

**EZANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS VARIABLES CINEMÁTICAS EN EL  
GESTO DE CABECEO EN FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO**

**DIDIER GÓMEZ GUTIÉRREZ  
MATEO QUINTERO POSADA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
FISIOTERAPIA  
MEDELLÍN  
2014**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS VARIABLES CINEMÁTICAS EN EL GESTO  
DE CABECEO EN FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO**

**DIDIER GÓMEZ GUTIÉRREZ  
MATEO QUINTERO POSADA**

**Trabajo de Grado como requisito para optar el Título de Fisioterapeuta**

**Asesor Metodológico  
FANNY VALENCIA LEGARDA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
FISIOTERAPIA  
MEDELLÍN  
2014**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

Medellín, 04 de Noviembre de 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

*Queremos agradecer a Dios y a nuestras familias por permitirnos alcanzar esta gran experiencia para nuestras vidas y para el comienzo de un nuevo futuro como profesionales en fisioterapia y en particular a nuestra asesora de investigación y al equipo de trabajo que conforma el laboratorio de análisis de movimiento (LAM), quien hizo posible el comienzo, el desarrollo y la conclusión objetiva de este trabajo de análisis y de investigación.*

## **RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO**

**TITULO.** Análisis biomecánico de las variables cinemáticas en el gesto de cabeceo en futbolistas de alto rendimiento.

**AUTORES.** Didier Gómez Gutiérrez, Mateo Quintero Posada.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN.**

**TIPO DE IMPRENTA.** Procesador de palabras Word 2013, imprenta Arial 12.

**NIVEL DE CIRCULACIÓN.** Restringida.

**ACCESO AL DOCUMENTO.** Fundación universitaria Maria Cano.

**MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO:** Monografía.

**PALABRAS CLAVE.** Fútbol, cabeceo, análisis biomecánico, fuerza, altura, cinemática, aceleración, altura, salto, coordinación, velocidad.

**DESCRIPCIÓN DE ESTUDIO.** Esta propuesta de investigación tiene como idea principal analizar las variables biomecánicas y cinemáticas que interfieren al momento de cabecear el balón, con la ayuda del laboratorio de análisis y movimiento a futbolistas de alto rendimiento se les ha realizado un análisis biomecánico y cinemático a la hora de cabecear el balón con el fin de brindarles información y orientarlos en la realización y adecuación del gesto deportivo del cabeceo en los diferentes instantes del juego, permitiendo mejorar su técnica.

**METODOLOGÍA.** Investigación de tipo cuantitativo por el manejo de variables estadísticas permitiendo analizar las características biomecánicas de cada

futbolista evaluado, este trabajo investigativo se fundamenta en un estudio descriptivo donde se observara detalladamente el comportamiento cinemático al momento de cabecear el balón, con el fin de adecuar técnicamente el gesto deportivo. Se ejecutara un diseño no experimental ya que las variables obtenidas al evaluar a cada futbolista no serán afectadas o manipuladas de alguna manera, no obstante al ser un estudio cuantitativo se clasifica dentro de los estudios de observación analítica, es decir las variables que arroje el estudio serán cuantificadas y analizadas cuantitativamente. La población objeto de estudio serán 10 futbolistas entre defensas y delanteros de alto rendimiento que pertenecen a clubes reconocidos como lo son el Atlético Nacional y el Rionegro fútbol club, haciendo parte de la categorías A y C juvenil, comprendiendo edades entre los 17 a 23 años de edad, para este trabajo de investigación se tuvo en cuenta la edad sugerida para el estudio y la misma frecuencia de entrenamiento semanal.

