UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EFECTO DEL PROGRAMA DE LA FIFA 11+ PARA FUTBOLISTAS EN LA COORDINACIÓN, BALANCE Y FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES

OMAR DANILO GUERRERO OSMA

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento del Movimiento Corporal Humano

Maestría Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Bogotá D.C., Colombia

2016

EFECTO DEL PROGRAMA DE LA FIFA 11+ PARA FUTBOLISTAS EN LA COORDINACIÓN, BALANCE Y FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES

Omar Danilo Guerrero Osma

Tesis o trabajo de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Director:

Medico Mauricio Serrato Roa

Línea de Investigación:

Deporte

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento del Movimiento Corporal Humano

Maestría Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Bogotá D.C., Colombia

2016

A mi hermosa H I J A

Agradecimientos

A Dios que es mi guía quien bendice mi vida.

A mi amada Esposa por estar conmigo en estos momentos tan difíciles de mi vida y porque ella es quien ilumina mi camino Te amo.

A Mauricio por su colaboración en la ejecución de este trabajo.

A los jurados Erika y William por su aporte en mejorar la calidad de presentación de este trabajo.

A Darío Mendoza y Danny Sanjuanelo quienes realizaron la estadística del trabajo.

Resumen

Según la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA) en el deporte de futbol se encontraban registrados para el año 2008 más de 270 millones de jugadores y se ha notado una creciente incidencia de lesiones deportivas en los jugadores, principalmente en miembros inferiores. Por tal razón el objetivo de esta investigación fue: determinar el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los futbolistas de la categoría 98 y 99 (prejuvenil) del equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club de la ciudad de Bogotá, se diseñó como un ensayo clínico no controlado. Se tuvieron dos grupos de adolescentes uno con la intervención de calentamiento del programa de la FIFA 11+ y otro grupo control que continuo ejecutando su calentamiento convencional con balón, por un periodo de 10 semanas con n=91. Se aplicó un modelo de anova factorial (2x2x4), para diseños mixtos para cada variable, para las comparaciones múltiples se empleó el análisis pos hoc de Bonferroni. Todos los análisis tuvieron una significancia de p <= 0,05. Para la evaluación se utilizó la plataforma de presión COBS en pruebas de apoyo unipodal con ojos abiertos y cerrados y prueba de salto con contra movimiento. Conclusiones a pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas comparadas con el calentamiento convencional con balón, el programa de calentamiento de la FIFA 11+ si mejora la coordinación y el balance. La mayor diferencia encontrada se presenta en la medición de fuerza expresada en Newton a través de la prueba de salto contra movimiento, en donde el incremento en el grupo control fue de 1,04% y en el grupo experimental fue de 4,18%.

Palabras clave: FIFA 11+, propiocepción, fuerza, balance, coordinación, plataforma COBS.

Abstract

According to the International Federation of Association Football (FIFA) in the sport of football they were registered for 2008 more than 270 million players and has noticed an increased incidence of sports injuries in players, mainly in the lower limbs. For this reason the objective of this research was to determine the effect of the FIFA 11+ program in coordination, balance and strength of the lower limbs of the players of the category 98 and 99 (prejuvenil) team FORTALEZA C.E.I.F. Fútbol Club Bogotá, was designed as an uncontrolled clinical trial. Two groups of teenagers one intervention heating FIFA 11+ program and a control group continued running its conventional heating ball for a period of 10 weeks n = 91 were taken. a model of factorial ANOVA (2x2x4), for mixed designs for each variable, for multiple comparisons was applied the Bonferroni post hoc analysis was used. All analyzes had a significance of p <= 0.05. COBS pressure platform was used for evaluation tests unipodal support open and closed eyes and jump test against movement. Conclusions despite not find statistically significant differences compared to conventional heating balloon, the heating program of FIFA 11+ if it improves coordination and balance. Most found difference is in measuring force expressed in Newton through the jump test against movement, wherein the increase in the control group was 1.04% and the experimental group was 4.18%.

Keywords: FIFA 11+, proprioception, strength, balance, coordination, COBS platform.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **VII**

Lista de figuras ..... **XI**

Lista de tablas ..... **XII**

Introducción **1**

1. Capítulo Planteamiento del Problema y Marco Teórico **3**
1.1 ANTECEDENTES (JUSTIFICACION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA) 3
1.2 CONCEPTOS TEORICOS 7
1.2.1 Plataforma COBS 9
1.2.2 Coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores 11
1.2.3 Propiocepción, aprendizaje y control motor 18
1.2.4 Entrenamiento propioceptivo coordinación balance y fuerza 26
1.2.5 FIFA 11+ 33
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACION 34
1.3.1 Formulación de hipótesis alternativa 34
1.3.2 Formulación de hipótesis nula 34

2. Capítulo Metodología **35**
2.1 OBJETIVOS 35
2.1.1 Objetivo general 35
2.1.2 Objetivos específicos 35
2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION 36
2.3 POBLACION Y MUESTRA 36
2.3.1 Criterios de inclusión 37
2.3.2 Criterios de exclusión 37
2.4 LUGAR DE REALIZACION 37
2.5 RECURSOS 38
2.6 ASPECTOS ÉTICOS 38
2.7 SISTEMATIZACION Y ANALISIS DE DATOS 39
2.8 PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO 39
2.9 CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO 45

3. Capítulo Resultados **47**
3.1 APOYO UNIPODAL OJOS ABIERTOS 48
3.2 APOYO UNIPODAL OJOS CERRADOS 53
3.3 SALTO CONTRA MOVIMIENTO 58

4. Capítulo Discusión 63

5. Capitulo Conclusiones y recomendaciones 69
5.1 CONCLUSIONES 69
5.2 RECOMENDACIONES 70

A. Anexo: Consentimiento Informado 71

B. Anexo: Asentimiento Informado 73

Bibliografía 75

Lista de figuras

Pág.

1 Grafica Distribución poblacional en grupo experimental y control 47
2 Grafica Índice de Coordinación comparativo en los grupos experimental y control..... 49
3 Grafica Índice de variación comparativo en los grupos experimental y control 51
4 Grafica Índice de coordinación comparativo en los grupos experimental y control 54
5 Grafica Variación comparativo en los grupos experimental y control 56
6 Grafica Fuerza comparativa en los grupos experimental y control..... 59

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1 Descriptivo de evaluación apoyo unipodal ojos abiertos 48
Tabla 2 Descriptivo de evaluación apoyo unipodal ojos cerrados 53
Tabla 3 Comparativo evaluación fuerza entre grupos experimental y control 58

Introducción

Según la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA) en el deporte de futbol se encontraban registrados para el año 2008 más de 270 millones de jugadores y se ha notado una creciente incidencia de lesiones deportivas en los jugadores, con predominio en miembros inferiores. Los futbolistas forman parte de un grupo vulnerable a presentar lesiones, no sólo por el nivel de exigencia en el deporte mismo, sino por el entrenamiento de las diferentes cualidades motrices, por este motivo el deportista puede llegar a ser retirado de la práctica por un periodo prolongado, influyendo así en el rendimiento de éste y en la pérdida de un proceso dentro del seleccionado. Los trabajos relacionados con el programa FIFA 11+ conciernen con disminución de incidencia de lesiones sin especificar en qué sistema está actuando, por lo tanto el presente trabajo busca, conocer el efecto del programa FIFA 11+ para futbolistas, en la coordinación, balance y fuerza en miembros inferiores en jugadores de la categoría prejuvenil de la ciudad de Bogotá.

Para tal efecto, la presente investigación relaciona en primer lugar los antecedentes científicos que justifican su ejecución, se realiza un planteamiento del problema, y se abordan los conceptos teóricos primarios que lo orientan, para luego delimitar la pregunta de investigación. Se propone una hipótesis de investigación y los objetivos tanto general como los específicos, hacia los cuales se orientará el presente estudio. Se establece el diseño experimental y los métodos, los cuales incluyen los procedimientos de la investigación. Luego se hace un abordaje de las consideraciones éticas a tener en cuenta y se relaciona el cronograma de las actividades propuestas. Se presentan los resultados a nivel gráfico y descriptivo, se prosigue con la discusión de los hallazgos relacionados con la literatura encontrada, las conclusiones y recomendaciones finales.

1. Capítulo Planteamiento del Problema y Marco Teórico

1.1 ANTECEDENTES (JUSTIFICACION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA)

Quizás el deportista no está en una forma física adecuada, o exista en él un desequilibrio en algunas de sus capacidades físicas que le conduzcan ya sea a la fatiga, a la disminución del tiempo de reacción, a la falta de coordinación, y en el peor de los casos a una lesión de tipo osteomuscular que le cueste el abandono de la actividad deportiva.

El fútbol es un deporte de movimientos y contactos, con cambios de dirección y velocidad. Con frecuencia durante el juego el cuerpo está en desequilibrio y de improviso pueden ocasionarse lesiones musculares, osteoarticulares o microtraumatismos, más frecuentemente en miembros inferiores. (Rodas 2009).

Walden, Hägglund y Ekstrand (2005) en su estudio realizado en cinco países europeos encontraron que: 85% de las lesiones afectó las extremidades inferiores; La mayoría de las lesiones se ubican en el muslo (61%) o la región de la ingle (21%). Nueve de cada diez esguinces que se localiza en el tobillo son de Ligamento Peroneo Astragalino Anterior (LPAA) (91%). La lesión más común de rodilla fue el esguince del ligamento colateral medial, constituyendo el 53% (29/55) de todos los esguinces de rodilla. Las lesiones por sobrecarga más frecuentes fueron el dolor de espalda baja (23/179), tendinitis de Aquiles (21/179), dolor en la ingle relacionados con el aductor (18/179), y la tendinopatía rotuliana (13/179).

Por lo tanto el alto índice de lesiones en los jugadores de fútbol, constituye un considerable problema para el jugador, el club y dada la popularidad del deporte para la sociedad en general. Las consecuencias para la salud se ven no sólo en el corto plazo sino también en el dramático aumento en el riesgo de principios de osteoartritis (Lohmander 2004).

Las actividades de trabajo propioceptivo (COORDINACION, BALANCE Y FUERZA) y la aplicación de medidas profilácticas correspondientes, deben garantizar la disminución en la incidencia de lesiones y la continuidad del trabajo preventivo bajo los parámetros de la evaluación, seguimiento y control

Tropp et al, (1986) corroborado por Junge y Dvorak (2004) referenciados por Hernández, Prieto y Quiroga (2012) encontraron que los jugadores de futbol con pobre balance presentaron al menos cuatro veces más lesiones de tobillo que los jugadores con balance normal.

Orr B., y colaboradores (2011) concluyen que dado el predominio de lesiones de rodilla en las jugadoras de fútbol adolescentes, hay una necesidad urgente por el conocimiento e implementación de estrategias de prevención para disminuir la incidencia y las consecuencias a largo plazo de las lesiones de rodilla.

Teniendo en cuenta los datos encontrados se buscaron programas de prevención en lesiones deportivas principalmente en futbol relacionados con entrenamiento de la coordinación, el balance y la fuerza en miembros inferiores.

Ekstrand J., Gillquist J., Liljedahl S., (1983), estudiaron en Suecia la eficacia de un programa de prevención de lesiones por medio de un ensayo aleatorio con 180 jugadores de 12 equipos de fútbol, los cuales fueron asignados al azar a dos grupos de 6 equipos; un grupo recibió un programa profiláctico y el otro sirvió como control. El programa profiláctico consistía en siete estrategias: Corrección del entrenamiento, provisión de óptimo equipamiento, vendaje profiláctico en tobillo, rehabilitación controlada, exclusión de jugadores con inestabilidad de rodilla, información acerca de riesgos de lesión,

supervisión y corrección por parte de doctores y fisioterapeutas. Con este programa las lesiones en los equipos de prueba fueron un 75% menor que en los controles. Se concluyó con esto que el programa profiláctico redujo significativamente la incidencia de lesiones más comunes en el fútbol.

Tropp H., Askling C., Gillquist J., MD; (1985) probaron 2 métodos diferentes para la prevención de lesiones de tobillo en el fútbol: 1) Ejercicios de coordinación sobre disco para mejorar la estabilidad funcional y el control postural y 2) Ortesis, para proporcionar soporte mecánico. Ambas técnicas redujeron la frecuencia de esguinces de tobillo en jugadores de fútbol con problemas de tobillo anteriores. Se concluyó que los ejercicios de coordinación sobre disco deberían ser incluidos en la rehabilitación de los esguinces de tobillo a fin de prevenir la inestabilidad funcional; también puede utilizarse profilácticamente en jugadores con problemas previos de tobillo para así romper el círculo vicioso de los esguinces de repetición y la sensación de inestabilidad.

Caraffa A., *et al*, (1996) realizaron en Italia un estudio prospectivo controlado de entrenamiento propioceptivo, para prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en fútbol. Tomaron 300 jugadores de fútbol de equipos semiprofesionales o aficionados para aplicarles un entrenamiento propioceptivo conformado por cinco fases de 20 minutos diarios, que consistían en trabajo sobre balancín rectangular y redondo, y otro grupo control de 300 jugadores a quienes se les entrenó normalmente. Se concluyó que el entrenamiento propioceptivo se debe realizar para prevención pues se redujo significativamente la incidencia de lesiones en ligamento cruzado anterior.

Brotzman S., MO, en 1998 sostiene que para el tratamiento de esguinces además del desarrollo de la fuerza muscular, los ejercicios de cadena cinética cerrada optimizan la capacidad funcional de reeducación del balance de forma tal que estimulan la funcionalidad y la actividad deportiva relacionada. Debido a que los ejercicios de cadena cinética cerrada utilizan los movimientos naturales y los planos del cuerpo, todos los mecanismos propioceptivos son estimulados en cierto grado.

Bernier J., Perrin D., (1998), trabajaron en Estados Unidos con 45 personas con inestabilidad articular de cuello de pie divididos en tres grupos, un grupo control, otro en el que se aplicó estimulación eléctrica en músculos peroneos y otro experimental al que

se le realizó entrenamiento propioceptivo sobre balancín. Se demostró que luego de 6 semanas de trabajo se mejoraba la estabilidad de esta articulación en el grupo experimental.

Oyarzo (2005) manifiesta que el entrenamiento del balance ha sido adoptado para tratar y prevenir lesiones en las articulaciones del tobillo y rodilla durante la práctica deportiva. Estos estudios también han mencionado que una pobre habilidad de balance está significativamente relacionada con un mayor riesgo de lesiones de tobillo en diferentes actividades. Olsen (2005) manifiesta que esta relación parece ser más común en hombres que en mujeres.

Lephart S., (1998) presenta un programa de entrenamiento cinestésico para miembros inferiores divido en cuatro fases: La primera se concentra en el restablecimiento del equilibrio, la segunda en los giros y cambios de dirección, la tercera en preparación para las actividades específicas del deporte y la cuarta en actividades específicas del deporte. Aunque se encuentra bien estructurado metodológicamente el trabajo se centra en rehabilitación y no es específico para un deporte determinado.

La FIFA como ente rector mundial del futbol reúne a una serie de expertos para crear un programa que oriente hacia la reducción de lesiones; naciendo de esta forma el programa The 11, para posteriormente convertirse con las modificaciones en The 11+.

Dvorak (2005) en un ensayo controlado aleatorio, examino el efecto de un programa de formación estructurado ("The 11") sobre una temporada entre 2000 jugadoras 13 a 17,22 años La intervención consistió en ejercicios centrándose en la estabilidad de la base, el equilibrio, la estabilización dinámica, y la fuerza excéntrica de isquiotibiales. No se encontró diferencia en el riesgo de lesión entre la intervención y un grupo control, aunque el estudio se limitó por el bajo nivel de cumplimiento entre los equipos de intervención.

Kilding, Tunstall y Kuzmic (2008) en su trabajo de adecuación del programa de la FIFA The 11 en jóvenes jugadores de futbol en formación, llegaron a la conclusión que los resultados de este estudio muestran que "El 11", con pequeñas modificaciones, es una herramienta adecuada y eficaz para mejorar las características de rendimiento físico-fútbol específico de jóvenes jugadores de fútbol.

Brito et al (2010) en su trabajo de efectos del programa de prevención de lesiones de la FIFA 11+ en la fuerza isocinetica de isquiotibiales y cuádriceps a jugadores de futbol de promedio de edad 22,3 ± 4,2 años y aplicando el programa 3 veces por semana durante 10 semanas concluyeron que esta intervención parece ser adecuada y eficaz para el entrenamiento del futbol y acondicionamiento mediante la mejora de la fuerza y el equilibrio muscular alrededor de la articulación de la rodilla.

Daneshjoo (2012) et al, trabajaron con futbolistas jóvenes de la elite profesional dividiéndolos en tres grupos de intervención: 11+, Harmoknee y grupo control, evaluando a través de test isocinetico: relación convencional de fuerza (CSR), relación control dinámico (DCR) y relación velocidad alta/baja (FSR) concluyendo que el 11+ mejora CSR y FSR, así mismo preveniene las lesiones de rodilla en jugadores de fútbol pero el programa HarmoKnee no demostró mejora.

En conclusión los estudios realizados demuestran la relevancia del programa de la FIFA 11+ para la reducción de incidencia de lesiones en jugadores amateur y en género femenino, pero no se encuentran estudios del programa de la FIFA que permitan ver sobre qué mecanismos se está trabajando o que tengan relación con el balance; la coordinación y/o la fuerza. Así mismo no se encuentran estudios que hayan sido realizados en categorías menores como la prejuvenil, además todos los estudios han sido realizados principalmente en Europa, y no se encuentran estudios de este programa en la zona de Suramérica, por tanto el presente estudio pretende determinar el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza en futbolistas de categoría prejuvenil, comparado con un entrenamiento convencional

1.2 CONCEPTOS TEORICOS

Las lesiones deportivas ocasionan incapacidades médicas, que conllevan a altos costos laborales y sociales (Williams, 2011). Se puede afirmar que dependiendo de la severidad y el tipo de la misma el período de tiempo de incapacidad médica oscila entre 8 a 90 días. Lo anterior confirma la incidencia negativa según Ekstrand (2006) que las lesiones

pueden generar a nivel del equipo profesional no solo desde el punto de vista económico, sino también de rendimiento físico y de productividad.

Las lesiones deportivas generan gran morbilidad para el individuo al variar la biomecánica articular y sus componentes articulares (Bernier, 1998). Una de las causas de estas lesiones es el déficit en la propiocepción, que se pondrá de manifiesto en el momento de competencia, cuando el deportista necesite mantener una buena estabilidad articular ante una irregularidad del terreno o en un cambio de dirección. Como describe Riquelme y Villena (2006) la falla propioceptiva teniendo en cuenta que el balance la coordinación y la fuerza hacen parte de ésta puede ser prevenida en los deportistas.

Tradicionalmente la evaluación de la propiocepción y/o alguno de sus componentes se realiza de forma subjetiva, con la implementación de test que permiten evidenciar el balance y control del movimiento dando una apreciación cualitativa sobre el mismo, como lo refiere el test SEBT conocido como el test de la estrella que evalúa la funcionalidad dinámica con la excursión de una pierna sobre 8 direcciones en apoyo unipodal, (Postle, 2012).

Sin embargo en términos de establecimiento de efectividad en las intervenciones, seguimiento de patrones de movimiento y cuantificación de respuestas ante cargas específicas es fundamental contar con evaluaciones objetivas de habilidades motoras, para lo cual se requiere un dispositivo específico que proporcione información concreta sobre cada una de estas variables.

