AP, y PUA -General ( $p_i0.01$ ). Lo cual nos indica que la correlación entre la propiocepción, la fuerza muscular y el equilibrio varía en relación a la posición de los ángulos de las articulaciones de la pierna, sin embargo existe una activación importante de la musculatura los cuádriceps y los isquiotibiales en mayor o menor medida según dicha posición.

El ser humano tiene diferentes estrategias de control mantenimiento y recuperación del equilibrio, no obstante estas estrategias difieren según la dominancia de la pierna, (Promsri, Haid, Federolf, 2018) estudiaron 26 adultos jóvenes a partir de su pierna preferida para tareas dinámicas y estáticas, los movimientos posturales durante una pierna de pie se registraron con un sistema estándar de captura de movimiento basado en marcadores, cuantificando un valor relativo de componentes de movimiento según frecuencia y regularidad, revelando que las estrategias de control y mantenimiento del equilibrio difieren de la pierna dominante a la no dominante, así como también que la dominancia de la pierna en algunos casos difiere según la tarea, ya que esta sea de tipo estático o dinámico, por lo que recomiendan tener en cuenta los efectos del movimiento en la

Investigación	Sistema de evaluación	Correlación		P Valor
		variable 1	Variable 2	
Caroll (2013)	Biodex Balance System	Fusion del deportista	Riesgo de caída	(p<0.05)
Wang, Ji, Jiang, Liu, & Jiao, (2016)	Biodex Balance System	Grado de flexión de rodilla 15° o 45°	Accion de la musculatura del cuádricep y el isquiotibial.	Vario entre (p<0.01) - (p<0.05) Según el caso.
(Promsri, Haid, & Federolf, 2018)	Sistema estándar de captura de movimiento basado en marcadores	Preferencia en la tarea	Dominancia de la pierna	Vario entre (p<0.01) - (p<0.05) Según el caso.
(Tae-Gyu & Jong-Chul, 2015)	Biodex Balance System	Fusion del deportista	Fuerza isocinetica del tobillo	Vario entre (p<.05) - (p<.01) Según el caso.

Figura 4: Estudios de Correlación entre programas de estabilidad en el deporte.

dominancia de los miembros inferiores, concluyendo también que el mantener una postura erguida en una sola pierna debe ser visto más como una tarea dinámica que como una tarea estática.

En el deporte se crean adaptaciones específicas del equilibrio según la modalidad deportiva, sin embargo existen deportes en donde las funciones de los deportistas varían de acuerdo a su posición o labor (Tae-Gyu Jong-Chul, 2015) estudiaron esta característica en jugadoras profesionales de hockey sobre césped, analizando la correlación del equilibrio estático y dinámico en la fuerza isocinetica del tobillo según su función, defensiva, mediocampista o delantera encontrando que el equilibrio estático y dinámico de los delanteros estaba estrechamente relacionado con la fuerza isocinética de los evertores y flexores dorsales concéntrica y excéntrica, y el equilibrio dinámico de los centrocampistas estaba estrechamente relacionado con la fuerza isocinética de los flexores dorsales concéntrica y excéntrica. Estos resultados indican que el equilibrio de los jugadores de hockey se correlaciona con las fuerzas isocinéticas del tobillo y el tipo de contracción, dependiendo de la posición de los jugadores. Algunos estudios sugieren que los niveles avanzados de equilibrio en atletas altamente experimentados pueden ser el resultado de ejercicios repetitivos que influyen en las respuestas motoras, o estas habilidades avanzadas de los atletas pueden estar relacionadas con el movimiento propioceptivo y visual. (Ateş, 2017) esto sugiere que en deportes de conjunto donde existen diversas funciones en los deportistas, pueden llegar a existir otras adaptaciones a las estrategias de mantenimiento control y recuperación del equilibrio, más aun cuando estas funciones son muy divergentes como por ejemplo en el caso del cheerleading.

Se ha expuesto como esta capacidad coordinativa se desarrolla y especializa de forma diferente tanto en población general como en deportistas, entre deportistas de la misma modalidad deportiva según su función en el deporte, así como también la función del atleta dentro del deporte determina en cierta medida su riesgo de lesión, como según la tarea a realizar y

los ángulos de las articulaciones que se ejercen para desarrollar dicha tarea difieren en relación a una activación muscular específica, y como esto tiene una estrecha relación con las estrategias de mantenimiento, control y recuperación del equilibrio de manera bipodal o de la pierna predominante.