**CONCLUSIONES.** La técnica de cabecear el balón en el aire es una de las mas descuidadas en el futbol, por eso se plantea este trabajo investigativo con el fin de mejorar dicha técnica y potencializar el rendimiento del jugador a la hora de ejecutar el cabeceo, pues en cualquier competencia el 20% de la pelota permanece en el aire.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	14
<b>1.1 TITULO</b>	14
1.1.1 Descripción general del problema	14
1.1.2 Formulación del problema	15
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	15
1.2.1 General	15
1.2.2 Específicos	15
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN</b>	16
<b>CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO</b>	18
<b>2.1 TIPO DE ESTUDIO</b>	18
<b>2.2 MÉTODO</b>	18
<b>2.3 ENFOQUE</b>	18
<b>2.4 DISEÑO</b>	18
<b>2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	18
2.5.1 Criterios de tipificación de la muestra	19
2.5.2 Muestra	19
<b>2.6 FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	19
2.6.1 Fuentes primarias	19
2.6.2 Fuentes secundarias	19
<b>2.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	20
2.7.1 Técnicas de recolección de información	20
2.7.2 Instrumentos de recolección de información	20
2.7.3 Procedimientos	20
<b>CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL</b>	22
<b>3.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	22

	<b>Pág.</b>
<b>3.2 MARCO HISTÓRICO</b>	26
<b>3.3 MARCO CONTEXTUAL</b>	31
<b>3.4 MARCO LEGAL</b>	32
<b>3.5 MARCO TEÓRICO</b>	34
<b>CAPITULO 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN- DISCUSIÓN</b>	49
<b>4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>	49
<b>4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	55
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	59
<b>5.1 CONCLUSIONES</b>	59
<b>5.2 RECOMENDACIONES</b>	60
<b>CAPITULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS</b>	61
<b>6.1 BIBLIOGRAFÍA.</b>	61
<b>6.2 WEBGRAFIA</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>ANEXOS</b>	65

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Análisis de frecuencias de la altura de vuelo durante las tres pruebas realizadas.	51
Tabla 2. Promedios angulares por articulación al instante del cabeceo.	52
Tabla 3. Promedios de la fuerza de despegue y su relación con la posición en el campo, la dominancia, peso y altura de cada jugador.	55

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Protocolo Davis para la marcha (modificado) <b>definido.</b>	<b>¡Error! Marcador no</b>
Anexo B. Instrumentación de sujeto con el protocolo Davis <b>definido.</b>	<b>¡Error! Marcador no</b>
Anexo C. Análisis biomecánico	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



## INTRODUCCIÓN

Durante el entrenamiento y la competencia los futbolistas realizan toda una amplia gama de movimientos cinemáticos y musculoesqueléticos con el fin de guiar el balón a la portería. Estas acciones les permiten desarrollar destrezas motoras que les posibilitan interactuar de manera más dinámica y eficiente en el terreno de juego y se basan en habilidades biomecánicas y de movimiento que varían constantemente de acuerdo al gesto utilizado, en este caso el cabeceo. En este trabajo investigativo se realiza un análisis basado en la biomecánica y en las variables cuantitativas que arroja la utilización del protocolo Davis modificado aplicado a futbolistas elite a la hora de estos cabecear un balón en determinados planos de referencia, teniendo en cuenta parámetros funcionales como: la antropometría, las diferentes fases del cabeceo (preparación e impulso, proyección del cabeceo, aterrizaje y recuperación), altura máxima, ángulos de proyección, salto, tiempo comportamiento biomecánico y articular de cabeza, hombro, cadera, rodillas y tobillos y los diferentes métodos de entrenamiento actuales para mejor dicha técnica.

Investigaciones utilizadas para la objetividad científica de este trabajo reportan la utilización de nuevas tecnologías en la aplicación sobre el estudio de los gestos deportivos pues han traído gran interés gracias al avance en tecnología 3D. Se han perfeccionado y simplificado las técnicas para su análisis y se han desarrollado nuevos métodos que permiten valorar los distintos parámetros del cabeceo de forma objetiva y eficaz, apreciar los factores que pueden modificarlo, realizar un control y seguimiento de los jugadores para observar, adecuar y mejorar los métodos de entrenamiento, con el fin de sobresalir en las competencias y desarrollar futbolista con óptimas capacidades físicas y de rendimiento.

Este trabajo investigativo pretende analizar los gestos deportivos desde un objetivo biomecánico, variable y cuantificador de comportamientos osteoarticulares a la hora de buscar el balón en el aire, ofreciendo la posibilidad de plantear nuevas bases metodológicas, teóricas y prácticas que servirán de guía a los diferentes clubes deportivos para mejorar su entrenamiento y adecuar la técnica de modo que el jugador se desenvuelva y ejecute la tarea de manera objetiva con el fin de convertir su cuerpo en un complejo sistema de secuenciación ordenada de movimientos los cuales actúan en diferentes direcciones y planos para con ello permitir la realización del gesto deportivo adecuado.