Es por esto que la evaluación para el presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de Coldeportes en el Centro de Ciencias del Deporte (CCD) en la plataforma COBS (COBS = coordinación, balance y strength) que permite de una manera objetiva a través de resultados numéricos tener un mejor punto de comparación en las evaluaciones pre y post intervención

1.2.1 Plataforma COBS

La plataforma COBS, permite realizar 18 pruebas de evaluación las cuales consisten en: balance sentado, levantarse y sentarse, posición habitual, balance de pie, alternancia de carga, flexión de rodillas, flexión de rodillas en tres ángulos, caída de cuclillas, rebote en puntillas, saltos en puntillas, salto de cuclillas, salto contra movimiento, inclinación del tronco, flexión de tronco, giros de tronco, repiqueteo, salto de caída y apoyos unipodal.

La plataforma COBS consiste en una plataforma innovadora con una doble función: evaluación y entrenamiento, se mide la fuerza expresada en Newton a partir de la descarga de peso de los dos hemicuerpos en situaciones funcionales

Es una herramienta útil que consta de un dispositivo de respuesta informativa y de entrenamiento; diseñado para el entrenamiento de la coordinación, el equilibrio y la fuerza que inciden en las respuestas motoras en el ámbito deportivo. (Cobs, Feedback)

Consta de un software, que evalúa; la simetría de los movimientos, la capacidad de carga, el nivel de fuerza, la potencia en el salto, la coordinación, la reacción, la anticipación, siendo estos parámetros objetivos de medición del balance y así programar con mayor especificidad el entrenamiento propioceptivo a partir de los ajustes propios en el software de entrenamiento.

En el entrenamiento deportivo, la plataforma COBS se puede utilizar para evaluar deficiencias físicas a nivel propioceptivo; incluye la coordinación, el equilibrio, balance y la fuerza, con test específicos que permiten identificar de forma objetiva, cada una de estas cualidades.

Cada uno de estos test se evalúa mediante una opción versátil del software que permite almacenar cada una de las intervenciones y recuperar posteriormente para realizar comparaciones, permitiendo así una visión objetiva de la evolución del entrenamiento del deportista.

A través de la plataforma COBS se recolecta la información cuantitativa, según los parámetros de evaluación:

N°	PARAMETRO DE EVALUACION	DESCRIPCION	PARAMETRO DE REFERENCIA
1	Acciones Izquierda/Derecha	El número de movimientos que se llevan a cabo en un tiempo determinado.	Corresponde al número de movimientos ejecutados
2	Capacidad Izquierda/Derecha	Corresponde a la proporción entre la pierna derecha y pierna izquierda	50/50; igual carga en cada hemicuerpo
3	Índice de coordinación Izquierda/Derecha	Evalúa la armonía en los movimientos	(0,00- 1,00); entre más alto sea el valor mejor coordinación
4	Variación	Determina el cambio en los valores promedios en el tiempo	(0,00%- 50%); se mide en relación al porcentaje de peso corporal
5	Índice de fuerza	Determina la relación entre la fuerza promedio y el peso corporal	(0,00 - > 1); se determina a partir de la fuerza utilizada
6	Índice simétrico	Evalúa la irregularidad entre las mediciones Izquierda/Derecha	(0,00 – 1,00); entre más alto sea el índice simétrico mejor es la coherencia entre los valores medidos

Por otra parte nos permite programar la especificidad del entrenamiento, a partir de sus modificaciones en el objetivo de la intervención, las fases, series, repeticiones, tiempo de pausa, nivel de fuerza, duración y nivel de dificultad, dosificando las cargas del entrenamiento de una forma progresiva que le permita al deportista una activación propioceptiva a través del aprendizaje consciente enfocado en el gesto deportivo. (mtd Balance.)

1.2.2 Coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores

La coordinacion, el balance y la fuerza son cualidades inmersas dentro de la propiocepcion por tal motivo para este trabajo investigativo se habla de la propiocepcion como el parametro y fundamento teorico principal.

La propiocepción es definida por Mountcastle y Willis como la conciencia de la posición de las extremidades y cinestesia como la conciencia del movimiento de las articulaciones. Mientras que Lephart unifica la definición de propiocepción y la concibe como: “la variación especializada de la modalidad sensorial del tacto, que abarca las sensaciones del movimiento y la posición de las articulaciones”.

En la definición del primer autor se puede observar la diferenciación que hace entre conciencia de posición y de movimiento, mientras que en la concepción de Lephart ya se unifican estos dos conceptos, sin embargo no reconoce el aporte que hace el sistema vestibular ni el visual.

El término PROPIOCEPCION ha evolucionado; hoy, se conoce como la conciencia de posición y movimiento articular, velocidad y detección de la fuerza de movimiento, la cual consta de tres componentes (Saavedra, 2003; Lephart, 2003):

a. Estatestesia: Provisión de conciencia de posición articular estática.

b. Cenestesia: Conciencia de movimiento y aceleración.

c. Actividades efectoras: Respuesta refleja y regulación del tono muscular.

Por tal razón para efectos de este estudio se adopta la realizada por Gardner, quien define propiocepción como: “la sensación de la posición del cuerpo y el movimiento que es interpretada por receptores sensoriales en músculos y articulaciones; incluye: la habilidad para detectar un desplazamiento o el movimiento de una articulación, la habilidad para dirigir un miembro a un punto específico en el espacio, la habilidad de controlar los movimientos musculares y las fuerzas”.

Se considera que la anterior es la definición más completa porque aborda conceptos como posición, movimiento, y aunque no incluye al sistema vestibular y visual

literalmente los tiene en cuenta, ya que para el control de fuerzas se requiere del primero y para la dirección del movimiento en el espacio es necesaria la ayuda del segundo.

La propiocepción depende de estímulos sensoriales provenientes de los sistemas visual, auditivo y vestibular, de los receptores cutáneos, articulares y musculares, que son responsables de traducir eventos mecánicos ocurridos en los tejidos en señales neurológicas (Saavedra, 2003).

La propiocepción ha sido caracterizada como una variación especializada del tacto, la cual incluye la habilidad para detectar tanto la posición como el movimiento articular. La propiocepción ocurre por una compleja integración de impulsos somatosensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de mecanorreceptores, permitiendo el control neuromuscular de parte del atleta. (Childs, 2003; Buz, 2004).

La propiocepción mantiene la estabilidad articular bajo condiciones dinámicas, proporcionado el control del movimiento deseado y la estabilidad articular. La coordinación apropiada de la coactivación muscular (agonistas – antagonistas) atenúa las cargas sobre el cartílago articular.

La estabilidad dinámica articular resulta de un preciso control neuromotor de los músculos esqueléticos que atraviesan las articulaciones. La activación muscular puede ser iniciada conscientemente (orden voluntaria directa) o inconscientemente y automáticamente (como parte de un programa motor o en respuesta a un estímulo sensorial). El término control neuromuscular se refiere específicamente a la activación inconsciente de los limitantes dinámicos que rodean una articulación (Lephart, 2003; Buz, 2004).

Impulsos aferentes desde las articulaciones llegan a la región somato-sensitiva de la corteza. Se ha postulado que la inervación articular es de gran importancia para la percepción consciente de la posición y movimientos de la articulación, mientras que los impulsos aferentes desde los músculos, que no son percibidos conscientemente, son significativos para el control reflejo de la actividad motora.

Entre los receptores propioceptivos generales se encuentran los musculares y articulares, dentro de estos intervienen los cutáneos. El sistema vestibular y visual se consideran propioceptores especiales.

Receptores propioceptivos musculares: Gran parte de la elaborada información que procesa el encéfalo se utiliza para controlar las fuerzas contráctiles de los músculos esqueléticos. La contracción controlada del músculo permite mover las extremidades, mantener la postura y realizar una variedad de tareas con gran precisión. (Guerrero y Silva 2002) La fuerza producida al contraer el músculo y el cambio resultante en la longitud del músculo depende de tres factores: la longitud inicial, la velocidad del cambio de longitud y de las cargas externas que se opongan al movimiento (Cruz y Pacheco 1998). Por lo tanto, el sistema nervioso central necesita información sobre las longitudes de los músculos y las fuerzas que generan. Esta información propioceptiva está monitorizada por dos tipos de receptores, los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi (OTG).

Los husos musculares se encuentran en las porciones carnosas de los músculos, paralelos a las fibras musculares esqueléticas. Estos informan sobre los cambios de longitud del músculo (Carpenter 1998). Presenta dos tipos de fibras intrafusales: las de cadena nuclear y las de bolsa nuclear; se afirma que las primeras son las responsables de la caracterización del huso como receptor posicional, ya que poseen la capacidad de señalar los cambios de intensidad de contracción, perciben en mayor medida los cambios tónicos (que no siempre implican cambios de longitud muscular) y su acción por lo tanto es estática. A la vez las fibras de bolsa nuclear son sensibles a la rapidez del estiramiento y por lo tanto, son los receptores dinámicos que brindan la sensación cinéstesica del huso (Guyton 1997).

El huso recibe diferentes tipos de axones sensoriales, conocidos como la fibra aferente primaria, grupo Ia y las fibras secundarias, grupo II. Las primeras señalizan tanto la extensión fásica como la tónica debido a que responden a la velocidad y longitud muscular, y en ausencia de movimiento poseen cierto nivel de actividad, el cual es responsable de la contracción tónica de reposo. Las secundarias informan solamente la cantidad de estiramiento muscular y son relativamente insensibles a la velocidad, considerándose principalmente como receptor posicional (Gowitzke y Milner 1999)

Los OTG son receptores sensoriales encapsulados, los cuales están localizados en los tendones inmediatamente después de la inserción de las fibras musculares. Proporcionan información sobre la cantidad de tensión o fuerza generada por el músculo (Gardner 1994). Además de percibir la tensión intramuscular en forma permanente este tiene un papel protector, ya que produce un estímulo inhibitorio sobre el músculo agonista y facilita la contracción del antagonista. Esta información es transmitida por fibras de tipo Ib, caracterizadas por su rápida velocidad de conducción (Guyton 1997)

Receptores propioceptivos articulares: Se han descrito cuatro tipos de receptores articulares. Los de tipo I (Ruffini), II (Paccini) y III (corpúsculos de Golgi), son mecanorreceptores que proporcionan información posicional y cinestésica, y los de tipo IV (terminaciones nerviosas libres) son receptores responsables de señalar dolor.

Los de tipo I, situados en las capas superficiales de las cápsulas articulares, preferentemente en el cuello, el hombro y la cadera. Son de adaptación lenta y proporcionan información de dirección, sentido y velocidad relativa al tono muscular postural y al sentido cinestésico. Están inervados por las fibras tipo II (Carpenter 1998)

Los de tipo II son receptores localizados en las capas más profundas de las cápsulas articulares, predominantemente en la región inferior de la espalda, el pie, la mano y la mandíbula. Se adaptan rápidamente y regulan la iniciación, la aceleración y la desaceleración del movimiento articular. Están inervados por las fibras IIb (Carpenter 1998).

Los de tipo III son receptores localizados en capas superficiales de las articulaciones. Se adaptan lentamente y tienen efectos inhibidores reflejos sobre el tono muscular para proteger las articulaciones del exceso de tensión nociva y son inervadas por fibras Ia (Carpenter 1998).

Los tipo IV están localizados en todo el tejido articular, son de adaptación lenta e informan agresión de la articulación, por lo tanto no son tenidos en cuenta para este estudio.

Receptores cutáneos: Se encuentran los que responden al tacto superficial, la presión o el dolor, funcionan como exteroceptores somatoestésicos y como propioceptores. En la primera de estas funciones contribuye a la sensación transmitiendo información al tálamo y al córtex sensorial. En la segunda inician los reflejos básicos y contribuyen a los reflejos de enderezamiento del cuerpo. Sus señales se combinan con las de los receptores articulares y musculares para coordinar los movimientos corporales (Gowitzke y Milner 1999).

Los impulsos que se producen en los receptores de presión como resultado del contacto con una superficie desempeñan un papel importante en la orientación del cuerpo en el espacio, provocando los componentes cuerpo sobre cabeza y cuerpo sobre cuerpo de los reflejos de enderezamiento. Los receptores del tacto facilitan también las adaptaciones musculares para el mantenimiento del equilibrio (Gowitzke y Milner 1999).

A menudo se utilizan estímulos cutáneos para provocar partes específicas de un patrón de movimiento. Los estímulos los provoca el contacto con el entorno (suelo, trampolín, tablas); el contacto con un accesorio deportivo (balón) y el contacto entre las partes del cuerpo. Estos estímulos informan al sistema nervioso sobre el momento del impacto (en las volteretas, saltos); el contacto cambiante con la superficie o accesorio (césped, asfalto), y el contacto fortuito o deliberado entre las partes del cuerpo en todas las actividades. Esta retroalimentación se emplea de forma conciente o inconsciente (dependiendo de la etapa de aprendizaje) para coordinar los cambios bruscos en una secuencia de movimiento y para conseguir las transiciones adecuadas de fuerza y dirección, que son componentes básicos de un rendimiento especializado (Gowitzke y Milner 1999).

Receptores especiales: Dentro de estos se encuentran el sistema vestibular y el visual. En el sistema vestibular se incluyen los canales semicirculares, que se estimulan por aceleración angular, y los otolitos (utrículo y sáculo), que se estimulan por la aceleración lineal y por cambios de la orientación de la cabeza en relación con la gravedad. Los canales semicirculares tienen una función principal en el mantenimiento del equilibrio durante el movimiento, mientras que los utrículos y sáculos parecen estar relacionados principalmente con los reflejos posturales y la distribución diferencial del tono muscular (Gowitzke y Milner 1999).

Cada una de estas divisiones del sistema vestibular origina sus propias clases de reacciones posturales y es útil distinguir entre las respuestas vestibulares estáticas o tónicas debida a los órganos del otolito y a las respuestas dinámicas o fásicas generada por los canales semicirculares (Carpenter 1998).

La estimulación de los canales semicirculares provoca los reflejos de equilibrio. Las respuestas musculares apropiadas mantienen o recuperan el equilibrio corporal bien por medio de la redistribución de los segmentos corporales para mantener el centro de gravedad sobre la base de apoyo, bien mediante el desplazamiento de la base de apoyo para mantenerlo bajo el centro de gravedad (Carpenter 1998).

La aceleración angular en torno a cualquier eje y en cualquier dirección estimula los canales semicirculares. La excitación no se limita a un par concreto de canales, sino que presumiblemente todos ellos pueden estar implicados en cualquier movimiento angular, quedando la extensión del movimiento determinada por los componentes resueltos de los planos implicados en la aceleración. Además la aceleración de la cabeza suele afectar simultáneamente a los utrículos provocando de este modo al mismo tiempo los reflejos posturales (Carpenter 1998). Por tanto, es difícil correlacionar con precisión canales individuales con músculos específicos durante los movimientos complejos de locomoción y habilidades motoras.

Las células ciliadas de la mácula del utrículo se ubican principalmente en un plano horizontal sobre la superficie interior de este, por esto desempeñan un papel importante en la determinación de la orientación normal de la cabeza con respecto a las direcciones de las fuerzas gravitacionales o las de aceleración. Las células de la mácula del sáculo están localizadas en un plano vertical en consecuencia es importante en el equilibrio cuando la persona está en decúbito (Guyton 1997)

En cada mácula las diferentes células ciliadas están orientadas en distintas direcciones, de modo que algunas son estimuladas cuando la cabeza se inclina hacia delante, otras cuando se inclina hacia atrás, un tercer grupo cuando se inclina hacia un lado y así sucesivamente. Por consiguiente en las fibras nerviosas de la mácula para cada posición de la cabeza ocurre un patrón diferente de excitación: este “patrón” informa al encéfalo de la orientación de la cabeza (Guyton 1997).

El sistema vestibular posee una gran importancia dentro de los sistemas sensoriales ya que gracias a sus múltiples conexiones con otras aferencias como son las provenientes de la retina, los receptores articulares y musculares cervicales, participa en la regulación de diversos aspectos del funcionamiento general del organismo.

El sistema visual colabora para el mantenimiento del equilibrio e influye de manera significativa en los mecanismos vestibulares antigravitatorios. La contribución más importante de la visión a la propiocepción es la de percibir el movimiento de la cabeza en el espacio. El sistema motor requiere saber la posición de objetos, no relativa al ojo sino a todo el cuerpo. El conocimiento de la posición de objetos en relación al ojo se combina con información acerca de la posición del ojo derivada de los comandos enviados a los músculos oculares para computar la ubicación de los objetos en relación con la cabeza; y cómo a su vez, esta información combinada con señales del sistema vestibular y cuello, permiten que el sistema motor calcule la posición de objetos tanto en relación con el cuerpo como un todo (carpenter 1997)

Para la coordinación visomotriz y la exploración del espacio el cerebro realiza representaciones del espacio interpuesto entre su influjo sensorial y la respuesta motora. Estas representaciones parecen ser organizadas en tres coordenadas: la no retinal, la centrada en el cuerpo y la centrada en el ambiente (Karnath 1994).

La representación espacial no retinal proviene de los órganos periféricos (retina, músculos oculares, receptores articulares y cúpula) y permite al individuo determinar la posición del cuerpo con respecto al campo visual para el preciso y orientado desempeño de la actividad motriz. Para la obtención de las otras dos coordenadas, la actividad de la retina se combina con señales posicionales del ojo y la posición de la cabeza informada por receptores vestibulares y cervicales músculo-articulares (Karnath 1994)

Estas representaciones llegan a las áreas corticales por medio de tres vías: la vía parvocelular-blob, la parvocelular interblob y la magnocelular. Las dos primeras se encargan de la percepción del color, forma y profundidad, mientras que la tercera está especializada en la detección del movimiento y en las relaciones espaciales. Esta última vía llega al área temporomedial la cual contiene un mapa retinotópico que procesa información de velocidad y dirección del movimiento que es necesario para el análisis de este en el campo visual (Kandel).

La información sobre el movimiento se utiliza para tres propósitos conductuales distintos: La percepción de objetos móviles, el mantenimiento de los movimientos de persecución de los ojos y la guía del movimiento corporal en el medio (Kandel). Además se distinguen tres tipos de movimiento de la mirada: los sacádicos (usados para barrer un ambiente o para leer); los de búsqueda sigilosa (que actúan cuando es la imagen la que se encuentra en movimiento) y los que posibilitan la fijación visual de un objeto estacionario (Karnath 1994)

Los movimientos sacádicos y de fijación fortalecen el control de equilibrio dinámico, provocando una imagen estable contra la cual se pueden discriminar los ajustes posturales, proporcionando un feedback; mientras que la visión periférica es usada en el establecimiento de una orientación espacial, al mismo tiempo que permite el análisis de un objeto ubicado en el campo central (Karnath 1994).

Entonces la propiocepción adquiere gran importancia dentro los aspectos de realización y percepción de movimiento, así como en el mantenimiento de posturas, gracias a sus múltiples receptores que regulan de forma integral la información, para poder dar una respuesta de acción a los diversos estímulos percibidos por estos y garantizar una adecuada realización del movimiento.