#### 4. Conclusiones

Los estudios realizados a población no atleta se enfatizan en el trabajo propioceptivo de miembro inferiores y fortalecimiento del core, Esto indica que un programa de entrenamiento propioceptivo y fortalecimiento del core tiene una estrecha relación en el equilibrio estático, dinámico y ajuste postural.

Los rangos articulares juegan un papel importante en el mantenimiento y restauración del equilibrio tanto dinámico como estático, así como también en la prevención de lesiones y la estabilidad postural, principalmente en la articulación del tobillo, siempre y cuando no exista inestabilidad funcional en esta articulación.

Los trabajos de entrenamiento propioceptivo en personas no atletas tienden a tener mejoras significativas si se realizan sobre bases inestables o superficies móviles, ya que estimulan en mayor medida las cadenas musculares estabilizadoras encargadas del mantenimiento del equilibrio.

El trabajo con consolas de video juegos ya sea con ejercicios propioceptivos funcionales o con juegos de equilibrio de realidad virtual, han mostrado resultados significativos, pero aún existen pocas investigaciones que aborden este modelo.

Los programas propioceptivos son indiferentes frente a su metodología en la programación del volumen de trabajo, ya sea esta esté determinada por repeticiones u por progresiones, siendo ambas igualmente efectivas.

El entrenamiento propioceptivo es altamente efectivo tanto en la prevención como en el tratamiento y recuperación de lesiones, principalmente esguinces de tobillo.

El equilibrio es una capacidad altamente adaptativa, por consiguiente es específica para cada disciplina deportiva y divergente en su desarrollo u entrenamiento. Así mismo existen diferencias marcadas entre cada disciplina deportiva por su adaptación que determinan mayores valores de estabilidad en pruebas de equilibrio dinámico y estático según su especificidad deportiva.

La población atleta en general ha demostrado resultados significativos en evaluaciones de equilibrio estático y dinámico en relación a la población no atleta.

La activación muscular y las cadenas musculares que se ejercen, varían según los grados de las diferentes articulaciones en función a la especificidad del deporte u al rol del atleta dentro del mismo.

Las estrategias de control, mantenimiento y recuperación del equilibrio difieren entre la pierna dominante y no dominante, así como la dominancia de la pierna varía según la tarea que se ejecute.

Dichas estrategias varían no solo entre disciplinas deportivas sino también entre la función del atleta dentro del mismo

deporte, por ende se sugiere establecer mecanismos de entrenamiento específicos a las adaptaciones de mantenimiento control y recuperación del equilibrio en función al atleta.

### English Summary

#### Review of balance research trends in the motor actions of the general population and sports.

#### Abstract

The coordinating capacity of balance has been highly addressed in recent years, mainly in proprioceptive programmers, comparative and correlational studies in various fields: healthy adults, prevention and recovery of injuries, mechanisms for maintaining and restoring balance, among others. There are many gaps in the sports field, since it is a highly moldable capacity that generates specific adaptations according to the type of sport practiced. The objective of this review is to make a general compendium of the state of research of this coordination capacity approached from the motor action in general population and sport as well as the diverse factors that influence it, as the muscular relations, genetic conditions, systems of maintenance and recovery of the balance, sport modality and laterality. Revealing data were found such as that the activation of muscle chains vary according to the degrees of the joints in function of the specificity of the sport in relation to the balance, that the strategies of maintenance and recovery of the balance vary not only between sports disciplines but also between the function of the athlete within the same sport, as well as that these strategies differ between the dominant and non-dominant leg in the same athlete.

#### Keywords:

Balance, proprioception, specific adaptations, general population or non-athlete and athletes.

### Agradecimientos

Sin agradecimientos.