# CAPITULO 1.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 TITULO

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS VARIABLES CINEMÁTICAS EN EL GESTO DE CABECEO EN FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.

**1.1.1 Descripción general del problema.** Por lo general no existe en los diferentes clubes deportivos cuantificación y control del plan de trabajo detallado, que le permita al deportista de alto rendimiento potencializar su gesto a la hora de ir arriba y realizar un cabeceo siendo este gesto parte trascendental del juego; en el fútbol la potencia y el incremento de la fuerza son esenciales a la hora de saltar por la disputa del balón, con el análisis cinemático y teniendo en cuenta la antropometría característica de cada deportista se pretende generar estrategias de entrenamiento que permitan perfeccionar el gesto en aras de mejorar “la práctica y preparación en el momento del cabeceo, puesto que este gesto deportivo no ha logrado el entrenamiento o técnica que se requiere correspondiente a las exigencias o demandas del fútbol actual”.<sup>1</sup>

Los formadores deportivos del medio local realizan el entrenamiento del cabeceo de manera empírica, por ello este gesto deportivo no logra su punto de equilibrio y su adecuada ejecución en un gran porcentaje en deportistas de elite, “ya que en el fútbol han sido ampliamente estudiados los desplazamientos en distintas velocidades, tiempos netos de juego, distancias recorridas, el pateo del balón, etc.”<sup>2</sup>. Pero son escasos los estudios que han centrado su atención sobre los efectos y cambios biomecánicos que provoca el salto y el cabecear un balón en varias direcciones durante un partido o entrenamiento de fútbol.

---

<sup>1</sup> COMETTI, PILLES El entrenamiento Pliométrico: Antecedentes Históricos. Editorial PubliCE Standard. 2007. pág. 23-53.

<sup>2</sup> KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; ELLINGSGAARD, H.; BANGSBO, J. Physical demands during an elite female soccer game: importante of training status. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 37, No 7., Pág. 125, 138

Con el análisis biomecánico de variables cinemáticas en futbolistas de alto rendimiento, se pretende obtener una serie de comparaciones y resultados con el fin de perfeccionar el salto a la hora de buscar el balón para cabecear, puesto que se debe considerar un elemento importante que puede incidir notoriamente en el resultado de la competencia y representar también un gesto de vital importancia al momento de estar en juego con el contrincante o entrenando.

Con este estudio se pretende analizar las adaptaciones que desarrolla el organismo tanto biomecánicas, neuromusculares como de espacio, tiempo y de actividad osteomuscular, dando como variables la medición de la fuerza estática y dinámica, la potencia, la velocidad y la coordinación permitiendo así el análisis detallado del cabeceo en diferentes planos de referencia y su efectividad durante la ejecución de este.

**1.1.2 Formulación del problema.** ¿Cuáles son las variables biomecánicas de mayor incidencia en el perfeccionamiento del cabeceo en el fútbol?

## **1.2 OBJETIVOS**

**1.2.1 General.** Analizar el comportamiento biomecánico del cabeceo a través del análisis cinemático en deportistas de alto rendimiento.

### **1.2.2 Específicos**

❖ Determinar la viabilidad de la aplicación del protocolo Davis (marcha) modificado para el análisis de las variables cinemáticas del gesto deportivo del cabeceo.

- ❖ Analizar las adaptaciones biomecánicas y articulares durante la ejecución del cabeceo en diferentes planos de referencia.
  