1.2.3 Propiocepción, aprendizaje y control motor

El aprendizaje motor conduce a la adquisición de nuevos automatismos cuya repetición permite fijarlos como comportamientos estables: las habilidades motrices. La eficacia en el deporte consiste en el establecimiento de estos programas motores que, según la definición de Keele (1968), “representan una serie de comandos musculares que son estructurados previamente a la iniciación del movimiento, y permiten la ejecución del conjunto de la secuencia motriz, aún en ausencia de informaciones provenientes de la periferia sensorial”

El mismo programa motor debe ser susceptible de modificaciones según la situación a pesar de la rapidez con que pueda ser tomada la decisión. Dentro de una concepción funcional, el automatismo, lejos de ser un instrumento de la estereotipia del comportamiento, debe ser la base de la disponibilidad de ajuste, la cual expresa la posibilidad del organismo de reaccionar globalmente ante una situación de emergencia en función de sus vivencias anteriores, sin medir la intelectualización (LeBoulch 1991)

El objetivo último del aprendizaje motor es la puesta en práctica de una habilidad con una preocupación consiente mínima por los detalles del movimiento. La coordinación suave y armoniosa de los segmentos del cuerpo que participan en un patrón debe quedar garantizada por el control autorregulador de la retroalimentación propioceptiva. Las respuestas propioceptivas deben quedar condicionadas de modo que cada movimiento constituya un estímulo para la siguiente parte del patrón, dejando el córtex libre para dirigir la estrategia en vez del movimiento (Gowitzke y Milner 1994)

Los aferentes articulares contribuyen a la función del sistema nervioso en tres niveles diferentes del control motor. A nivel espinal los reflejos emiten patrones de movimiento que son recibidos desde niveles superiores del sistema nervioso. Esta acción proporciona la fijación refleja durante condiciones de tensión superior a la normal sobre la articulación. El segundo nivel de control motor se encuentra en el tallo encefálico donde se confía en que la aferencia articular mantenga la postura y equilibrio del cuerpo. El tercer nivel (corteza motora, ganglios basales y cerebelo), está mediado por la conciencia cognoscitiva de la posición y el movimiento corporal. Estos centros superiores inician y programan órdenes motoras para los movimientos voluntarios. Los movimientos que se repiten pueden almacenarse como órdenes centrales y ser realizados sin una referencia continua a la conciencia (Lephart 2001). Esto se ve reflejado en los movimientos automáticos que el jugador deberá realizar para que en el menor tiempo posible ejecute una acción adecuada dentro del campo de juego.

Al control motor pertenecen diferentes modelos entre los cuales se encuentran los de circuito cerrado y abierto. En el modelo de circuito cerrado es predominante el concepto de feedback en donde la finalidad es disminuir el error y eliminar la desviación del movimiento en relación con la referencia de corrección (Ruiz 1997).

Para el aprendizaje de las habilidades del circuito cerrado, son importantes las acciones de los ciclos de feedback (retroalimentación) externos e internos (Ekblom 1999) Los mecanismos del ciclo interno incluyen:

- Las terminales nerviosas de la piel que informan al jugador acerca del contacto del balón
- Los receptores cinestésicos de las articulaciones que controlan el ángulo articular
- Los husos musculares que controlan los cambios de longitud posibles en el músculo
- El aparato de Golgi que controla la tensión en el tendón

En el sistema de feedback externo los sistemas visual y auditivo desempeñan los papeles más importantes.

En el modelo de circuito abierto el jugador se ve abocado a responder de forma rápida y balística; su modo de control ya no se realiza con la participación de las retroalimentaciones sino que opera por la vía de un conjunto preestructurado de órdenes que van a determinar las diferentes acciones que se explican a través del feedforward (anticipación). Este concepto supone que el deportista al moverse produce dos tipos de señales: 1) Descargas hacia los propios efectores y 2) descarga central que parte del sistema motor y se dirige al sensorial para anticipar las consecuencias de la acción (Ruiz 1997)

Aunque se hable en términos generales de la información que se remite antes de que la respuesta se produzca, existen matizaciones sobre términos tales como:

- Copia de eferencia: Información enviada previamente al centro comparador sobre la orden motriz, y que será almacenada para servir de referencia para que la comparación con los feedback tenga lugar.
- Descarga corolaria: Información que el sistema motor envía previamente al sensorial para prepararle para las consecuencias de las acciones

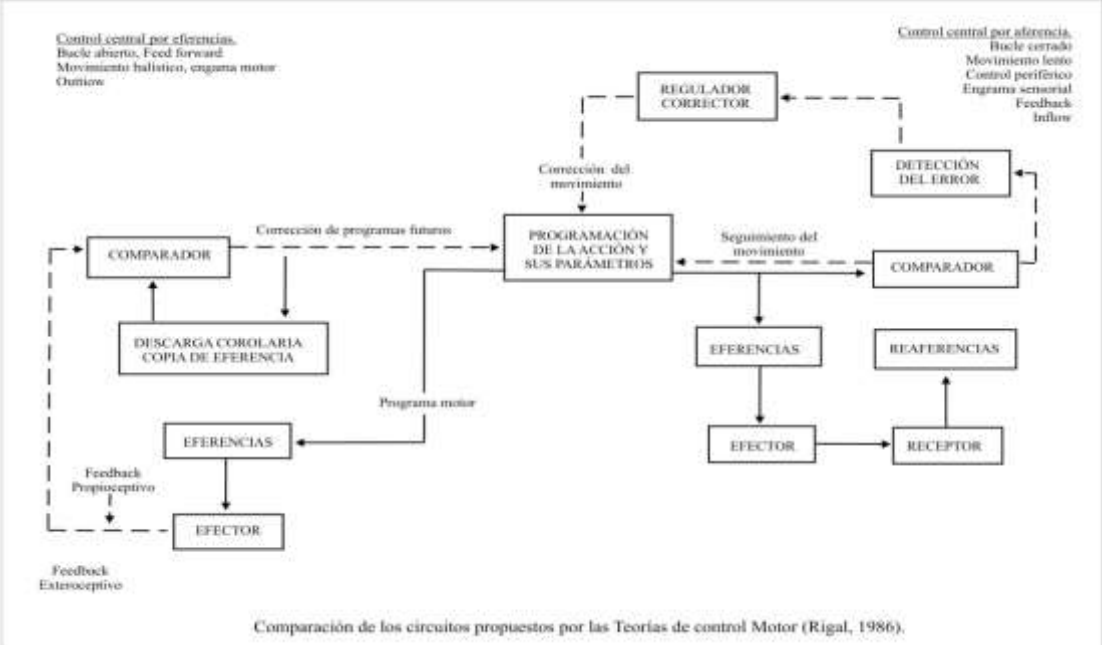
Específicamente en el fútbol la acción de golpear el balón implica el intento de perseguir, interrumpir o cambiar la trayectoria de este, conducta para la cual se destacan la

sincronización y la capacidad de anticipación, habilidad que reclama al tener el jugador que ajustar sus propias acciones con las acciones de la pelota, lo que exige complejos cálculos perceptivos motores , y adaptaciones espacio temporales para coincidir con el móvil en un momento dado, para controlarlo y dirigirlo en una dirección concreta

A diferencia de otras habilidades motoras requeridas en este deporte, el golpear con el pie es considerado una habilidad de carácter abierto en las que las exigencias perceptivo motrices son mayores que las de carácter cerrado como la carrera o el salto.

Es muy probable que no sea apropiado hablar de uno u otro sistema, o modo de control al llevar a cabo tareas deportivas. En muchas circunstancias el sistema de control es de carácter mixto, por ejemplo, el conducir y golpear el balón, situación típica del fútbol.

Para un mejor entendimiento de lo anteriormente señalado se presenta la figura que realiza la comparación de los circuitos abierto y cerrado de las teorías de control motor.



Comparación de los circuitos propuestos por las Teorías de control Motor (Rigal, 1986).

Un sistema auto-regulador integra tanto, procesos de retroacción (feedback), como de proacción (feedforward). Los procesos de retroacción posibilitan al sistema reaccionar después de que se han producido los eventos. Pero para adaptarse de forma eficiente a un ambiente variable, un sistema debe ser capaz de anticipar lo que es probable que

ocurra en el futuro. La mayor parte de la conducta humana es anticipadora, por naturaleza. Los procesos de proacción posibilitan las acciones anticipadoras y proporcionan un método de control, en el que la información sobre las alteraciones esperadas, o posibles, o sobre las consecuencias del funcionamiento, se emplea para generar una actividad tendiente a preparar al sistema de acción para afrontar tales alteraciones, para prevenirlas, o para producir otros resultados deseados (Garrido 2011).

Cuando en un sistema funcionan ambos procesos, es posible integrar la información sobre eventos pasados, sobre el presente y sobre los proyectos futuros, para mantener su estado estable actual, o para modificar su estado presente, en atención a su situación futura.

Las respuestas activas del hombre ante las circunstancias no son meras respuestas motrices sino esencialmente psicomotrices donde lo mental, lo afectivo y lo cinético comparten por igual la consecución del movimiento planteándolo y comunicándolo; por esto el gesto deportivo es considerado una técnica psicomotriz, que puede ser enseñada, desarrollada y perfeccionada, teniendo siempre como base para el logro de un determinado rendimiento, las habilidades motrices naturales, innatas del futbolista (Moraga 2008).

Por tanto la psicomotricidad se ocupa “del rol de movimiento en la organización psicológica general”, estableciendo las conexiones de la psicología con la neurofisiología; es esencialmente la educación del movimiento, o por medio del movimiento, que procura una mejor utilización de las capacidades psíquicas. Por supuesto que, para lograr este objetivo, la psicomotricidad apela a un adecuado desarrollo postural y motor, perceptual, conductual y de los aprendizajes (Moraga 2008).

El control postural se lleva a cabo mediante la coordinación de varios elementos, como son la información sensitiva, las reacciones posturales (feedback y feedforward), las experiencias personales (memoria), la actividad muscular, el movimiento articular y el sistema nervioso central. Las reacciones posturales son el mecanismo postural por el cual se activan determinadas sinergias por medio del feedback y el feedforward; entendiendo feedback como el resultado de la imprescindible interacción del cuerpo con su entorno. El organismo se vale de la información propioceptiva y exteroceptiva para

modificar “sobre la marcha” órdenes motoras con el fin de adaptarse mejor a las condiciones externas. El mismo procedimiento se utiliza con el feedforward, pero de forma anticipada, utilizando las experiencias previas para modificar una conducta motora (Millares 1999)

Aunque el mecanismo de retroalimentación (feedback) ha sido considerado tradicionalmente el mecanismo primario de control neuromuscular, el mecanismo de anticipación o anterogrado (feedforward) que planifica programas de movimiento y activa la musculatura en base a las experiencias vividas anteriormente, también juega un papel importante en el mantenimiento de la estabilidad articular. Este mecanismo esta caracterizado por el uso de información propioceptiva en preparación para cargas anticipadas o actividades que pueden ser realizadas. Este mecanismo sugiere, que un constructo interno para la estabilidad articular es desarrollado y sufre continuas actualizaciones sobre la base de experiencias previas bajo condiciones conocidas. Esta información preparatoria es acoplada con impulsos propioceptivos de tiempo real, para generar comandos motores preprogramados que permitan lograr los resultados deseados (Childs, 2003; Buz, 2004).

Algunos jugadores tienen una gran precisión en la realización de los gestos deportivos, lo que no podría explicarse solo con base al factor técnico. Se puede afirmar que además de las posibilidades mecánicas del jugador, intervienen sus cualidades neuromusculares, interpretativas, emocionales y sociales (peralta 2003).

Las cualidades neuromusculares ya descritas comprenden la función armónica entre nervios y músculos para producir movimientos deseados, las habilidades fundamentales, acciones motoras básicas locomotoras en las que se desplaza globalmente el cuerpo de un punto del espacio a otro; y no locomotoras en las que uno o más segmentos corporales se mueven en torno a las articulaciones correspondientes y son ejecutadas sin desplazamiento del cuerpo (García 1997). Estas cualidades requieren de elementos motores como: precisión, ritmo, percepción, equilibrio, agilidad.

La habilidad motora se elabora de manera consciente en el curso de ensayos practicados en las condiciones más próximas posibles a las de la competición. En el curso de estos ensayos, la búsqueda del movimiento óptimo es primero practicar bajo el control de la conciencia el proceso de perfeccionamiento técnico pasa por la práctica de ejercicios muy variados, cuya adquisición reclama cualidades de percepción, de análisis y de reflexión de los jugadores, así como su capacidad para combinar movimientos simples en acciones motrices más complejas. Una de las funciones esenciales de los hábitos motores es la de permitir el control automático de los movimientos. Este carácter automático del control libera la conciencia de los detalles de la ejecución (Platonov 1999)

Las cualidades interpretativas están relacionadas con la capacidad de explorar, comprender, adquirir conocimientos y hacer juicios de valor, tener claridad de las reglas del juego y medidas de protección. Se emplean tácticas y estrategias que implican la organización de actividades.

Mucchielli, afirma que: “Tomar distancia del mundo de los objetos e integrar los diferentes segmentos del cuerpo en un esquema corporal capaz de organizar las posibilidades de acción y de aprendizaje, son inseparables de una correlativa ubicación de las cosas y del cuerpo y de su recíproca orientación”.

Los jugadores en los partidos de fútbol y en el entrenamiento toman decisiones relativas a su plan general, ayudados por los estímulos perceptivos procedentes de varias fuentes. Se efectúa un proceso de selección de modo que se ignora toda la información irrelevante y solo es receptivo a los estímulos perceptivos importantes que proceden del espacio próximo, lo que ayuda a la toma de decisiones dentro del campo de juego.

En el aspecto emocional se incluyen la reacción saludable ante la actividad física, mediante la satisfacción de necesidades básicas, desarrollo de reacciones positivas como espectador y participante, tanto en triunfos como en reveses, la disminución de la tensión por medio de la relajación.

Se ha analizado las influencias de la mente en aquellas funciones neurológicas y metabólicas que regulan las respuestas fisiológicas, se llega a la conclusión que existe una relación sinérgica. Por la tensión se suceden cambios posturales en los músculos, lo que a menudo conlleva a cierto tono elevado que reduce la eficacia circulatoria e incrementa la acumulación de ácido láctico y hialurónico, la actividad contráctil local en el

músculo se incrementa debido a la interacción entre el calcio y el adenosin trifosfato, provocando contracciones que acortan y tensan los haces musculares. (Chaitow 2000)

La relajación favorece un estado de conciencia que se caracteriza por un bajo tono muscular, por la disminución del ritmo cardiaco y respiratorio, por una mejor concentración y por una mayor capacidad perceptiva interoceptiva, exteroceptiva y propioceptiva. Los efectos de la relajación se pueden establecer en cinco planos:

- Plano cognitivo. Favorece la atención y la capacidad de concentración que puede a la vez repercutir sobre otros procesos cognitivos.
- Plano psicomotriz. Favorece una mejor vivenciación y conocimiento del esquema corporal.
- Plano conductual. Puede actuar disminuyendo estados de agitación y estrés.
- Plano de la personalidad. Favorece el conocimiento de sí mismo, el nivel de autoconcepto, autodominio, confianza, un mayor equilibrio emocional
- Plano escolar. Favorece una mayor capacidad de aprendizaje

La parte motivacional se relaciona también con el aprendizaje del movimiento pues dependiendo del grado de motivación del individuo, va a realizar un movimiento en su mayor o menor grado. Cuando el grado de motivación es bajo es posible que el aprendizaje sea mínimo o no se dé, ya que la tarea a ejecutar resulta indeseable al individuo y no intentaría desarrollar alguna destreza por miedo a los juicios o a fallar. Con esto se observa que dependiendo de situaciones sociales e individuales el deportista se enfrenta a la ejecución y a la adquisición de una habilidad motora con una actitud positiva o negativa.

A nivel social se maneja la adaptación de sí mismo y de otros por medio de la integración del individuo al grupo, comunicación, capacidad de hacer juicio en una situación grupal y empleo constructivo del tiempo libre.

El fútbol es considerado como un deporte de situaciones sociomotrices donde existen formas de comunicación y contracomunicación, dada la primera para entenderse por gestos entre compañeros de equipo mientras que la segunda se da para eludir o confundir al adversario. Todo comportamiento es portador de una significación sociomotríz, así que la motricidad del jugador que está participando en la acción de

juego, es altamente significativa y toda su actuación desarrolla una “semántica sociomotríz” en la que la decodificación tiene una importancia capital (Hernández 2001).

1.2.4 Entrenamiento propioceptivo coordinación balance y fuerza

Todo incremento en la fuerza es resultado de una estimulación neuromuscular. Con relación a la fuerza, enseguida solemos pensar en la masa muscular pero no olvidemos que ésta se encuentra bajo las órdenes del sistema nervioso.

Resumidamente, es sabido que para la mejora de la fuerza a través del entrenamiento existen adaptaciones funcionales (sobre la base de aspectos neurales o nerviosos) y adaptaciones estructurales (sobre la base de aspectos estructurales: hipertrofia e hiperplasia, esta última sin evidencias de existencia clara en personas) (Ruíz 2004)

Los procesos reflejos que incluye la propiocepción estarían vinculados a las mejoras funcionales en el entrenamiento de la fuerza, junto a las mejoras propias que se pueden conseguir a través de la coordinación intermuscular y la coordinación intramuscular (Ruiz 2004):

Coordinación Intermuscular: Haría referencia a la interacción de los diferentes grupos musculares que producen un movimiento determinado.

Coordinación Intramuscular: Haría referencia a la interacción de las unidades motoras de un mismo músculo.

Propiocepción (Procesos Reflejos): Harían referencia a los procesos de facilitación e inhibición nerviosa a través de un mejor control del reflejo de estiramiento o miotático y del reflejo miotático inverso, mencionados anteriormente y que pueden producir adaptaciones a nivel de coordinación inter-intramuscular.

La coordinación hace referencia a la capacidad que tenemos para resolver situaciones inesperadas y variables y requiere del desarrollo de varios factores que, indudablemente, podemos mejorar con el entrenamiento propioceptivo, ya que dependen en gran medida de la información somatosensorial (propioceptiva) que recoge el cuerpo ante estas

situaciones inesperadas, además, de la información recogida por los sistemas visual y vestibular (Ruiz 2004).

Estos factores propios de la coordinación que podemos mejorar con el entrenamiento propioceptivo son:

• Regulación de los Parámetros Espacio-Temporales del Movimiento: Se trata de ajustar nuestros movimientos en el espacio y en el tiempo para conseguir una ejecución eficaz ante una determinada situación. Por ejemplo, cuando nos lanzan una pelota y la tenemos que recoger, debemos calcular la distancia desde la cual nos la lanzan y el tiempo que tardará en llegar en base a la velocidad del lanzamiento para poder ajustar nuestros movimientos.

Ejercicios buenos para la mejora de los ajustes espacio-temporales son los lanzamientos o pases con objetos de diferentes tamaños y pesos.

• Capacidad de Mantener el Equilibrio: Tanto en situaciones estáticas como dinámicas, eliminamos pequeñas alteraciones del equilibrio mediante la tensión refleja muscular que nos hace desplazarnos rápidamente a la zona de apoyo estable. Una vez que entrenamos el sistema propioceptivo para la mejora del equilibrio, podremos conseguir incluso anticiparnos a las posibles alteraciones de éste con el fin de que no se produzcan (mecanismo de anticipación). Ejercicios para la mejora del equilibrio serían apoyos sobre una pierna, verticales, conos, oscilaciones y giros de las extremidades superiores y tronco con apoyo sobre una pierna, mantenimiento de posturas o movimientos con apoyo limitado o sobre superficies irregulares, ejercicios con los ojos cerrados.

• Sentido del Ritmo: Capacidad de variar y reproducir parámetros de fuerza-velocidad y espacio-temporales de los movimientos. Al igual que los anteriores, depende en gran medida de los sistemas somatosensorial, visual y vestibular. En el ámbito deportivo, podemos desglosar acciones motoras complejas propias de un deporte en elementos aislados para mejorar la percepción de los movimientos y después integrarlos en una sola acción. Es importante seguir un orden lógico si separamos los elementos de una acción técnica. Por ejemplo, en la pateo de futbol, podemos separar el gesto en los

pasos de aproximación – descenso del centro de gravedad flexionando piernas a la vez que echamos los brazos atrás – despegue – armado del brazo – golpeo final al balón.