### Referencias

1. Anderson, G. S., Deluigi, F., Belli, G., Tentoni, C., Gaetz, M. B. (2016). Training for improved neuro-muscular control of balance in middle aged females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(1), 10-18.
2. Antosiak-Cyrak, K. Z., Wiczyński, G., Rostkowska, E. M. (2015). Laterality of the legs in young female soccer players. *Human Movement*, 16(4), 189-194.
3. Ateş, B. (2017a). Investigation of static and dynamic balance performances of female student-athletes and non-athletes between 12 and 14 years of age. *Journal of Physical Education and Sport Science*, 11, 1-8.
4. Avella, R., Maldonado, C., Ramos, S. (2015). Entrenamiento Deportivo Con Niños - Librería Deportiva.
5. Baccouch, R., Rebai, H., Sahli, S. (2015). Kung-fu versus swimming training and the effects on balance abilities in young adolescents. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 16(4), 349-354.
6. Carroll, C. (2013). Assessment of Balance in Collegiate Cheerleaders: Is Implementing a Balance Training Program a Good Idea? 9.
7. Cha, H. G., Lee, B. J., Lee, W. H. (2016). The effects of horse riding simulation exercise with blindfolding on healthy subjects' balance and gait. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(11), 3165-3167.
8. Chuter, V. H., de Jonge, X. A. K. J., Thompson, B. M., Callister, R. (2015). The efficacy of a supervised and a home-based core strengthening programme in adults with poor core stability: A three-arm randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 395-399.
9. Cone, B. L., Levy, S. S., Goble, D. J. (2015). Wii Fit exer-game training improves sensory weighting and dynamic balance in healthy young adults. *Gait Posture*, 41(2), 711-715.
10. Cuğ, M., Duncan, A., Wikstrom, E. (2016). Comparative Effects of Different Balance-Training-Progression Styles on Postural Control and Ankle Force Production: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*, 51(2), 101-110.
11. Dunskey, A., Barzilay, I., Fox, O. (2017). Effect of a specialized injury prevention program on static balance, dynamic balance and kicking accuracy of young soccer players. *World Journal of Orthopedics*, 8(4), 317-321.
12. Eider, P. (2015). Changes in motor skills of children who train sports swimming at the initial stage of school education (in annual training cycle). *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 19(12), 109-119.
13. Freyler, K., Krause, A., Gollhofer, A., Ritzmann, R. (2016). Specific Stimuli Induce Specific Adaptations: Sensorimotor Training vs. Reactive Balance Training. *PLOS ONE*, 11(12), e0167557.
14. Karakaya, M. G., Rutbíl, Hi., Akpınar, E., Yildirim, A., Karakaya, İ. Ç. (2015). Effect of ankle proprioceptive training on static body balance. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3299-3302.
15. Kim, K.-J., Heo, M. (2015). Effects of virtual reality programs on balance in functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3097-3101.
16. Lee, A. C., Kuang, P. F. (2016). The effectiveness of sports specific balance training program in reducing risk of ankle sprain in basketball [Text].
17. Nam, H.-C., Cha, H.-G., Kim, M.-K. (2016). The effects of exercising on an unstable surface on the gait and balance ability of normal adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2102-2104.
18. Park, J.-M., Hyun, G.-S., Jee, Y.-S. (2016). Effects of Pilates core stability exercises on the balance abilities of archers. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 553-558.

19. Promsri, A., Haid, T., Federolf, P. (2018). How does lower limb dominance influence postural control movements during single leg stance? *Human Movement Science*, 58, 165-174.
20. Sankaravel, M., Lee, J. L. F., Boon, O. K., Jeganathan, S. (2016). Effect of neuromuscular training on balance among university athletes. *International Journal of Physiotherapy*, 3(3), 385-389.
21. Silva, P. de B., Mrachacz-Kersting, N., Oliveira, A. S., Kersting, U. G. (2018). Effect of wobble board training on movement strategies to maintain equilibrium on unstable surfaces. *Human Movement Science*, 58, 231-238.
22. Tae-Gyu, K., Jong-Chul, P. (2015). Relationship between Balance and Isokinetic Strength of Ankle Joint by Playing Position of Elite Female Field Hockey Players. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(19).
23. Thompson, L. A., Badache, M., Cale, S., Behera, L., Zhang, N. (2017). Balance Performance as Observed by Center-of-Pressure Parameter Characteristics in Male Soccer Athletes and Non-Athletes. *Sports*, 5(4), 86.
24. Wang, H., Ji, Z., Jiang, G., Liu, W., Jiao, X. (2016). Correlation among proprioception, muscle strength, and balance. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(12), 3468-3472.
25. Williams B Murray N, Powel D. (2016). Athletes who train on unstable compared to stable surfaces exhibit unique postural control strategies in response to balance perturbations. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1): 70-76
26. Yong, M.-S., Lee, Y.-S. (2017). Effect of ankle proprioceptive exercise on static and dynamic balance in normal adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(2), 242-244.