- ❖ Proponer cual es el entrenamiento más adecuado para mejorar la saltabilidad durante el cabeceo del balón en el fútbol.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La práctica deportiva del fútbol exige una serie de capacidades físicas y la realización de varios gestos deportivos, como lo es el cabecear el balón donde se manifiesta la cinemática conjunta de varios músculos y articulaciones, siendo estos: la cabeza, los hombros, los codos, la pelvis, las rodillas, los tobillos y la activación de cadenas musculares encargadas de la “ejecución del trabajo muscular durante un movimiento, en el cual participa un conjunto de músculos agonistas, antagonistas y sinergistas, inducido por la regulación de un patrón de movimiento en varios planos y ejes, según la ubicación segmentaria del cuerpo.”<sup>3</sup>

Esta propuesta de investigación tiene como idea principal analizar las variables biomecánicas y cinemáticas que interfieren al momento de cabecear el balón con la ayuda del laboratorio de análisis y movimiento a futbolistas de alto rendimiento. Investigaciones recientes en el fútbol actual han arrojado datos que “la técnica del golpeo de cabeza es una de las más descuidadas en el fútbol, a pesar de ser muy valiosa puesto que durante cualquier partido el balón está en el aire al menos el 20% del tiempo que permanece en el juego; un jugador con una buena técnica de golpeo de cabeza da buenos dividendos en cualquier club deportivo.”<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> BUSQUET, LÉOPOLD. cadenas musculares,(tomo I). Panamericana. Séptima edición. Barcelona, pág. 23-56.

<sup>4</sup> CENTENO RA, NARANJO J, CALERO T, ORELLANA R, SÁNCHEZ E. Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométricas en futbolistas de alto rendimiento, saltabilidad. MD revista científica en medicina del deporte, 2005 pág 45, 64.

Lo que se busca obtener con el análisis biomecánico y cinemático del cabeceo es brindar información y orientar a los futbolistas evaluados en la realización y adecuación del gesto deportivo del cabeceo en los diferentes instantes del juego, permitiendo mejorar su técnica. Con este estudio de investigación el grupo deportivo más beneficiado serán los jugadores que tienen mayor responsabilidad en el juego aéreo, que por lo general se encuentran ubicados en posiciones estratégicas en el terreno de juego, es el caso de los defensas centrales, jugadores cabeza de área y delanteros; los técnicos los utilizan según sus características bien en un sentido defensivo para marcar-defender su portería o para finalizar el juego ofensivo en el área contraria y según su efectividad el sistema se acondicionará a la eficacia del juego colectivo.

La comunidad académica se verá beneficiada al conocer los diferentes aportes científicos y de recolección de información, que en conjunto con el laboratorio de análisis de movimiento, permitirán abrir nuevos horizontes en el análisis de gestos deportivos, a la aplicación de los conocimientos científicos de un saber- crear y comprender los elementos y situaciones de la vida real para producir nuevos, modelos teóricos, procesos de innovación con el fin de contribuir a que los estudiantes se planteen nuevas problemáticas y den solución objetiva a ellas.

Este trabajo investigativo como mérito personal nos deja bases sustentables para aumentar el desarrollo científico donde se producirán importantes progresos en el campo de la ciencia, prevaleciendo así un espíritu investigativo para tener gran influencia dentro de la sociedad.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1 TIPO DE ESTUDIO**

Estudio descriptivo, donde se observará el comportamiento cinemático al momento de cabecear un balón, con el fin de detallar el gesto deportivo.

#### **2.2 MÉTODO**

Esta investigación se hace a partir de un método deductivo en la que se tiene en cuenta las variables cinemáticas a la hora de ejecutar el gesto del cabeceo en diferentes direcciones en futbolistas de alto rendimiento.

#### **2.3 ENFOQUE**

Investigación de tipo cuantitativo, debido a la tabulación de variables estadísticas, permitiendo analizar las características biomecánicas de cada jugador evaluado.

#### **2.4 DISEÑO**

No experimental, debido a que las variables obtenidas al someter a los futbolistas al protocolo Davis (marcha) modificado, no serán manipuladas o afectadas de ninguna manera. No obstante, siendo un estudio de tipo cuantitativo se clasifica dentro de los estudios observacionales analíticos, es decir que las variables solo serán analizadas estadísticamente.

#### **2.5 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población objeto de estudio serán 10 futbolistas (entre las diferentes posiciones de juego) de alto rendimiento de clubes reconocidos haciendo parte de las

categorías A y C juvenil, comprendiendo edades entre los 17 a 23 años de edad, teniendo en cuenta la edad sugerida para el estudio y con la misma frecuencia de entrenamiento.