• Capacidad de Orientarse en el Espacio: Se realiza fundamentalmente, sobre la base del sistema visual y al sistema propioceptivo. Podríamos mejorar esta capacidad a través del entrenamiento de la atención voluntaria (elegir los estímulos más importantes).

• Capacidad de Relajar los Músculos: Es importante, ya que una tensión excesiva de los músculos que no intervienen en una determinada acción puede disminuir la coordinación del movimiento, limitar su amplitud, velocidad, fuerza. Utilizando ejercicios alternando periodos de relajación-tensión, intentando controlar estos estados de forma consciente. En alto nivel deportivo, se busca la relajación voluntaria ante situaciones de gran estrés que después puedan transferirse a la actividad competitiva.

El balance es definido como la capacidad de Mantener el centro de masa dentro de los límites de espacio o bases de sustentación, conocido como los límites de estabilidad. El centro de masa (CM) es definido como el punto central de la masa corporal total, el cual es determinado al hallar el promedio de peso del centro de masa de cada segmento corporal. La proyección vertical del CM es comúnmente definida como el Centro de gravedad (CG). La base de sustentación o límites de estabilidad es definido como el área del cuerpo que está en contacto con la superficie de soporte y limitan un área de espacio en el que el cuerpo puede mantener su posición sin cambiar su base de apoyo. (Horak 2000)

En un entorno dinámico, el mantenimiento del balance en esencial para la entrega voluntaria de las transiciones entre los movimientos de todo el cuerpo. Muchos estudios sobre balance están asociados con las respuestas automáticas posturales basadas en los rangos de funcionamiento de los sistemas visual, vestibular y somatosensorial. Algunos estudios han abordado la cuestión del control voluntario de comportamiento postural y han demostrado que los sujetos voluntariamente pueden modificar la magnitud y la duración de las respuestas. Sin embargo, un aspecto importante del control

voluntario no se aborda en los estudios anteriores y es cómo el sistema nervioso central pre-planea una transición voluntaria entre los movimientos de todo el cuerpo sobre la base de los rangos de funcionamiento de los sistemas visual, vestibular y somatosensorial.

La importancia de los rangos de funcionamiento sensorial radica en que los rangos definen un marco de orientación de referencia espacial en la que las transiciones entre todos los patrones corporales pueden ser planificadas y ejecutadas. Un aspecto importante en este marco de orientación de referencia espacial, es cómo el sistema nervioso central voluntariamente produce un patrón postural fuera de los rangos funcionales sensoriales y las limitaciones mecánicas que definen ese patrón. (Horak 2000)

Las características biomecánicas en la oscilación postural ejercen una importante influencia en los patrones de coordinación postural. Por ejemplo, la posición vertical puede ser modelada como un péndulo invertido simple o doble enlace con el equilibrio postural mantenida a través de modulaciones en el centro de presión (CP) definido como el centro de distribución de la fuerza total aplicada a la superficie de apoyo.(Merino 2007)

El uso de la información vestibular también depende de su umbral sensorial y la estrategia de coordinación motora que se seleccione. Aunque los sujetos con pérdida bilateral de la función vestibular pueden mostrar respuestas posturales normales para movimientos rápidos y superficies móviles, no son capaces de equilibrar a través de un haz estrecho que requiere un doble péndulo invertido "La estrategia de la cadera". Cuando la superficie está continuamente en el plano horizontal, la información vestibular parece cada vez más importante y la frecuencia de las oscilaciones aumenta con el fin de evitar la deriva del tronco en el espacio cuando la visión no es disponible. (Horak 2000)

Sin embargo, cuando la superficie está girando, la información vestibular es más importante en la velocidad media (4°/s) debido a rápidas respuestas somatosensoriales que pueden controlar las respuestas a las rotaciones rápidas. Se ha sugerido que el control del balanceo lento en los tobillos depende principalmente de la información de los otolitos, mientras que el control del balanceo rápido que se produce con la cadera y las rotaciones amplias de la cabeza requieren la adición de la información de los canales semicirculares. Al igual que la información visual y vestibular, el uso de la información

somatosensorial para el balance postural depende de la frecuencia. Por lo tanto, los patrones específicos de la postura de forma espontánea surgen en función de la interacción entre las restricciones mecánicas, los umbrales sensoriales, y los requisitos de la tarea.

Así, la cabeza emerge como la solución de equilibrio óptimo para las frecuencias de oscilación lenta sobre la base de los umbrales somatosenesoriales y otoliticas y las limitaciones mecánicas compatibles con un sistema multibrazo oscilando como un péndulo invertido. El sistema de control postural puede fijar la cabeza y el tronco en el espacio para eliminar las oscilaciones de perturbación en el campo visual, en consonancia con la importancia de mantener la estabilidad del tronco en el espacio. (Horak 2000)

La firme sujeción de la cabeza en el espacio también proporciona una plataforma estable que mantiene el sistema vestibular en el rango de trabajo tanto para los otolitos y los órganos del canal lo que les permite contribuir a controlar el balance postural. La fijación de la cabeza y el tronco en el espacio también rompe el cuerpo en un péndulo multibrazo que ayuda a disipar las fuerzas de la plataforma externa y limita el impacto de estas fuerzas en la cabeza y el movimiento del tronco. La estabilización de la cabeza en el espacio mientras que la parte inferior del cuerpo se mueve por encima o junto con la superficie se cree que dependen del sistema de estabilización de la mirada.

La mirada de estabilización en un tema libremente de pie es un mecanismo automático que utiliza deslizamiento neural de la retina, vestíbulo-oculares y los reflejos vestíbulo-coliculares, entradas somatosensoriales y los mecanismos vestíbulo-espinales para permitir el movimiento mínimo entre los ojos y el objeto deseado en el espacio. Se ha hipotetizado que la mirada (incluso en la oscuridad) dirige y organiza la orientación postural durante la postura y la marcha. Así, el patrón de cabeza fijo a la superficie aparece como la solución óptima para las frecuencias de oscilación rápida basada en los límites de procesamiento visual, la estabilización de la mirada, y las limitaciones mecánicas asociadas con un sistema de péndulo de enlaces múltiples. (Horak 2000)

Control voluntario del balance postural: la estructura de control jerárquico: Un aspecto importante de los procesos de control que subyacen a la fijación de la cabeza a la superficie y la cabeza fija en el espacio, parece ser una separación en el control de

movimiento superior del cuerpo por la información visual y vestibular e inferior del cuerpo en movimiento por la información somatosensorial. La entrega voluntaria y el cambio entre los patrones de postura pueden salir de una estructura de control jerárquico de la planificación por separado y los niveles de ejecución.

La planificación del cambio voluntario probablemente implica las aéreas premotora y suplementaria en el desarrollo de un plan motor que define la secuencia de cambios de coordinación superior e inferior del cuerpo, así como los factores de atención relacionados con la iniciación del cambio voluntario, con el ganglios basales, posiblemente actuando como un primer neural para iniciar el cambio en el patrón postural. Este marco espacial de referencia podrá utilizar umbrales sensoriales específicos para definir los puntos de referencia dinámicos que permiten que el sistema de control postural oriente el movimiento del tronco superior a la superficie o en el espacio. Regiones de la corteza somatosensitiva primaria pueden jugar un papel importante en términos de mantener la orientación del tronco como el cambio en el patrón postural se ejecuta, con el cerebelo la posibilidad de jugar un papel importante en la preparación para la ejecución del cambio en los patrones posturales. (Horak 2000).

Para que ocurran todas las acciones ya mencionadas que permitan el buen desempeño del gesto deportivo también hay que tener en cuenta la existencia de fuerzas que actúan como interferentes, que alteran la posición, o como equilibrantes que conservan la posición; que dependen de la ubicación de los miembros del cuerpo con respecto a su apoyo. Se hablaría entonces de fuerzas externas e internas, entendiendo que las primeras son provocadas por la acción de cuerpos circundantes al hombre y gracias a ellas es posible la variación de la trayectoria y de la velocidad del centro de gravedad. En cambio las internas surgen durante la interacción de las partes del cuerpo humano.

Entonces dentro del gesto deportivo las fuerzas externas se refieren a los movimientos de los segmentos corporales importantes, sus palancas y otros factores físicos de aplicación externa; todo esto involucrado con el control y utilización del balón (Moraga 2008) Entre las fuerzas externas, se encuentra la fuerza de gravedad, que se aplica a los centros de masa de los miembros y al del cuerpo; dicha fuerza está dirigida hacia la variación de la posición o del equilibrio de otras fuerzas interferentes.

La fuerza en contacto ejercida por el peso del cuerpo es otra de las fuerzas que interviene en el equilibrio del sistema biomecánico. Esta es la medida de la acción del cuerpo en reposo sobre el apoyo, es decir el peso de los miembros del cuerpo humano, a los miembros vecinos como consecuencia de la atracción terrestre, de la acción de las fuerzas de gravedad.

De otro lado, cuando el cuerpo se encuentra en contacto con alguna superficie, aparece otra fuerza interferente, la de reacción del apoyo, que se define como la medida de reacción del apoyo, ante la acción que pueden ejercer dos cuerpos en contacto, equilibrando la fuerza de gravedad del cuerpo. Todas las fuerzas externas pueden considerarse aplicadas al centro de masa del cuerpo, la resultante de estas fuerzas, es el vector principal, que condiciona su aceleración lineal. Si este vector es igual a cero, entonces el centro de masa no varía su velocidad y si esta velocidad es igual a cero, entonces no varía su posición.

Las fuerzas internas del gesto conciernen a las palancas osteomusculares, las resistencias al esfuerzo de los distintos tejidos musculares, el roce interno, la amplitud del movimiento y otros fenómenos intracorporales (Moraga). El cuerpo humano ejerce fuerzas internas que surgen como consecuencia de la interacción de las partes del sistema biomecánico. Son fuerzas de acción activa (tracción muscular), aplicadas a los huesos del esqueleto, sirven como fuente de energía de movimiento y conservan la postura, al fijar la posición de los miembros en las articulaciones. Para el equilibrio de la acción que ejerce cualquier fuerza sobre el cuerpo, es imprescindible que el vector principal y el momento principal de las fuerzas externas, sean iguales a cero y que todas las fuerzas internas garanticen la conservación de la postura.

Para lograr un equilibrio corporal no solo se necesita de la organización esquelética articular como tal, sino de las relaciones informativas-ejecutivas que brinda el sistema nervioso. Se ha demostrado que los ajustes posturales que garantizan un adecuado balance en posición bípeda, son el resultado de la integración de aferencias propioceptivas, vestibulares y visuales, dentro de respuestas motoras efectivas, que minimizan el balanceo corporal y mantienen el centro de masa dentro de la base de sustentación.

1.2.5 FIFA 11+

Los elementos clave de un programa eficaz de prevención de lesiones de jugadores de fútbol son la fuerza central, el control y equilibrio neuromuscular, el entrenamiento excéntrico del bíceps femoral, la pliometría y la agilidad.

Entrenamiento del tronco: El “tronco” es una unidad funcional, en la que no solo se incluyen los músculos del tronco propiamente dicho (abdominales, extensores posteriores), sino también los de la zona coxo-pélvica. El mantenimiento de la estabilidad del tronco es una de las claves para el funcionamiento óptimo de las extremidades inferiores (especialmente la articulación de la rodilla). Los futbolistas deben tener suficiente fuerza y control neuromuscular en los músculos del tronco y la cadera para lograr la estabilidad de la zona central.

Control y equilibrio neuromuscular: El control neuromuscular no es una entidad única, sino un conjunto de sistemas que interactúan e integran distintos aspectos de las acciones musculares (estática, dinámica, reactiva), las activaciones musculares (excéntricas más que concéntricas), la coordinación (músculos multiarticulares), la estabilización, la posición corporal, el equilibrio y la capacidad de anticipación.

Pliometría y agilidad: Los ejercicios pliométricos son los ejercicios que permiten que un músculo alcance su máxima fuerza en el menor tiempo posible. En muchas actividades deportivas contracciones concéntricas siguen rápidamente a contracciones excéntricas del músculo. Por este motivo, deben usarse ejercicios funcionales específicos que enfaticen este rápido cambio en la acción del músculo a fin de preparar a los atletas para sus actividades deportivas concretas. El objetivo del entrenamiento pliométrico es disminuir el tiempo necesario entre el final de la contracción excéntrica del músculo y el comienzo de la contracción concéntrica. La pliometría ofrece la capacidad de practicar pautas concretas de movimiento de modo biomecánicamente correcto, reforzando así el músculo, el tendón y el ligamento de manera más funcional.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuál es el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los jugadores de futbol de la categoría 98 y 99 (prejuevenil) del equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club de la ciudad de Bogotá?

1.3.1 Formulación de hipótesis alternativa

La hipótesis de este trabajo es: el programa de la FIFA 11+ tiene un efecto benéfico sobre la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los jugadores de futbol de categorías prejuvenil.

1.3.2 Formulación de hipótesis nula

El programa de la FIFA 11+ no tiene un efecto benéfico sobre la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los jugadores de futbol de categorías prejuvenil.

2. Capítulo Metodología

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Determinar el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los futbolistas de la categoría 98 y 99 (prejuvenil) del equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club de la ciudad de Bogotá

2.1.2 Objetivos específicos

- Comparar los efectos del calentamiento deportivo convencional que realizan los futbolistas frente a un calentamiento estructurado basado en el programa de la FIFA 11 + sobre la coordinación, evaluada por medio de la plataforma COBS.

- Comparar los efectos del calentamiento deportivo convencional que realizan los futbolistas frente a un calentamiento estructurado basado en el programa de la FIFA 11 + sobre el balance, evaluada por medio de la plataforma COBS.

- Comparar los efectos del calentamiento deportivo convencional que realizan los futbolistas frente a un calentamiento estructurado basado en el programa de la FIFA 11 + sobre la fuerza, evaluada por medio de la plataforma COBS

2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se planteó como ensayo clínico no controlado (cuasi experimental) Ruiz (2004). Se tuvieron dos grupos de adolescentes uno con la intervención de calentamiento del programa de la FIFA 11+ y otro grupo control que continuo ejecutando su calentamiento convencional con balón

2.3 POBLACION Y MUESTRA

Los participantes del estudio son adolescentes aparentemente sanos de género masculino y con edad comprendida entre 15 y 16 años y pertenecientes al equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club, la muestra del estudio fue una muestra por conveniencia, dado que se contaba con una población determinada (8 categorías) dentro del mismo club y facilitaba las reuniones con representantes de jugadores, entrenadores y los desplazamientos a los entrenamientos para la aplicación del programa de manera organizada y sistemática.

2.3.1 Criterios de inclusión

- Firma de consentimiento informado por parte de los padres o representante legal
- Adolescentes de género masculino nacidos en el año 1998 o 1999
- Estar inscritos en el equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club
- Entrenar 3 o más veces por semana
- Tener mínimo 2 años de edad deportiva
- Tener una vinculación al club FORTALEZA C.E.I.F de mínimo 6 meses

2.3.2 Criterios de exclusión

- Presentar lesión aguda de miembros inferiores
- No completar procesos de evaluación requeridos
- Entrenar una o dos veces por semana

2.4 LUGAR DE REALIZACION

El presente proyecto de investigación se realizó en convenio con el equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club en las sedes deportivas de Siberia montajes JM y en el club Fortaleza en la vía Suba – Cota. Las evaluaciones se llevaron a cabo en las instalaciones y con los equipos del Centro de Ciencias del Deporte de Coldeportes (Plataforma COBS).

2.5 RECURSOS

Los costos relacionados con las horas de trabajo del profesor asesor fueron asumidos por la Universidad Nacional de Colombia, los costos generados por la utilización de la plataforma COBS fueron asumidos por el Centro de Ciencias del Deporte de Coldeportes, los recursos físicos como impresiones computadores; proyector, presentaciones, desplazamientos a las reuniones con padres, entrenadores y jugadores, días de entrenamiento con cada categoría, el pago a los estadísticos fueron asumidos totalmente por el estudiante que realizo el presente estudio.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

La presente propuesta de investigación se clasifico como riesgo mínimo, y de acuerdo a lo establecido en la resolución Nª 008430 de 1993 del Ministerio de salud, en su artículo 12, el cual contempla: "…el investigador suspenderá la investigación de inmediato, al advertir algún riesgo o daño para la salud del sujeto en quien se realice la investigación. De igual manera será suspendida para aquellos sujetos de investigación que así lo manifiesten."

El estudio se desarrolló de acuerdo con la declaración de Helsinki y la legislación colombiana en material de ensayos clínicos en seres humanos, según lo cual los voluntarios deben firmar un consentimiento informado por escrito. El documento del consentimiento informado como también el protocolo experimental fueron aprobados por el comité de ética de la facultad de Medicina, mediante acta de evaluación N° 011-098-15 previo al inicio de la investigación.

2.7 SISTEMATIZACION Y ANALISIS DE DATOS

Para realizar la sistematización y análisis de datos se creó una base de datos con toda la información de los participantes en el estudio: resultados de la evaluación inicial, comportamiento durante la intervención, eventos adversos y evaluación final.

El análisis estadístico para los datos cuantitativos se trasladó a un paquete estadístico para su análisis donde se determinó la normalidad o anormalidad de los datos, siendo normales donde se realizó una estadística paramétrica. Se aplicó un modelo de anova factorial (2x2x4), para diseños mixtos para cada variable, para las comparaciones múltiples se empleó el análisis pos hoc de Bonferroni al ser el método más conservador. Se analizaron los cambios o diferencias significativas entre variables estableciendo un valor de significancia de $p <= 0,05$. Vale la pena mencionar que el software utilizado para el procesamiento de la información es R cuya cita es [R Core Team (2015)]; se usaron adicionalmente los paquetes Rcmdr y ggplot2 los cuales se citan [Fox, J. (2005)] y [Wickham (2009)] respectivamente, Por análisis estadístico, se identificó los promedios y desviaciones estándar alcanzados para cada una de las evaluaciones.

2.8 PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

1. **Presentación del anteproyecto** al comité de la maestría de fisioterapia del deporte y la actividad física para aprobación del mismo, presentación del anteproyecto al comité de ética de la facultad de medicina y posterior nombramiento oficial de tutor de trabajo por parte del consejo de facultad de medicina.

2. **Presentación del proyecto** a la coordinación del Centro de Ciencias del Deporte de Coldeportes ante los coordinadores del área de medicina deportiva, fisioterapia

y psicología en reunión académica realizada con los diferentes profesionales y estudiantes que allí trabajan. Ilustrando.

3. **Presentación del proyecto** a los coordinadores del club FORTALEZA C.E.I.F. en donde se realizó la exposición explicando los objetivos, metodología, beneficios y riesgos, así como el procedimiento a llevar a cabo para la convocatoria de los jugadores y entrenadores para la inclusión de los mismos en la investigación, la reunión de padres para realizar la misma exposición anteriormente descrita y posterior firma de consentimientos informados.

4. **Convocatoria y presentación del proyecto a padres y representantes legales de los deportistas de las categorías prejuveniles (adolescentes de género masculino nacidos en los años 1998 o 1999) del club:** Explicando objetivos, protocolo, beneficios, riesgos y compromisos por cada una de las partes involucradas.

5. **Firma del consentimiento informado** por parte de padres o representante legal del adolescente, luego de explicar amplia y suficientemente los procedimientos del estudio, los riesgos y aclarando cualquier duda, se firmó el consentimiento informado.(ANEXO A)

6. **Aplicación de lista de chequeo de criterios de inclusión y exclusión** descritos anteriormente para establecer posibles participantes.