### **2.5.1 Criterios de tipificación de la muestra**

- ❖ Jóvenes futbolistas amateur con edades que oscilan entre los 17 y 23 años de edad.
  
- ❖ Frecuencia de entrenamiento de tres veces en la semana con una duración de 2 horas por sesión de entrenamiento.

**2.5.2 Muestra.** 10 futbolistas (entre las diferentes posiciones de juego) de alto rendimiento de clubes reconocidos haciendo parte de las categorías A y C juvenil, comprendiendo edades entre los 17 a 23 años de edad.

## **2.6 FUENTES DE INFORMACIÓN**

**2.6.1 Fuentes primarias.** Se ha recolectado información trascendental para la construcción teórica de este ejercicio investigativo a través de:

- ❖ Libros.
- ❖ Revistas científicas.
- ❖ Tesis de Grado.

**2.6.2 Fuentes secundarias.**

- ❖ Google académico.
- ❖ Pubmed.
- ❖ Medline.

- ❖ Dialnet.
- ❖ Redalyc.
- ❖ Elsevier.

## 2.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

### 2.7.1 Técnicas de recolección de información

- ❖ Evaluación antropométrica.
- ❖ Diario de campo con datos personales, paciones de juego, lateralidad, domino del balón, realizado en Excel.

### 2.7.2 Instrumentos de recolección de información

- ❖ Utilización del LAM para la evaluación. (Hardware: SMART-D (BTS, Italia, Software SMARTCapture, Software SWAY).
- ❖ Protocolo Davis (marcha) modificado, utilizando marcadores en cabeza, miembro superior, columna, cadera y miembro inferior, (este protocolo fue realizado por la ingeniera biomédica Catalina Villa durante su trabajo en el laboratorio de análisis de movimiento, conferida en Quito Ecuador).
- ❖ Marcadores en eminencias óseas para la captación del movimiento.
- ❖ Consentimiento informado propuesto por el LAM.

**2.7.3 Procedimientos.** Se realizó la aplicación del protocolo Davis (marcha) modificado a 10 sujetos de sexo masculino, con un rango de edad comprendido

entre 17 a 23 años, cuya profesión es la práctica deportiva del fútbol en las categorías A y C amateur, utilizando marcadores en cabeza, miembro superior, columna, cadera y miembro inferior, para analizar biomecánicamente las variables cinemáticas en el gesto del cabeceo (en futbolistas de alto rendimiento), utilizando como ayuda de análisis y de recolección de datos del sistema del Laboratorio de Análisis de Movimiento (LAM) de la Fundación Universitaria María Cano, con el propósito de analizar y capturar el cabeceo frontal y lateral (derecha e izquierda), la prueba tuvo una duración de 45 minutos por futbolista.

El estudio biomecánico se dividió en dos sesiones: valoración antropométrica donde se evaluaron las características individuales de cada futbolista, y análisis del gesto específico a través de la ubicación de marcadores en articulaciones como: cabeza, miembro superior, columna, cadera y miembro inferior; videografía con un sistema de cámaras de video (Vixta-BTS) encargado de capturar el movimiento inicial y de vuelo a la hora de cabecear el balón en las diferentes direcciones (frontal, lateral derecha e izquierda) y análisis de la fuerza de despegue con las plataformas Kistler 9286BA (Kistler, Suiza).

Para la aplicación de las pruebas se tuvo en cuenta el gesto deportivo del cabeceo en las diferentes fases: preparación e impulso, proyección del cabeceó, aterrizaje y recuperación.

Posteriormente el análisis fue procesado con el software analyzer (BTS, Italia) donde se obtuvieron datos de los siguientes parámetros: Fuerza del despegue, altura máxima, salto, tiempo vuelo, ángulos articulares de cabeza, hombro, codo, pelvis, cadera, rodilla y tobillo en el instante del contacto con el suelo, para posteriormente analizarlos con el software estadístico SPSS versión 20.

## **CAPITULO 3**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL**

- ❖ **Aceleración.** Es la magnitud física que mide la tasa de variación de la velocidad respecto del tiempo.
  
- ❖ **Análisis biomecánico.** Campo multidisciplinar en el cual la información proveniente de las ciencias biológicas y de la ingeniería mecánica es utilizada para evaluar el funcionamiento del cuerpo.
  
- ❖ **Cabeceo.** Trasmitir una fuerza al balón con cualquier superficie de contacto de la cabeza, contribuye a un ritmo más rápido de juego, ya que el jugador no tiene que esperar el bote del balón en el suelo. El juego de balón también se utiliza para el reenvío de balones altos, para el lanzamiento de portería, para la defensa, en envíos altos o bien centros y como golpe de despeje. El jugador ocupa su posición inicial con los pies abiertos y las rodillas ligeramente flexionadas, el tronco se inclina un poco hacia atrás y cabecea el balón con un movimiento rápido de tronco (movimiento de todo el cuerpo), hacia adelante dejando la musculatura del cuello en tensión.
  
- ❖ **Cadenas cinéticas musculares.** Ejecución del trabajo muscular durante un movimiento, en el cual participa un conjunto de músculos agonistas y sinergistas, inducido por la regulación de un patrón de movimiento. A su vez cada patrón responde a una unidad neurológica por participar de un control motor dependiente. Cada músculo integrante se encarga de la operación de un movimiento parcial, que es componente de un movimiento total por diferentes eslabones articulares.

❖ **Capacidades físicas.** Predisposiciones fisiológicas innatas en el individuo, que permiten el movimiento y son factibles de medida y mejoran a través del entrenamiento

❖ **Coordinación.** Es aquella capacidad del cuerpo para asociar el trabajo de diversos músculos, con la intención de realizar unas determinadas acciones.

❖ **Cinemática.** Estudio o análisis descriptivo de los factores de tiempo y espacio del movimiento del sistema, es decir, describe el movimiento de los cuerpos en términos de tiempo, desplazamiento, velocidad y aceleración.

❖ **Defensas centrales.** Es un jugador del campo que tiene como rol principal impedir que los adversarios marquen goles. Es la línea del equipo formada por los jugadores cuya misión principal es proteger a su equipo de los ataques del contrario. Dentro de la defensa hay distintos especialistas dependiendo de su posición, características y juego: defensa central, lateral, libre e incluso medio centro si sus características son defensivas.

❖ **Desaceleración.** Variación negativa de la velocidad, o sea la magnitud física que expresa el paso de un cuerpo en movimiento de una velocidad a otra velocidad inferior, siguiendo siempre la misma trayectoria

❖ **Desplazamiento.** Cambio de posición de un cuerpo con el paso del tiempo y en él hay que tener en cuenta tres ideas básicas: el cambio, la posición y el tiempo.

❖ **Dinámica.** Parte de la física que estudia el movimiento con relación a las causas que lo producen, conjunto de hechos o fuerzas que actúan con un fin determinado.

- ❖ **Técnica del fútbol.** Son los movimientos más adecuados para conseguir la mayor eficacia; es decir, los gestos y movimientos que son más eficaces con el mínimo gasto de energía.
  
- ❖ **Equilibrio.** Cuando la suma de fuerzas y momentos sobre todos y cada una de las partes del cuerpo se anulan.
  
- ❖ **Estática.** Estudio de los factores asociados con sistemas inmóviles; es decir, se estudian situaciones en la cual todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo están balanceadas lo cual ocasiona que el cuerpo se encuentre en equilibrio.
  
- ❖ **Fuerza.** Capacidad motriz que permite ejercer, vencer o mantener tensión contra una resistencia mediante la contracción muscular. Bajo unas condiciones específicas iniciada y orientada por procesos eléctricos en el sistema nervioso.
  
- ❖ **Fútbol.** Es un deporte de equipo jugado entre dos conjuntos de once jugadores cada uno y algunos árbitros que se ocupan de que las normas se cumplan correctamente.
  
- ❖ **Gesto deportivo.** Es el conjunto de procesos nerviosos y musculares encaminados al movimiento ideal, económico y eficaz de un gesto motor, ejecutado de manera individual, definido por los conocimientos científicos y experiencia prácticas, todo ello enfocado en beneficio de la competencia.
  
- ❖ **Juego defensivo.** Son todas las acciones que realiza colectiva e individualmente el equipo no poseedor del balón, con el fin de impedir el contrario haga gol en su portería, tratar de arrebatarse el balón o hacérselo perder.
  