7. **Asignación de citas para la evaluación** pre intervención en el Centro de Ciencias del Deporte (CCD) de Coldeportes por categoría a la cual debía asistir el entrenador encargado de la misma, las cuales se asignaron en horario de la tarde debido a que la mayoría de los jugadores estudiaban por la mañana, en un lapso de tiempo por categoría de 90 minutos en promedio de 20 jugadores, 2 categorías por día; en total fueron 8 categorías para un total de 4 días de evaluación

8. **Firma del asentimiento informado por parte de los deportistas**, el día de la cita asignada para la evaluación en el CCD por categoría se reunía al grupo luego

de leer el asentimiento (ANEXO B), explicar amplia y suficientemente los procedimientos del estudio, los riesgos y aclarando cualquier duda, el deportista debía colocar su nombre fecha de nacimiento, numero de documento de identidad y nombre del entrenador en una hoja de registro con un numero consecutivo.

9. **Realizar las evaluaciones pre intervención en la plataforma COBS**, en donde iban entrando uno por uno al salón donde está ubicada la plataforma COBS el jugador debía cambiarse de ropa y dejarse en uniforme de entrenamiento y tenis, se llenaba el registro en el sistema operativo de la plataforma y se utilizaba como nombre la palabra Fortaleza seguido del número consecutivo que cada jugador tenía en la hoja de registro con el fin de protección de los datos del menor de edad así como para el ocultamiento de los datos de la evaluación, para las dos primeras evaluaciones (unipodal ojos abiertos y unipodal ojos cerrados) se programaba tiempo de 30 segundos para cada una; se procedía a explicar el procedimiento al deportista: colóquese de pie en la plataforma un pie en cada división en el momento que yo le diga: ”YA” levanta la pierna derecha y se sostiene, cuando diga: “CAMBIO” baja la pierna derecha y levanta la pierna izquierda, igual se sostiene, cuando le diga: “TERMINA” baja la pierna izquierda y se queda de pie. Se inicia la evaluación a los 3 segundos se dice YA, transcurridos en total 15 se dice CAMBIO y transcurridos 28 segundos se dice TERMINA.

   Para la segunda evaluación los comandos, órdenes verbales y procedimientos son los mismos con la diferencia que todo lo debe realizar con los ojos cerrados.

   Para la tercera y última evaluación salto contra movimiento se programa el tiempo 5 segundos, el deportista de igual manera de pie en la plataforma un pie en cada división manos en la cadera, cuando diga: “YA” el deportista debe empezar el salto meciéndose hacia abajo para así obtener la mayor cantidad posible de fuerza posible, para saltar lo más alto que pueda, los brazos se involucran en ese movimiento, después de aterrizar en la plataforma, el deportista debe permanecer de pie hasta que el proceso de medición se haya completado.

Terminada la tercera evaluación el deportista se podía retirar e ingresar el siguiente deportista. Este procedimiento se repetía con cada categoría en cada día y hora asignada para evaluación.

10. **Aleatorización para la asignación de grupos control o experimental:** por logística y compromiso con el club Fortaleza de no interferir con los procesos de entrenamiento de cada categoría se acordó que cada categoría entraría a ser experimental o control y no sería la asignación por deportista, para lo cual se reunió a los 8 entrenadores y en una urna se insertaron 4 papeletas con el número 1 y 4 papeletas con el número 2, el numero 1 representaba los grupos que llevarían a cabo el programa de calentamiento FIFA 11+ y los numero 2 continuarían con su calentamiento habitual, el orden de escogencia de la papeleta se designó por orden de llegada a la reunión.

11. **Comenzar la intervención** con los jugadores y las 4 categorías a través del programa de calentamiento de la FIFA 11+ siguiendo el protocolo durante 10 semanas 3 veces por semana mientras las otras 4 categorías continuaban con su calentamiento convencional. El calentamiento FIFA 11+ (FIFA 11+ Manual 2008) se compone de tres partes con un total de 15 ejercicios que deberían realizarse al comienzo de cada sesión de entrenamiento siguiendo el orden especificado. 1a Parte: seis ejercicios de carrera a poca velocidad combinados con estiramientos activos y contactos controlados con el compañero; 2a Parte: seis grupos de ejercicios, centrados en la fuerza del tronco y las piernas, el equilibrio y la pliometría/agilidad, cada uno con tres niveles de dificultad creciente; y 3a Parte: tres ejercicios de carrera a velocidad moderada/alta combinados con movimientos de cambio de dirección. Un punto fundamental del programa es el uso de la técnica adecuada durante todos los ejercicios. Hay que prestar mucha atención a la posición correcta y a un buen control corporal, incluida la alineación recta de la pierna, la posición de las rodillas por delante de las puntas de los pies y los aterrizajes suaves. El calentamiento convencional se compone de tres partes: 1a Parte: compuesta por “el ruedo” y ejercicios de movilidad articular de miembros inferiores, superiores y tronco con desplazamientos en una distancia de 10 metros; 2a Parte: elongaciones musculares de miembros inferiores sostenidas por

10 – 15 segundos; y 3a Parte: ejercicios de técnica con balón realizados en parejas desplazándose 10 metros y ejercicios de velocidad.

12. **Aplicación de lista de chequeo de criterios de exclusión** descritos anteriormente para establecer posibles participantes que no deban presentarse a la evaluación post intervención.

13. **Asignación de citas para la evaluación** post intervención en el Centro de Ciencias del Deporte (CCD) de Coldeportes por categoría a la cual debía asistir el entrenador encargado de la misma, las cuales se asignaron en horario de la tarde debido a que la mayoría de los jugadores estudiaban por la mañana, en un lapso de tiempo por categoría de 90 minutos en promedio de 20 jugadores, 2 categorías por día; en total fueron 8 categorías para un total de 4 días de evaluación

14. **Realizar las evaluaciones post intervención en la plataforma COBS**, en donde iban entrando uno por uno al salón donde está ubicada la plataforma COBS el jugador debía cambiarse de ropa y dejarse en uniforme de entrenamiento y tenis, se llenaba el registro en el sistema operativo de la plataforma y se utilizaba como nombre la palabra Fortaleza seguido del número consecutivo que cada jugador tenía en la hoja de registro con el fin de protección de los datos del menor de edad así como para el ocultamiento de los datos de la evaluación, para las dos primeras evaluaciones (unipodal ojos abiertos y unipodal ojos cerrados) se programaba tiempo de 30 segundos para cada una; se procedía a explicar el procedimiento al deportista: colóquese de pie en la plataforma un pie en cada división en el momento que yo le diga: ”YA” levanta la pierna derecha y se sostiene, cuando diga: “CAMBIO” baja la pierna derecha y levanta la pierna izquierda, igual se sostiene, cuando le diga: “TERMINA” baja la pierna izquierda y se queda de pie. Se inicia la evaluación a los 3 segundos se dice YA, transcurridos en total 15 se dice CAMBIO y transcurridos 28 segundos se dice TERMINA.

    Para la segunda evaluación los comandos, órdenes verbales y procedimientos son los mismos con la diferencia que todo lo debe realizar con los ojos cerrados.

Para la tercera y última evaluación salto contra movimiento se programa el tiempo 5 segundos, el deportista de igual manera de pie en la plataforma un pie en cada división manos en la cadera, cuando diga: “YA” el deportista debe empezar el salto meciéndose hacia abajo para así obtener la mayor cantidad posible de fuerza posible, para saltar lo más alto que pueda, los brazos se involucran en ese movimiento, después de aterrizar en la plataforma, el deportista debe permanecer de pie hasta que el proceso de medición se haya completado.

Terminada la tercera evaluación el deportista se podía retirar e ingresar el siguiente deportista. Este procedimiento se repetía con cada categoría en cada día y hora asignada para evaluación.

15. **Extraer los datos de las evaluaciones pre y post intervención del computador de la plataforma COBS,** estos datos al ser extraídos del computador son inmodificables lo que permite tener la certeza que no son adulterados ni acomodados para incitar a arrojar resultados esperados. Se organizaron en una base de datos en excel

16. **Entregar los datos obtenidos a los estadísticos:** El análisis estadístico para los datos cuantitativos se trasladó a un paquete estadístico para su análisis donde se determinó la normalidad o anormalidad de los datos, siendo normales donde se realizó una estadística paramétrica. Se aplicó un modelo de anova factorial (2x2x4), para diseños mixtos para cada variable, para las comparaciones múltiples se empleó el análisis pos hoc de Bonferroni al ser el método más conservador. Se analizaron los cambios o diferencias significativas entre variables estableciendo un valor de significancia de $p <= 0,05$. El software utilizado para el procesamiento de la información es R cuya cita es [R Core Team (2015)]; se usaron adicionalmente los paquetes Rcmdr y ggplot2 los cuales se citan [Fox, J. (2005)] y [Wickham (2009)] respectivamente, Por análisis estadístico, se identificó los promedios y desviaciones estándar alcanzados para cada una de las evaluaciones.

17. **Analizar los resultados obtenidos** con los objetivos cumplidos, discusiones, conclusiones y recomendaciones.

18. **Presentar el trabajo final** para su posterior sustentación

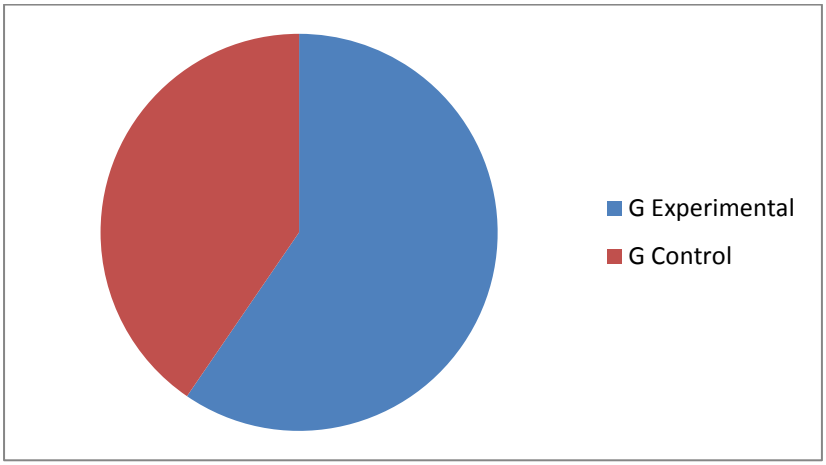
2.9 CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO

Previo al estudio, los voluntarios recibieron información verbal y escrita con respecto al diseño, fines del estudio y posibles riesgos que de él pudieran derivarse. Quienes decidieron aceptar a participar en el mismo, firmaron el consentimiento y el deportista el asentimiento en una hoja de registro previa lectura del mismo sin que ello impidiera que en cualquier momento y por cualquier razón, pudieran revocarlo y abandonar el estudio. (ANEXO A y ANEXO B)

3. Capítulo Resultados

A continuación se presentan los resultados del proceso de aplicación del programa de la FIFA llamado 11+, en una población de futbolistas de la categoría prejuvenil de la ciudad de Bogotá.

La población inicialmente evaluada previa convocatoria en el club de futbol La Fortaleza fue de 127 deportistas de las categorías 1998 – 1999, y el total de la muestra final fue de 91 jugadores, los deportistas que no fueron parte de ésta se debió a lesión de miembros inferiores durante partidos en el periodo de intervención ya fuera del grupo experimental o control (ajenos a la intervención), no presentarse el día de la segunda evaluación por compromisos escolares, o no cumplir con algún ítem del proceso de inclusión mencionados previamente en el capítulo 2.



1 Grafica Distribución poblacional en grupo experimental y control

La población fue distribuida a grupo experimental o control aleatoriamente por medio de sorteo y por categoría a la cual pertenece dentro de la clasificación del club (ascenso, promocional, elite), de esta manera el 58,2% se asignó al grupo experimental y el restante al grupo control.

Se aplicó un modelo de anova factorial (2x2x4), para diseños mixtos para cada variable, para las comparaciones múltiples se empleó el análisis pos hoc de Bonferroni al ser el método más conservador. Todos los análisis se tuvo una significancia de p <= 0,05.

Con una confianza del 95% no se alcanzaron a evidenciar diferencias estadísticamente significativas a pesar de que el valor p estuvo cerca al punto de corte establecido.

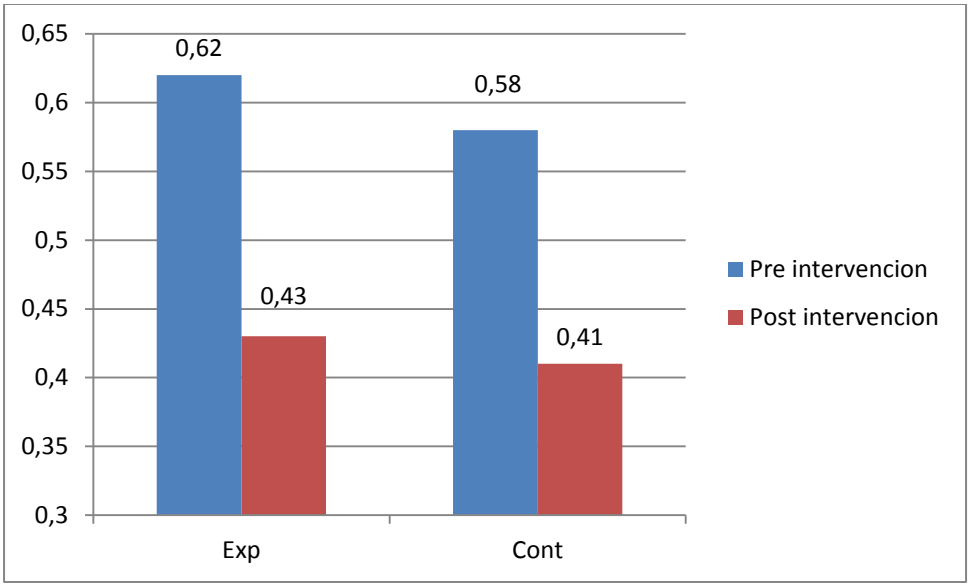
Se realizaron en cada jugador tres evaluaciones: apoyo unipodal ojos abiertos, apoyo unipodal ojos cerrados y salto contramovimiento, los resultados se presentan en este orden.

3.1 APOYO UNIPODAL OJOS ABIERTOS

Variable	Grupo	Media	Desviación típica	N
Pre índice coordinación	Experimental	,6238	,08951	53
	Control	,5864	,08780	38
Pre variación	Experimental	42,1415	1,12668	53
	Control	40,3903	6,40555	38
Post índice coordinación	Experimental	,4345	,17137	53
	Control	,4119	,13721	38
Post variación	Experimental	45,1547	1,44842	53
	Control	45,2944	1,76197	38

Tabla 1 Descriptivo de evaluación apoyo unipodal ojos abiertos

En la tabla se muestran los descriptivos que arrojo el análisis estadístico de la evaluación en apoyo unipodal con ojos abiertos por medio de la plataforma COBS correlacionando los índices de coordinación pre y post y la variación haciendo esta relación al balance, tanto en el grupo experimental (calentamiento FIFA 11+) como el grupo control (calentamiento convencional) con sus respectivas desviaciones típicas o estándar.



2 Grafica Índice de Coordinación comparativo en los grupos experimental y control

En la gráfica se muestran los valores del ítem de evaluación índice de coordinación pre intervención y post intervención tanto del programa de la FIFA 11+ como del calentamiento convencional con balón en el grupo control, los cuales reflejan una mejora en ambos grupos y en donde se evidencia que en los dos momentos los grupos se comportaron de una manera similar

Variable: Índice de Coordinación evaluada dentro del grupo de variables Unipodal ojos abiertos comparando entre Grupo

	IQR	0%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	100%
1	0.23	0.00	0.32	0.40	0.43	0.46	0.53	0.56	0.60	0.64	0.66	0.67	0.70	0.80
2	0.19	0.16	0.28	0.37	0.42	0.43	0.48	0.52	0.56	0.59	0.60	0.62	0.67	0.73

Estimación de densidades para grupo dentro de Unipodal ojos abiertos:

En las siguientes graficas se evidencia la densidad de los datos obtenidos en la evaluación unipodal ojos abiertos en el ítem índice de coordinación donde se ve la dispersión de los datos de los grupos experimental y control

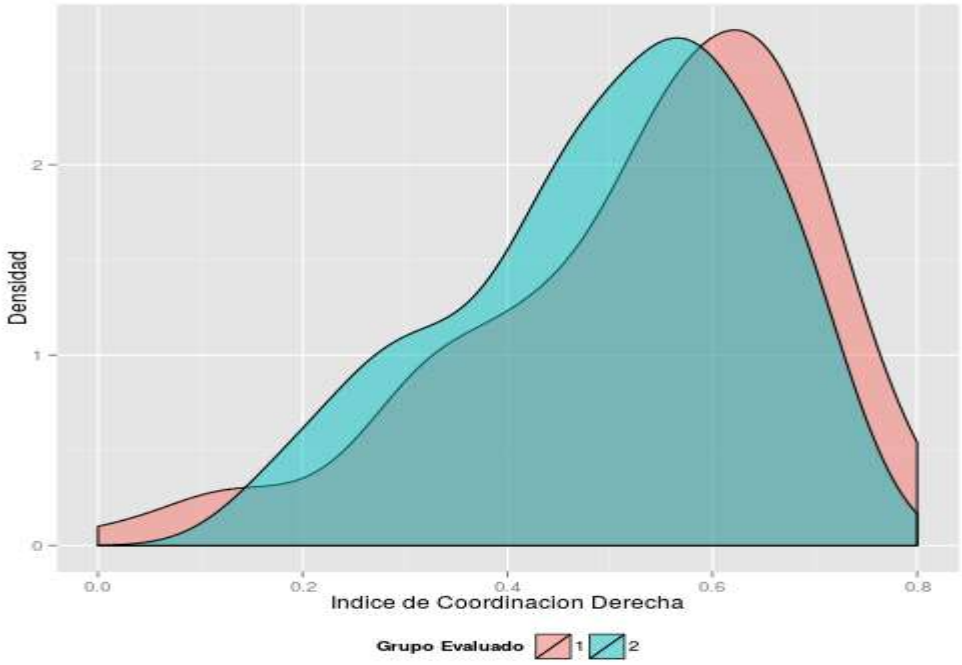
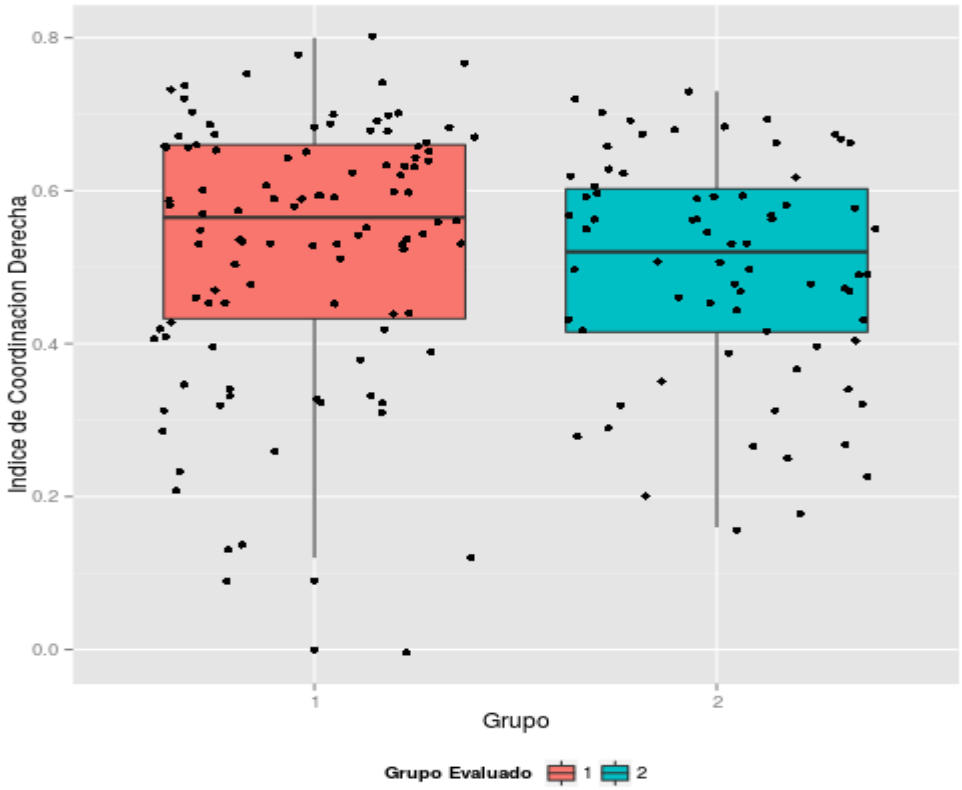
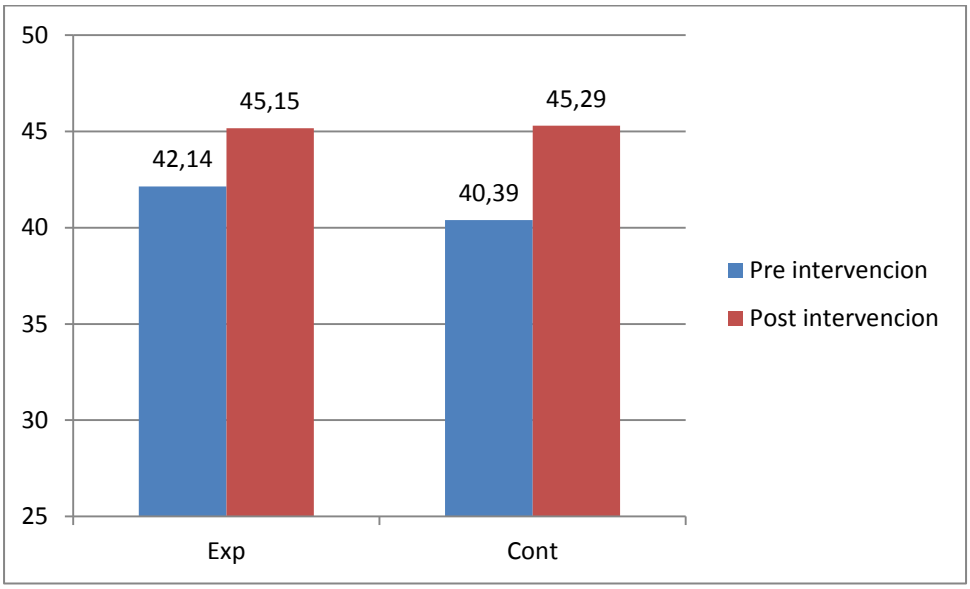