- ❖ **Pliometría.** Es la capacidad específica de desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un brusco estiramiento mecánico muscular; es

decir, es la capacidad de pasar rápidamente del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

❖ **Potencia de despegue.** Es un elemento crucial en el fútbol, en el cual el jugador trata de proyectar el cuerpo al punto más alto ya sea para cabecear o bloquear el cabezazo. En la mayoría de los casos la fuerza vertical del salto realizada al instante del despegue, es al menos tanto como dos veces el peso del atleta. La altura del salto es directamente proporcional a la potencia de las piernas.

❖ **Potencia.** Se define como la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo o la intensidad con la que la fuerza es ejercida

❖ **Potencia de aceleración.** Tan pronto como el jugador comienza a correr, está tratando de alcanzar la más alta aceleración posible. La capacidad para lograrlo depende de la potencia y rapidez de las contracciones musculares, e impulsar los brazos y las piernas, ésta a la más alta frecuencia de zancada, la menor fase de contacto posible cuando la pierna toma contacto con el piso, y la más alta propulsión cuando la pierna empuja en contra del piso, para lograr un potente impulso hacia delante. La elevada aceleración depende de la fuerza de los brazos y de las piernas. Durante la aceleración elevada, las piernas requieren una fuerza tan alta como el doble del propio peso corporal

❖ **Potencia de arranque.** En el fútbol hay muchas instancias en las que se requiere que el jugador cubra una distancia dada en el menor tiempo posible. Esto se logra sólo si al comienzo de una contracción muscular el jugador tiene la capacidad de generar una fuerza máxima para crear una alta velocidad inicial. El comienzo rápido de un sprint depende del tiempo de reacción y de la potencia que el jugador puede ejercer en ese instante

❖ **Potencia de desaceleración.** El fútbol requiere no solamente rápidos sprints, sino que también requiere rápidos cambios de dirección con prontitud y agilidad. Las dinámicas del juego cambian tan abruptamente que, tal vez, el jugador que está corriendo velozmente en una dirección tiene que cambiarla rápidamente, con la menor pérdida de velocidad, y acelerando en otra dirección, rendimiento.

❖ **Salto vertical.** Está determinado por una compleja interacción de varios factores incluyendo entre otros la fuerza máxima, la velocidad que dicha fuerza puede desarrollar, la altura de piernas del sujeto y la coordinación de los movimientos. El mismo requiere una gran potencia, esto es, la habilidad para aplicar rápidamente la fuerza a través de una distancia vertical. Durante el salto los músculos de las caderas, rodillas y tobillos actúan rápidamente y con gran fuerza para producir la mayor velocidad posible cuando éste deja el suelo, siendo la altura del salto determinada por la velocidad de despegue

❖ **Velocidad.** Representa la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia.

### 3.2 MARCO HISTÓRICO

La implementación del análisis biomecánico en los deportes de contacto y de competencia, como lo es el fútbol juega un papel muy importante en el proceso de mejoramiento y adecuación de la técnica deportiva, utilizando diferentes análisis encaminados a perfeccionar movimientos corporales desde variables cuantitativas y cualitativas con la intención de observar cambios a nivel neuromuscular, osteomuscular y variables a nivel de comportamiento biomecánico.

“Los análisis biomecánicos se remontan a la época de Aristóteles (384-322 A.C), considerando que en este tiempo habían varios errores sobre el concepto movimiento y al mismo tiempo no era valorizada la observación cuantitativa,

cualitativa y la experimentación ya que eran prohibidos por los dogmas de esa época. Sin embargo algunos científicos de la época como Copérnico, Kepler, Newton, Brahe, desarrollaron estudios donde ayudaron a evolucionar el análisis biomecánico y del movimiento del cuerpo humano en el espacio haciendo conocer términos que se utilizan en la época actual como: fuerza, velocidad, inercia, modelos y análisis matemáticos, estadísticos y físicos relacionándolos con el funcionamiento osteomuscular y articular en personas. ”<sup>5</sup>