Diagrama de caja para grupo dentro de Unipodal ojos abiertos



Variación (balance) grupo experimental y control



3 Grafica Índice de variación comparativo en los grupos experimental y control

En la gráfica se muestran los valores del ítem de evaluación índice de variación pre intervención y post intervención tanto del programa de la FIFA 11+ como del calentamiento convencional con balón en el grupo control, los cuales reflejan una mejora en ambos grupos y en donde se evidencia que en los dos momentos los grupos se comportaron de una manera similar los cuales reflejan una mejora (ideal valor cercano al cincuenta) pero que no son estadísticamente significantes

Variable: Variación (%) evaluada dentro del grupo de variables Unipodal ojos abiertos comparando entre Grupo

	IQR	0%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	100%
1	3.48	40.30	41.10	41.60	41.90	42.25	42.70	43.50	44.30	45.00	45.38	45.70	46.35	48.00
2	4.30	4.35	39.91	40.92	41.10	41.39	42.34	43.00	44.16	45.01	45.40	45.96	46.89	48.40

Estimación de densidades para Grupo dentro de Unipodal ojos abiertos:

En las siguientes graficas se evidencia la densidad de los datos obtenidos en la evaluación unipodal ojos abiertos en el ítem índice de variación donde se ve la dispersión de los datos de los grupos experimental y control

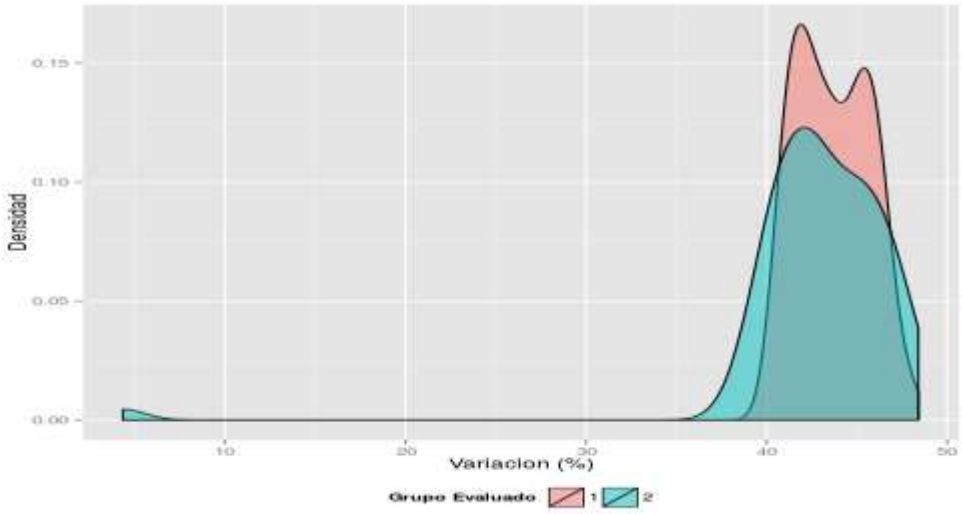
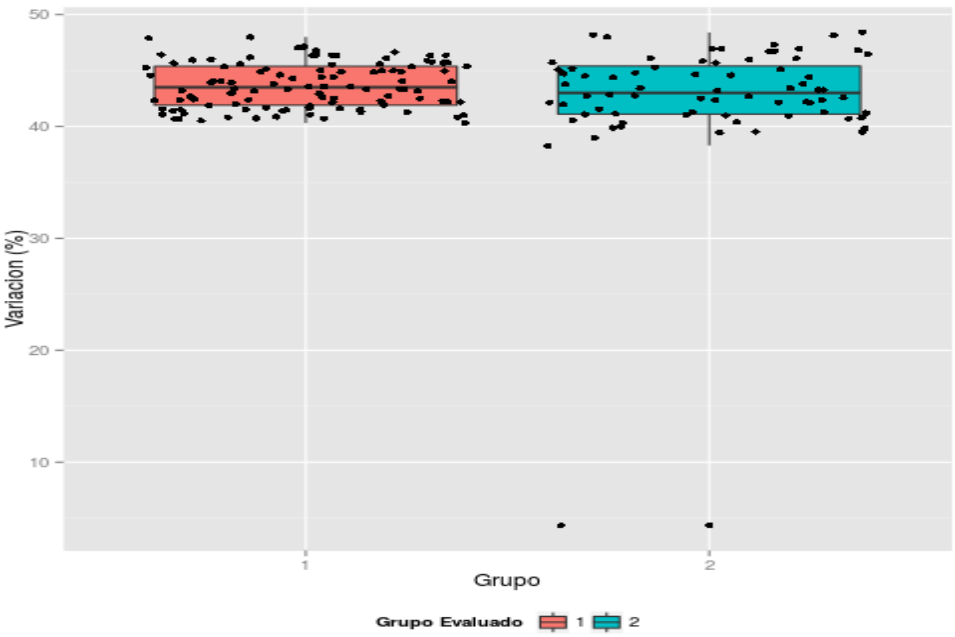


Diagrama de caja para Grupo dentro de Unipodal ojos abiertos

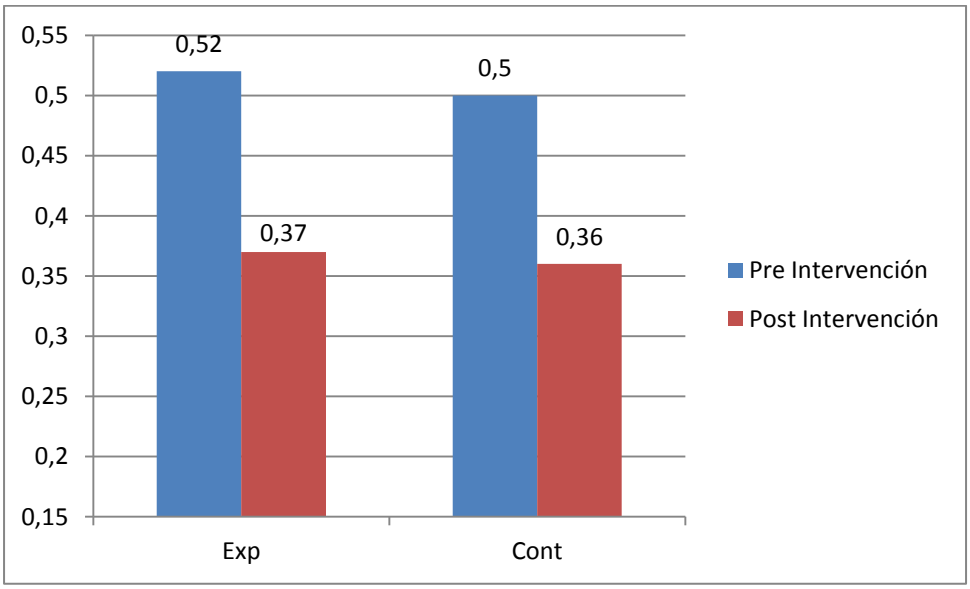


3.2 APOYO UNIPODAL OJOS CERRADOS

Variable	Grupo	Media	Desviación típica	N
Pre índice coordinación	Experimental	,5262	,094402	53
	Control	,5055	,08209	38
Pre variación	Experimental	40,4717	5,74431	53
	Control	40,9158	1,79798	38
Post índice coordinación	Experimental	,3713	,13435	53
	Control	,3663	,13308	38
Post variación	Experimental	44,581	1,7262	53
	Control	44,458	2,1863	38

Tabla 2 Descriptivo de evaluación apoyo unipodal ojos cerrados

En la tabla se muestran los descriptivos que arrojo el análisis estadístico de la evaluación en apoyo unipodal con ojos cerrados por medio de la plataforma COBS correlacionando los índices de coordinación pre y post y la variación haciendo esta relación al balance, tanto en el grupo experimental (calentamiento FIFA 11+) como el grupo control (calentamiento convencional) con sus respectivas desviaciones típicas o estándar.



4 Grafica Índice de coordinación comparativo en los grupos experimental y control

En la gráfica se muestran los valores del ítem de evaluación índice de coordinación pre intervención y post intervención tanto del programa de la FIFA 11+ como del calentamiento convencional con balón del grupo control, los cuales reflejan una mejora en ambos grupos y en donde se evidencia que en los dos momentos los grupos se comportaron de una manera similar los cuales reflejan una progreso (ideal valor cercano al cero) pero que no son estadísticamente significantes

Variable: Índice de Coordinación evaluada dentro del grupo de variables Unipodal ojos cerrados comparando entre Grupo

		IQR	0%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	100%

1	0.17	0.10	0.24	0.34	0.38	0.39	0.43	0.47	0.49	0.53	0.55	0.56	0.60	0.71
2	0.18	0.09	0.24	0.34	0.35	0.37	0.42	0.45	0.49	0.52	0.53	0.54	0.56	0.74

Estimación de densidades para grupo dentro de Unipodal ojos cerrados

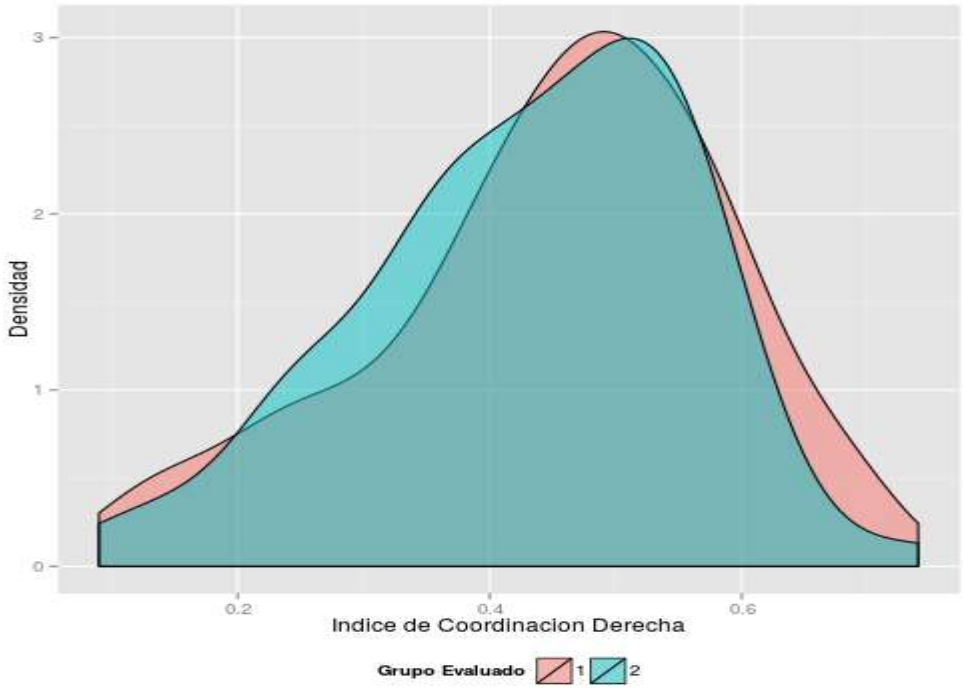
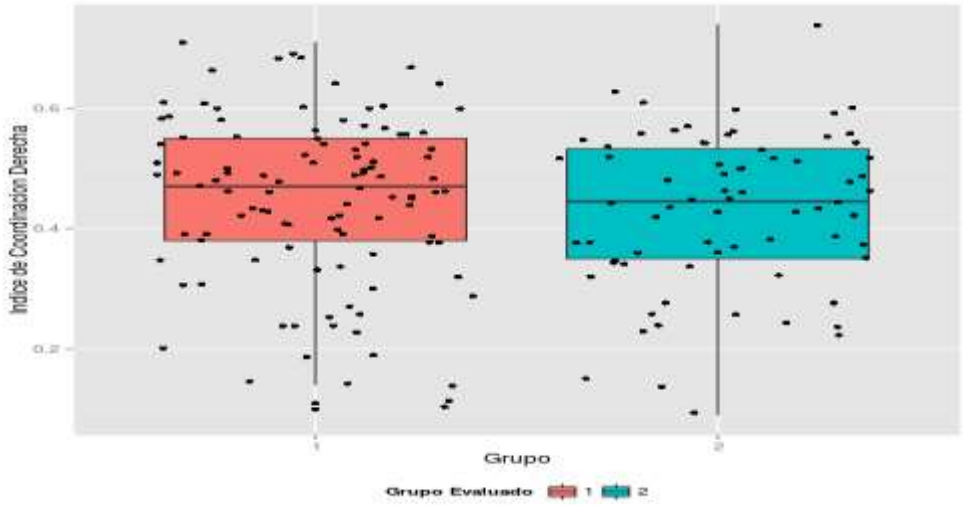
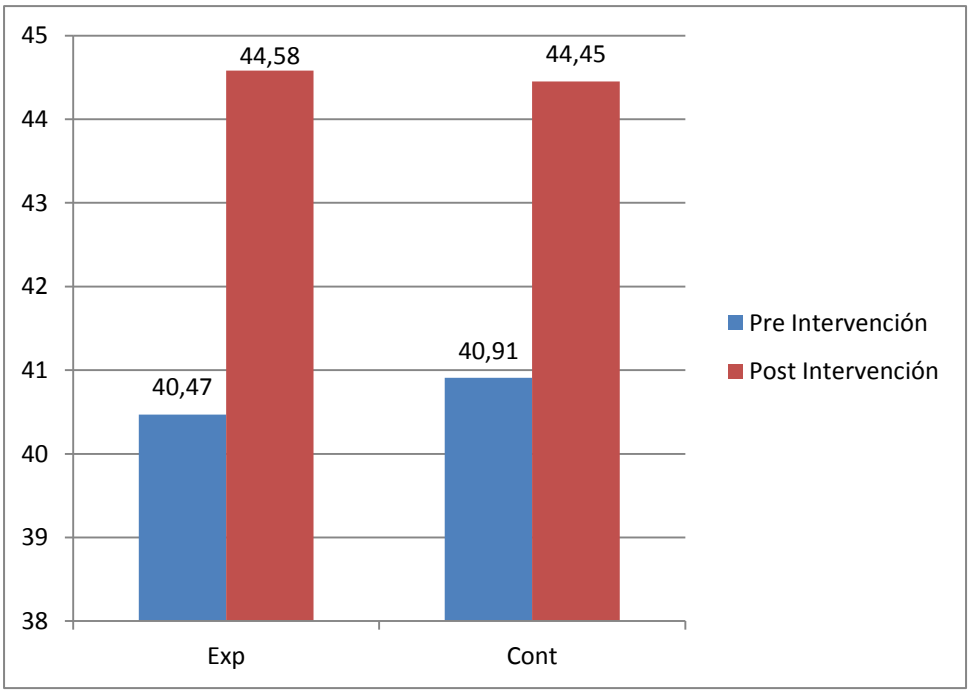


Diagrama de caja para Grupo dentro de Unipodal ojos cerrados



Variación (balance) en evaluación unipodal ojos cerrados



5 Grafica Variación comparativo en los grupos experimental y control

En la gráfica se muestran los valores del ítem de evaluación índice de variación pre intervención y post intervención tanto del programa de la FIFA 11+ como del calentamiento convencional con balón en el grupo control, los cuales reflejan una mejora en ambos grupos y en donde se evidencia que en los dos momentos los grupos se comportaron de una manera similar los cuales reflejan una mejora (ideal valor cercano al cincuenta) pero que no son estadísticamente significantes

Variable: Variación (%) evaluada dentro del grupo de variables Unipodal ojos cerrados comparando entre grupo

	IQR	0%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	100%
1	3.65	1.20	39.65	40.60	41.23	41.65	42.20	42.65	43.60	44.55	44.88	45.20	45.80	47.80
2	3.65	35.10	39.31	40.90	41.27	41.53	41.92	42.55	43.56	44.25	44.92	45.30	45.90	47.60

Estimación de densidades para grupo dentro de Unipodal ojos cerrados

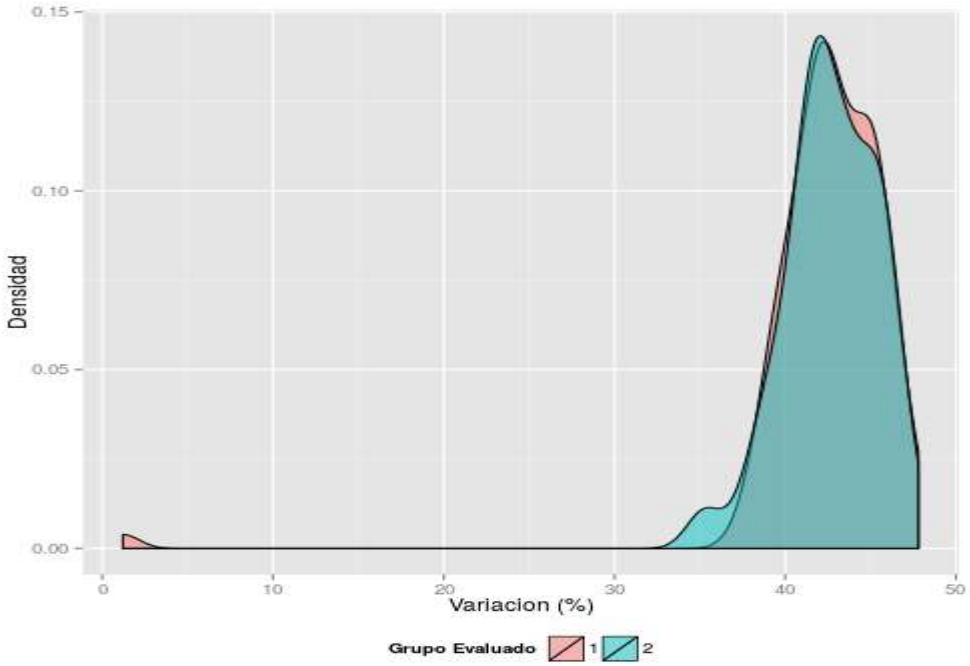
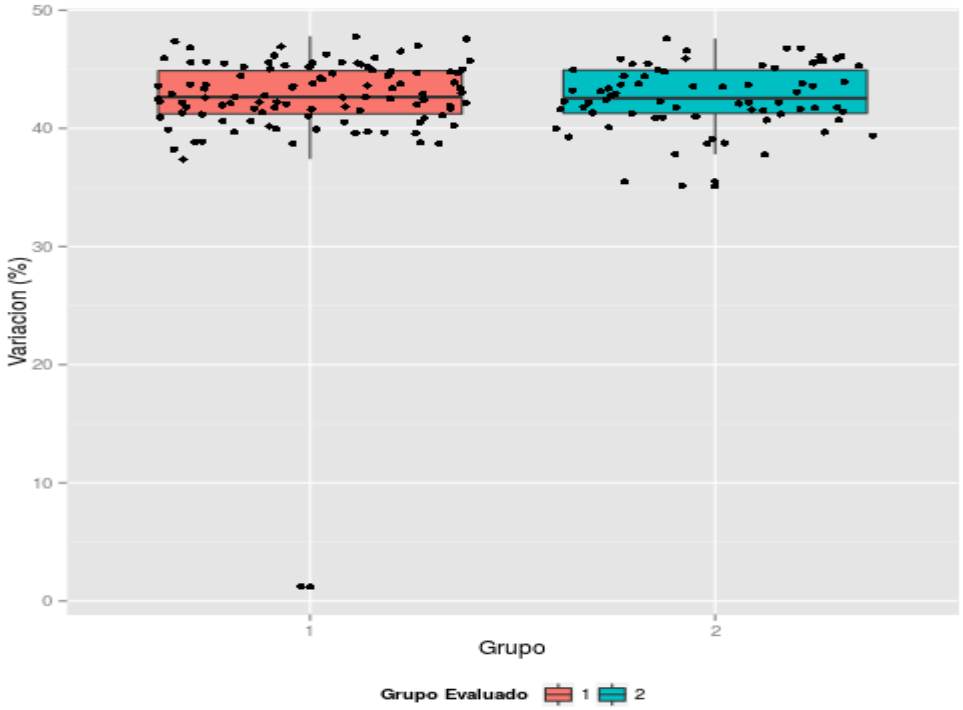


Diagrama de caja para Grupo dentro de Unipodal ojos cerrados



3.3 SALTO CONTRA MOVIMIENTO

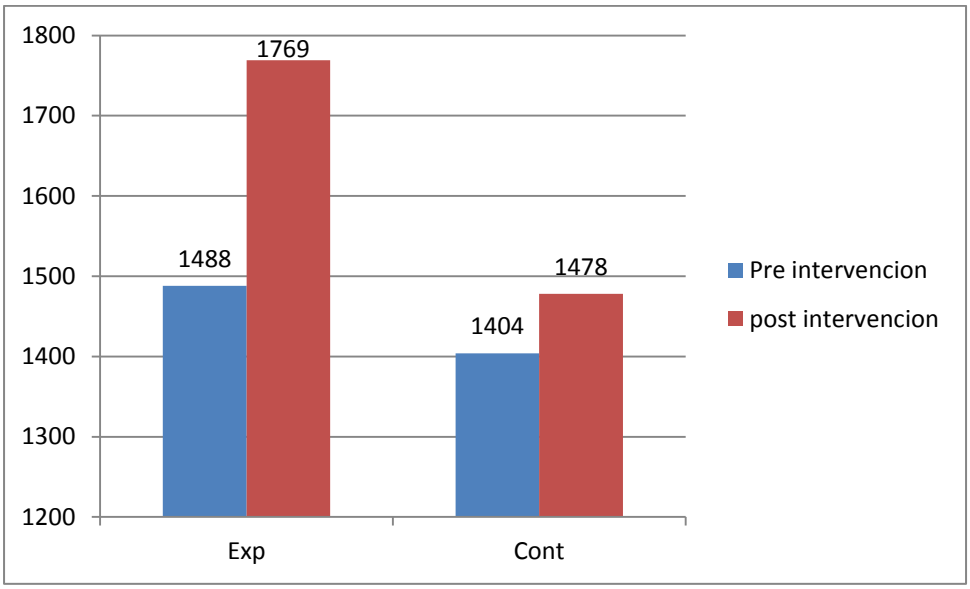
Para este análisis se decide aplicar pruebas bivariadas al tratarse principalmente de evaluar el efecto del tipo de calentamiento sobre la potencia en miembros inferiores.

En primera instancia, se aplicaron pruebas de normalidad para analizar la forma de distribución de las variables de salto CMJ, encontrándose que estas no se ajustan a una curva de distribución normal (p=0.01, Kolmogorov-Smirnov). Por tanto, se decide aplicar estadística no paramétrica a estas variables.

	grupo	Media	Desviación típica	N
Prefuerza	experimental	1488,2830	706,09572	53
	control	1404,3421	432,84935	38
Posfuerza	experimental	1769,0000	689,41466	53
	control	1478,1316	693,81858	38

Tabla 3 Comparativo evaluación fuerza entre grupos experimental y control

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la línea base (p = 0,961; Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes) entre los grupos en su potencia de salto.



6 Grafica Fuerza comparativa en los grupos experimental y control

Variable: Fuerza (Newton) evaluada dentro del grupo de variables Salto contramovimiento comparando entre Evaluación

			IQR	0%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%	100%
1			643.00	326.00	879.20	992.20	1042.00	1096.40	1196.00	1343.00	1512.80	1652.00	1685.00	1789.60	2237.80	3865.00
2			1041.00	614.00	823.80	1022.40	1067.00	1151.40	1278.40	1489.00	1771.40	2029.80	2108.00	2248.20	2483.20	3744.00

Estimación de densidades para evaluación dentro de Salto contramovimiento

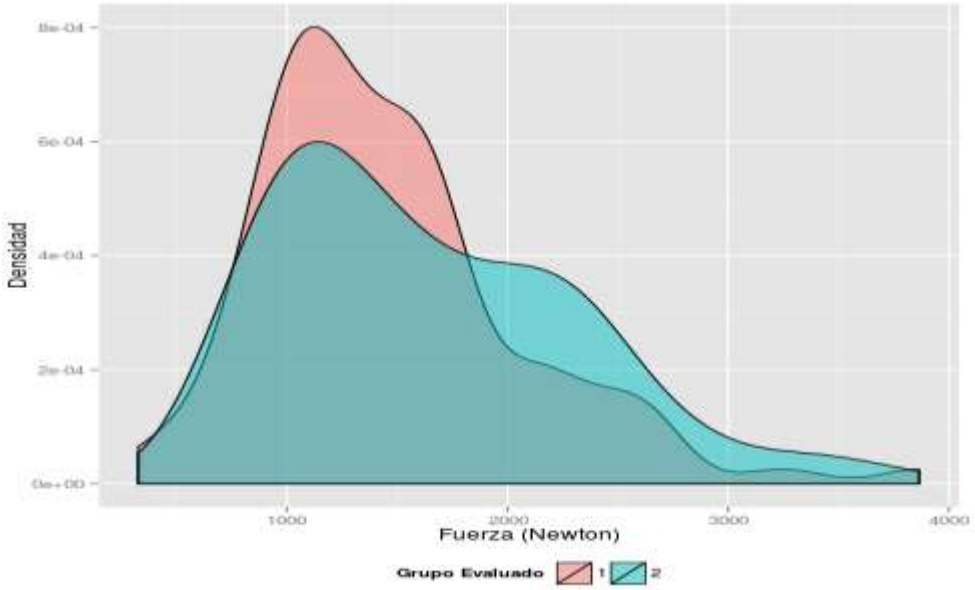
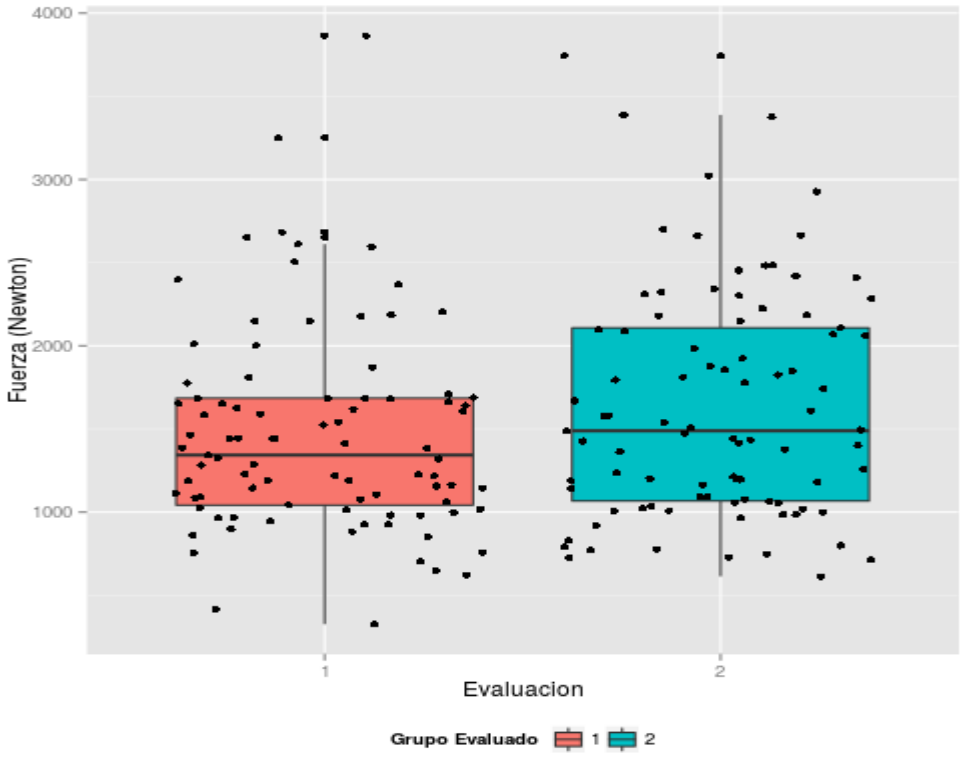


Diagrama de caja para evaluación dentro de Salto contramovimiento



En el postest, se halló una nueva variable que es la diferencia de fuerza expresada en Newtons (Newtons del postest menos Newtons del pretest), lo que permite establecer en

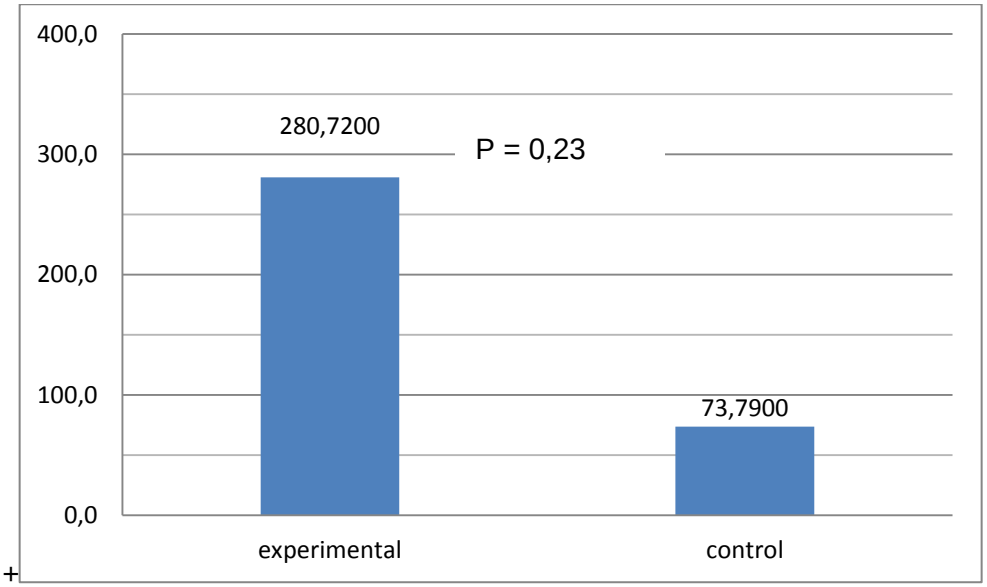
promedio cuánta potencia gano cada grupo. El resumen estadístico de esta nueva variable es:

Estadísticos descriptivos

Grupo		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
experimenta	Difpotencia	53	-2880,00	2201,00	280,7170	833,25791
control	Difpotencia	38	-1833,00	2179,00	73,7895	758,89999

El análisis de normalidad de esta variable de diferencia mediante la prueba de Kolmogorv-Smirnov se ajusta a una curva de distribución normal (p>0.05), por lo que se aplica estadística paramétrica

Los resultados comparando esta variable son:



No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de potencia (Newtons postest menos Newtons pre test) entre los grupos experimental y control ($p=0.23$, Prueba t para muestras independientes.

Se muestra como resultado que el programa de la FIFA 11+ muestra mejorías en la implementación de esta durante 10 semanas, en el balance y la coordinación pero comparado con un calentamiento convencional con balón no hay una diferencia estadísticamente significativa, debido a que en los dos casos la mejoría es similar.

En el caso de la fuerza medida a través del salto contra movimiento y expresada en Newton el programa de la FIFA 11+ comparado con el calentamiento convencional con balón muestra un comportamiento de mejoría superior que no alcanza a ser estadísticamente significativo teniendo un $p>0.05$, caso contrario si se hubiera dejado como $p >0.1$

4. Capítulo Discusión

La propiocepción es crucial para el movimiento coordinado. Cuando hay un déficit en la propiocepción, movimientos controlados son imposibles sin orientación visual continua (Ghez et al, 1995) el mantenimiento de la fuerza o posición está gravemente afectado, y desarrolla un temblor (Marsden et al., 1984). Diferentes factores tales como lesión, distracción cognitiva, el ejercicio muscular, y la inactividad han demostrado afectar a la propiocepción. Por esta razón la plataforma COBS (Coordination, Balance, Strength) fue el dispositivo escogido ya que consta de un software que evalua la simetría de los movimientos, la capacidad de carga, el nivel de fuerza, la potencia en el salto, la coordinación, siendo estos parámetros objetivos del balance y por consiguiente de la propiocepción.

El programa FIFA 11+ fue desarrollado en 2006 en colaboración con la Fundación de Medicina del Deporte de Santa Mónica (SMSMF), y el Centro de Trauma de Deportes y de Investigación de Oslo (OSTRC), como un programa de calentamiento completo para evitar lesiones en jugadores de fútbol amateur; mientras que el primer estudio fue publicado en 2008 consistió en un ensayo controlado aleatorio (ECA) en jugadoras jóvenes, en los últimos años otros ECA grandes (en mujeres, así como en jugadores masculinos) han confirmado los hallazgos iniciales: el programa de calentamiento de la FIFA 11+ significativamente previene lesiones de no contacto en futbol. El FIFA 11+ también ha sido investigado en otros deportes; hubo una reducción del tipo de lesiones en jugadores de baloncesto de élite masculinos asignados al azar al calentar con este programa. Varios ECA mostraron cómo un programa básico de prevención de lesiones, cuando se realiza continuamente, reduce significativamente las lesiones en jugadores de fútbol aficionado femenino y masculino

Holmes y Delahunt, et al, (2009) Reportan que la mejora del balance es uno de los objetivos terapéuticos más importantes en una amplia gama de lesiones del miembro inferior, los programas de rehabilitación de propiocepción suelen recomendar el uso de dispositivos de entrenamiento de equilibrio, tales como las plataformas inestables de equilibrio o ejercicios como posturas en una sola pierna, o saltos en una sola pierna, con el fin de restaurar en parte el déficit propioceptivo y la estabilidad funcional del tobillo, lo cual se vio evidenciado con el programa de calentamiento de la FIFA el 11+ encontrando que es posible ver en las evaluaciones post intervención como se reduce el número de acciones (temblores) en la posición unipodal

Estos programas se basan en la idea de que las perturbaciones externas o tareas desafiantes estimulan todos los sentidos y la integración sensorial de tal manera que la posición más estable se logra progresivamente; de manera que se puede observar en los diferentes niveles de complejidad que tiene el programa de calentamiento de la FIFA 11+ en donde el nivel principiante es solo sostenerse en una sola pierna y con un balón en las manos, el nivel intermedio es apoyo unipodal pero lanzar el balón al compañero y por último el nivel avanzado es desequilibrar al compañero.

Hrysomallis (2007), analizo los estudios sobre la relación entre el entrenamiento tradicional en fútbol y el entrenamiento del balance demostrando que el entrenamiento del balance, como una sola intervención, no es tan eficaz como cuando se parte de una intervención multidisciplinar, confirmando que un entrenamiento integral puede no solo disminuir el riesgo de sufrir una lesión sino también mejorar el rendimiento. (Nurtekin Erkmen y cols 2010) también reportan cómo la relación entre el entrenamiento del balance y el entrenamiento funcional en futbolistas tiene beneficios en actividades propias de este deporte. El estudio determinó qué actividades que requieren fuerza explosiva como saltos y carreras mejoran en términos de calidad y economía ya que este tipo de actividades requieren de un óptimo control postural. Por eso dentro del programa de calentamiento de la FIFA 11+ una de las principales recomendaciones es corregir las posturas durante la realización de los ejercicios de manera que sea más controlado los diferentes movimientos durante el calentamiento.

Richardson (1999) identifica los signos físicos de la actividad muscular con el fin de ayudar a facilitar el control neuromuscular adecuado en el balance y este sirve de guía, cuando el concepto de control neuromuscular se integra en un programa de mejora del rendimiento óptimo y esta adecuación se logra con el programa FIFA 11+.

Se propone que dos principios biomecánicos principales deben ser demostrados: la primera el centro de gravedad del sujeto debe estar debidamente ubicado sobre la base de apoyo de la pierna de apoyo y la segunda es que el control neuro muscular excéntrico e isométrico de los músculos de las articulaciones de la pierna debe ser eficiente con el movimiento de cadena cinética de tobillo hasta la cadera debe ser controlado por los músculos de la extremidades inferiores. Lo cual permite que la coordinación y el balance sean desarrollados con un mejor control neuro muscular de esta manera el programa de la FIFA 11+ como se evidencio en este trabajo permite que se cumpla de esta manera aunque los resultados no tengan diferencias estadísticamente significativas comparadas con el grupo control aunque clínicamente si fue posible ver la diferencia.

En un ECA, Impellizzeri et al (2013) encuentran un mejor control neuromuscular (más rápido tiempo de estabilización de las extremidades inferiores y el núcleo) en jugadores masculinos aficionados después de 9 semanas de práctica del FIFA 11+. Jóvenes jugadoras canadienses que emprendieron el FIFA 11+ durante una temporada mejoraron en su balance concluyen además en su estudio que la realización del programa FIFA 11+ durante 9 semanas puede mejorar el control neuromuscular. Se encontraron posibles diferencias que vale la pena para los flexores de la fuerza, aunque en este estudio no se diferenció por grupos musculares la evaluación de la fuerza si corresponde que en la prueba de salto los músculos flexores de miembros inferiores son importantes en la acción de este gesto y que es de esperar que sean de los grupos musculares que más aumenten su fuerza debido a que dentro de los ejercicios del programa se encuentra uno específico para este fortalecimiento.

Steffen concluye que, la realización del FIFA 11+ durante un promedio de 2 meses ha llevado a mejores relaciones de fuerza de la rodilla, así como el equilibrio estático / dinámico y agilidad en jugadores En un estudio pre-post en los jugadores aficionados masculinos italianos, Bizzini et al mostraron cómo el FIFA 11+ induce respuestas fisiológicas similares a otros calentamientos publicados. Recientemente, dos estudios informaron que los ejercicios del FIFA 11+ pueden desencadenar la activación de la

musculatura de la cadera, y por lo tanto mejorar control. Neuromuscular (Nakase) Las relaciones de resistencia (mejor isquiotibiales / cuádriceps, la mejora de las habilidades de salto y agilidad) han mejorado el rendimiento con el FIFA 11+ en jugadores de fútbol sala masculino Portugués. (Brito)

Soligard (2008) llevo a cabo un ensayo controlado aleatorizado con el programa de calentamiento de la FIFA 11 + en donde realiza una metodología similar a la llevada a cabo en este estudio pero los objetivos se centraban en el estudio de reducción de incidencia de lesiones pero concluye que un diseño de programa de un amplio calentamiento va a mejorar la fuerza, la conciencia y el control neuromuscular puede previniendo las lesiones en jóvenes futbolistas El riesgo de lesiones se puede reducir en aproximadamente un tercio y el riesgo de lesiones graves por tanto como en un medio. Así encontramos que el presente estudio corrobora esta conclusión ya que se demostró que la fuerza aumentó en comparación con el grupo control aunque no se encontrara una diferencia estadísticamente significativa.

El balance corresponde a una compleja respuesta motora que involucra la integración de variada información sensorial, elaboración y ejecución de patrones de movimiento que tiene como objeto mantener una postura estable y correcta (Horak 1997). Describe la dinámica de la postura corporal para evitar la caída y se relaciona con las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y las características inerciales de los segmentos corporales (Winter, 1995).

Debido que la postura es inherentemente inestable, debemos vencer constantemente la fuerza de gravedad y evitar la caída. El balance se relaciona con las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y los segmentos corporales. Por tal razón el programa de calentamiento de la FIFA 11+ en sus ejercicios ayuda al mejoramiento de estas características las cuales fueron evidentes tanto en la aplicación del programa como en el momento de la evaluación post intervención y que se vieron reflejadas en las gráficas de los resultados.

Se evidencio que la estrategia de balance estático aunque no era parte del estudio que predomino en la evaluación unipodal tanto con ojos abiertos como cerrados fue la antero posterior y ante pequeñas perturbaciones actuaba la estrategia de tobillo que hace actuar tanto a los flexores plantares como dorsales de tobillo al estar en bipedestación para

controlar el péndulo invertido. En este caso se restauraba el equilibrio desde distal a proximal.

Si la perturbación es mayor como en el caso de los ejercicios unipodales del programa de calentamiento de la FIFA 11+ de nivel avanzado, y los flexores dorsales y plantares de tobillo son sobrepasados, pasa a actuar la estrategia de cadera que llevará a esta articulación a una flexión o a una extensión para desplazar el centro de masa hacia adelante o hacia atrás según sea el sentido de la perturbación.

La estrategia de tobillo requiere tener un rango de movimiento adecuado y una buena flexibilidad de la musculatura que interviene en esta articulación. En el desarrollo del paso la estrategia anteroposterior es controlada por cuando el centro de gravedad se desplaza fuera del límite de estabilidad, las estrategias de tobillo y cadera son incapaces de mantener el equilibrio ante una perturbación, por lo tanto se utiliza la estrategia del paso para recuperar el equilibrio. Esto va a establecer nuevos límites de estabilidad. Razón por la cual este tipo de ejercicios son incluidos en programas de prevención de lesiones como lo es el de calentamiento de la FIFA 11+ y por eso se realiza la acotación que aunque no era para del estudio si se vio reflejado en los deportistas la activación de estas estrategias y el mejoramiento en el control neuro muscular para la activación de estas de una manera más adecuada y que requiriera un menor gasto

Los resultados obtenidos en el apoyo unipodal también son comparables con el estudio realizado por Steffen et al, (2013), en donde encontraron una mejoría significativa en esta prueba aunque evaluada por medio del test de la estrella y concluyen que una buena adherencia al programa de calentamiento de la FIFA 11+ dará lugar a mejoras significativas en el balance funcional y un menor riesgo de lesiones corroborando lo encontrado en los resultados del presente estudio.

5. Capitulo Conclusiones y recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

- La entrega del programa de calentamiento de la FIFA 11+ para la prevención de lesiones dirigido a jugadores de categorías prejuvenil debe ser implementado dentro de la actividades rutinarias de futbol y se deben integrar como una práctica habitual como un medio para asociarlos con los beneficios del entrenamiento de este deporte

- A pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas comparadas con el calentamiento convencional con balón, el programa de calentamiento de la FIFA 11+ si mejora la coordinación y el balance medido a través de la plataforma COBS

- La mayor diferencia encontrada con la implementación del programa de calentamiento de la FIFA 11+ con el calentamiento convencional con balón se presenta en la medición de fuerza expresada en Newton a través de la prueba de salto contra movimiento medida en la plataforma COBS, en donde el incremento de fuerza en el grupo control fue de 1,04% y en el grupo experimental fue de 4,18%.

- La plataforma COBS es una herramienta útil con parámetros objetivos que permite tener un punto de partida para realizar una adecuada evaluación tanto de la coordinación, el balance y la fuerza y poder comenzar un plan de entrenamiento y estar controlando que las metas propuestas de éste se estén cumpliendo.

- No siendo objeto de estudio variables dentro de la evaluación en la plataforma COBS pero se evidencio mejora en ítems como la distribución simétrica de carga en miembro inferior en izquierdo relación con miembro inferior derecho en los sujetos que pertenecían al grupo experimental del programa de calentamiento FIFA 11+ comparado con el grupo control

- La capacitación de entrenadores permite que el programa de calentamiento de la FIFA 11+ sea promulgado mayormente en las diferentes escuelas de futbol pero a la vez que el deportista sea quien se vea beneficiado por la reducción de lesiones de no contacto

- En conclusión, los resultados de este estudio muestran que el programa de calentamiento de la FIFA 11+, es un instrumento idóneo y eficaz para la mejora de las características específicas del fútbol de rendimiento físico de los futbolistas jóvenes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Hacer uso de los recursos disponibles como la plataforma COBS para seguir realizando estudios con herramientas fiables

- Dentro de este estudio quedaron datos sin utilizar que permitirían nuevas investigaciones como lo es el caso de los efectos del programa de la FIFA 11+ con la lateralidad, debido a que la plataforma arrojaba datos discriminados de presión y de acciones tanto de derecha como de izquierda.

- Es necesario implementar estrategias de evaluación de condición motriz, que permitan identificar cambios en la capacidad física de los deportistas determinando un perfil deportivo, el cual permitiría realizar un trabajo más integral e individualizado con el objeto de prevenir lesiones

A. Anexo: Consentimiento Informado

OMAR DANILO GUERRERO OSMA
MAESTRANTE FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FISICA
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EFECTO DEL PROGRAMA DE LA FIFA 11 + PARA FUTBOLISTAS EN LA COORDINACION, BALANCE Y FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El fútbol es un deporte de movimientos y contactos, con cambios de dirección y velocidad. Con frecuencia durante el juego el cuerpo está en desequilibrio y de improviso pueden ocasionarse lesiones musculares, osteoarticulares o microtraumatismos, más frecuentemente en la rodilla, tobillo y en menor proporción en la cadera.

Los trabajos relacionados con el programa de la FIFA 11+ conciernen con disminución de incidencia de lesiones sin especificar en qué sistema está actuando, además los estudios demuestran la relevancia del programa para la reducción de incidencia de lesiones en jugadores amateur y en género femenino, pero no se encuentra su relación con la propiocepción (COORDINACION, BALANCE Y FUERZA) y estudios realizados en categorías menores como la prejuvenil y todos los estudios han sido realizados principalmente en Europa, y no se encuentran estudios de este programa en la zona de Suramérica; por lo tanto el presente tiene como objetivo: *conocer el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los futbolistas de la categoría 98 y 99 (prejuvenil) del equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club de la ciudad de Bogotá.*

La presente investigación está planteada como ensayo clínico no controlado (cuasi experimental) Ruiz (2004). Se tendrán dos grupos de adolescentes uno con la intervención de calentamiento del programa de la FIFA 11+ y otro grupo control que continuara ejecutando su calentamiento convencional, los cuales se asignaran por sus respectivas categorías de entrenamiento de manera aleatoria a uno u otro grupo de investigación. La información de los deportistas se manejara bajo estricta confidencialidad, y se utilizaran los datos de evaluación y se asignaran números por cada sujeto sin utilizar nombres de los mismos, Se realizara la evaluación pre y post por medio de la plataforma COBS (Coordination, Balance, Strength), y la aplicación del programa FIFA 11 + durante 10 semanas.

Exceptuando las evaluaciones pre y post aplicación del programa FIFA 11 +, todo se realizara durante los entrenamientos de la categoría y en las instalaciones del club.

Yo _____ identificado con cedula de ciudadanía número _____ de _____, responsable directo del joven: _____ identificado con tarjeta de identidad numero: _____ de _____, manifiesto que se ha obtenido consentimiento y otorgo de manera voluntaria mi permiso para que se le incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación: “EFECTO DEL PROGRAMA DE LA FIFA 11+ PARA FUTBOLISTAS EN LA COORDINACIÓN, BALANCE Y FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES”, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto y sobre los riesgos y beneficios directos e indirectos de su colaboración en el estudio, y en el entendido que:

- No habrá consecuencia para ambos en caso de no aceptar la invitación;
- Puedo retirarlo del proyecto si lo considero conveniente a sus intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión por medio de carta firmada;
- No haremos ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por la colaboración en el estudio;
- Se guardara estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la colaboración;
- En caso de que se presentaran efectos adversos para la salud (lesión de miembros inferiores) de mi representado, recibirá atención medica requerida, siempre que estos sean producto de su colaboración en el proyecto;
- Puedo solicitar información en el transcurso del proyecto actualizada sobre el mismo al investigador responsable o bien a la Coordinación de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia

Lugar y fecha_____

Nombre y firma del responsable_____

Parentesco o relación con el participante_____

Nombre y firma del investigador que proporciono la información para fines de consentimiento _____

B. Anexo: Asentimiento Informado

OMAR DANILO GUERRERO OSMA
MAESTRANTE FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FISICA
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EFECTO DEL PROGRAMA DE LA FIFA 11 + PARA FUTBOLISTAS EN LA COORDINACION, BALANCE Y FUERZA DE MIEMBROS INFERIORES

ASENTIMIENTO INFORMADO

Los trabajos relacionados con el programa de la FIFA 11+ conciernen con disminución de incidencia de lesiones sin especificar en qué sistema está actuando, además los estudios demuestran la relevancia del programa para la reducción de incidencia de lesiones en jugadores amateur y en género femenino, pero no se encuentra su relación con la propiocepción (COORDINACION, BALANCE Y FUERZA) y estudios realizados en categorías menores como la prejuvenil y todos los estudios han sido realizados principalmente en Europa, y no se encuentran estudios de este programa en la zona de Suramérica; por lo tanto el presente tiene como objetivo: *conocer el efecto del programa de la FIFA 11+ en la coordinación, balance y fuerza de miembros inferiores de los futbolistas de la categoría 98 y 99 (prejuvenil) del equipo FORTALEZA C.E.I.F. Futbol Club de la ciudad de Bogotá.*

La presente investigación está planteada como ensayo clínico no controlado (cuasi experimental) Ruiz (2004). Se tendrán dos grupos de adolescentes uno con la intervención de calentamiento del programa de la FIFA 11+ y otro grupo control que continuara ejecutando su calentamiento convencional, los cuales se asignaran por sus respectivas categorías de entrenamiento de manera aleatoria a uno u otro grupo de investigación. La información de los deportistas se manejara bajo estricta confidencialidad, y se utilizaran los datos de evaluación y se asignaran números por cada sujeto sin utilizar nombres de los mismos, Se realizara la evaluación pre y post por medio de la plataforma COBS (Coordination, Balance, Strength), y la aplicación del programa FIFA 11 + durante 10 semanas.

Exceptuando las evaluaciones pre y post aplicación del programa FIFA 11 +, todo se realizara durante los entrenamientos de la categoría y en las instalaciones del club.

Luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto y sobre los riesgos y beneficios directos e indirectos de su colaboración en el estudio, y en el entendido que:

- No habrá consecuencia para ambos en caso de no aceptar la invitación;
- Puedo retirarme del proyecto si lo considero conveniente a sus intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión por medio de carta firmada;
- No hare ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la colaboración en el estudio;
- Se guardara estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la colaboración;
- En caso de que se presentaran efectos adversos para mi salud (lesión de miembros inferiores), recibiré atención medica requerida, siempre que estos sean producto de mi colaboración en el proyecto;
- Puedo solicitar información en el transcurso del proyecto actualizada sobre el mismo al investigador responsable o bien a la Coordinación de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia

Nombre y firma del deportista: _____

Fecha de nacimiento: _____ Documento de identidad_____

Nombre entrenador: _____

Bibliografía

- Alonso, R. La medicina deportiva en el entrenamiento deportivo. En: EFDeportes.com. Argentina: N° 25, 2000.

- Bernier, J y Perrin, D. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. En: journal of orthopaedic and sports physical therapy. Estados Unidos: Vol 27, 1998.

- Bizzini M, Impellizzeri FM, Dvorak J, et al. Physiological and performance responses to the “FIFA 11+” (part 1): is it an appropriate warm-up? J Sports Sci 2013;31:1481–90.

- Bleakley CM, SR O'Connor, Tully MA, Rocke LG, MacAuley D, Bradbury I, et al (2010) Efecto de la rehabilitación acelerada de la función después de esguince de tobillo: estudio clínico controlado aleatorizado. *BMJ* 340.

- Brito J, Figuerido P, Fernandes L. Isokinetic strength effects of FIFA’s “The 11+” injury prevention training programme. Isokinetics Exerc Sci 2010;18:211–15.

- Caraffa A, et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective controlled study of proprioceptive training. En: Knee surg sport traumatol arthros. Vol 4 N° 1. 1996

- Cruz, Y. Pacheco, C. Propuesta de un instrumento de evaluación de la propiocepción en adultos. Trabajo de grado para optar al título de terapeuta físico. Colombia, 1998

- Daneshjoo A, Mokhtar A, Rahnama N, et al. The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. Biol Sport 2013;30:281

- Dvorak J, A. Junge manual de medicina Fútbol. Zurich: F-MARC, 2005:81-93.

- Ekstrand, J; Gillquist, J y Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries supervision by doctor and physiotherapist. En: American journal of sports medicine. Vol 11 N° 3 1983
- Finch Caroline, Peta Blanca, Dara Twomey, Shahid Ullah Implementación de un programa de entrenamiento con ejercicios para prevenir lesiones en las extremidades inferiores: consideraciones para el desarrollo de intervención. Ensayo controlado aleatorizado *Br J Sportsmed* 2011; 45: 791-796 doi: 10.1136/bjsm.2010.081406.

- Fox, J. (2005) The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. Journal of Statistical Software, 14(9):1—42

- Guerrero O., Silva Y., Propuesta de entrenamiento propioceptivo en futbolistas. Trabajo de grado para optar al título de terapeuta físico. Colombia, 2002

- Impellizzeri F., Bizzini M., Dvorak j., Pellegrini B., Schena F., Junge A. Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): a randomised controlled trial on the training effects Journal of Sports SciencesVolume 31, Issue 13, 2013 Special issue: Science and Medicine in Football DOI: 10.1080/02640414.2013.802926 pages 1491-1502

- Rodas Gil, Pruna Ricard, Til Lluis, Martin Carles. Servicios Médicos del Futbol Club Barcelona. Guía de Practica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiologia, diagnóstico, tratamiento y prevención. Version 4.5 (9 de febrero 2009). Apunts: Medicina de l´esport 2009: vol.: 44 Núm.: 164 Pag.: 179-203

- Gardner, E. Neuroscience. New York University School of Medicine. Estados Unidos, 1994

- Horak FB, Kuo A. Postural adaptation for altered environments, tasks and intentions. In: Winters JM, Cargo PE, editors. Biomechanics and neural control of posture and movement. New York: Springer; 2000. p. 267–81.

- Kandel, E; Schwartz, J y Jessell, T. Neurociencia y conducta. España: Ed. Prentice Hall, 1997

- Lephart, S. Restablecimiento de la propiocepción, la cinestesia, el sentido de la posición de las articulaciones y el control neuromucular en la rehabilitación. En: Prentice, W. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Ed. Paidotribo, 1998

- Lohmander LS, Östenberg A, Englund M, Roos H. Alta prevalencia de artrosis de rodilla, dolor y limitación funcional en el fútbol femenino jugadores doce años siguientes lesión del ligamento cruzado anterior. Artritis Rheum 2004; 50:3145-52.

- Malina, Robert; Morano, Peter; Barron, María; Miller, Susan; Cumming, Sean; Kontos, Anthony. Incidencia y factores de riesgo de lesión en jugadores de futbol juveniles. Clinical Journal of Medicine Sport: volumen 16 Numero 3 2006 pp 214 – 222.

- Marshall SW, Guskiewicz KM Lesiones deporte y recreación: el costo oculto de un estilo de vida saludable. Inj anterior 2003. 9.

- Merino Osorio Catalina; Núñez Herrera Daniela. Descripción del Balance Dinámico en Seleccionados Nacionales de Atletismo, Básquetbol y Vóleibol, Utilizando el Star Excursion Balance Test Universidad de Chile *Facultad de Medicina* Escuela de Kinesiología 2007.

- Nakase J, Inaki A, Mochizuki T, et al. Whole body muscle activity during the FIFA 11+ program evaluated by positron emission tomography. PLoS ONE 2013;8: e73898.
- Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Excersice to Prevent Lower Limb Injuries in Youth Sports: Cluster Randomized Controlled Trial. BMJ 2005; 330:449-52.
- Oyarzo, Claudio. Balance y propiocepción; Nurtekin Erkmen Y Cols. Relationships between Balance and Functional Performance in Football Players. Journal of Human Kinetics 2010. USA and Alexandrov A, Frolov A, Horak F, Carlson-Kuhta P, Park S. Feedback equilibrium control during human standing. Biol Cybern. 2005; 93(5):309-22
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/
- Rasool J, George K. Impacto del entrenamiento en una sola pierna en la estabilidad del equilibrio dinámico. Phys Ther Sport 2007, 8, 177-186.
- Ruiz, A., Morillo, L (2004). Epidemiología clínica. Investigación clínica aplicada. Bogotá. Colombia.
- Steffen K, Emery CA, Romiti M, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. Br J Sports Med 2013;47:794–802.
- Tropp, H; Askling, C y Gillquist, J. Prevention of ankle sprains. En: American journal of sports medicine. Vol. 13 N° 3 1985.
- Walden, M., Hägglund, M., & Ekstrand, J. (2005). UEFA Champions League

study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001 – 2002 season. British Journal of Sports Medicine, 39(8), 542 – 546.

- Wickman, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer New York, 2009