El análisis biomecánico implementado en un gesto deportivo utiliza una gran variedad de modelos estáticos, dinámicos y cinemáticos contribuyendo así a un mejoramiento de la técnica deportiva, adecuación de enseñanza, y de entrenamiento. “La biomecánica es una disciplina que utiliza principios y métodos de la mecánica para el estudio de los seres vivos; además se ocupa del análisis físico de los sistemas biológicos y consecuentemente del análisis físico del movimiento del cuerpo humano y del aparato locomotor durante la ejecución del gesto deportivo; por tanto el movimiento biomecánico y osteomuscular del cuerpo humano pone en manifiesto en desplazamiento de todo el bio- sistema, respecto al entorno que lo rodea (planos, ejes, posiciones anatómicas, apoyos) y de la deformación y desplazamientos de algunos segmentos corporales’.<sup>6</sup>

Según investigaciones propuestas por Baumann en 1995 considera que los análisis biomecánicos en el fútbol incluyen: “dinamometría, cinemática, cinética, antropometría, velocidad, fuerzas estáticas y dinámicas, entre otras”<sup>7</sup>. Por otro lado se resalta la gran ayuda de la filmación, cámaras infrarrojas y plataformas de fuerza las cuales captan los diferentes movimientos, desplazamientos anteriores, posteriores y laterales, entre otras variables, que pueden ser útiles para el deportista y los entrenadores físicos a la hora de adecuar y entrenar el gesto

---

<sup>5</sup> AGUADO-JODAR, IZQUIERDO-REDIN, M.:16 prácticas de biomecánica. Universidad de León, 1995. Pág.: 21 36.

<sup>6</sup> ASOCIACIÓN AMERICANA DE INGENIERÍA MECÁNICA; EN: GARCÍA- FOJEDA. A & VIOSCA & VALIOS, J: la biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva. Rev. Apunts. : educación física y deporte.1997. Pág. 15-23

<sup>7</sup> BAUMANN, W. Métodos de medición e campos de aplicação da biomecánica: Estado da arte e perspectivas. ANAIS VI Congresso Brasileiro de Biomecânica, Brasília, 1995. Pág. 213-220

deportivo. La implementación de los análisis biomecánicos al fútbol han influenciado los procesos de enseñanza y de entrenamiento de cada gesto deportivo resultando fundamental para la adecuación, análisis de la técnica deportiva y del rendimiento de cada jugador, “para lo cual se han utilizado procedimientos biomecánicos que están encaminados a adecuar movimientos, desde una óptica interna (Biológica) y externa (Mecánica) considerando que puede ser cuantitativo y cualitativo, en ese sentido varios estudios fueron desarrollados en el fútbol”.<sup>8</sup> Hoy se conocen estudios sobre análisis biomecánicos del gesto deportivo recientes en jugadores de alto rendimiento deportivo como lo es en “Cristiano Ronaldo jugador que cuenta con una aptitud física excepcional, que le permite sacar ventaja al resto de los futbolistas demostrando, que no solo se destaca por su habilidad con la pelota en los pies, sino que posee una característica que le da un valor agregado: Cabecear el balón a una altura considerable, tras el gol que convirtió de cabeza ante el United, pues alcanzo una altura de 78cm , según un estudio biomecánico realizado por la compañía Castrol.”<sup>9</sup>

Este estudio realizado en el 2013 y el más actual sobre el análisis biomecánico del cabeceo en el fútbol en un laboratorio en Madrid, donde expertos en biomecánica sometieron a Cristiano Ronaldo a una serie de pruebas para determinar su abrumadora capacidad física, la que lo convierte en un jugador completo a la hora de cabecear y anotar gol con la pelota. Con la ayuda de tecnología tridimensional, y de plataformas encargadas de registrar los impactos de fuerza y velocidad se llegó a la conclusión de que el “Portugués cuenta con un 3 por ciento menos de grasa corporal que un modelo y que sus muslos son superiores en comparación a

---

<sup>8</sup> (Ferro, Floría, 2007).

<sup>9</sup> <http://coaching-deporte.com/2013/02/un-super-atleta-dentro-del-futbol/>

otros futbolistas, con un 61.7 centímetros de circunferencia que le permiten ganar el 66 por ciento en cada salto con un rival en juego”.<sup>10</sup>

En los últimos siglos el deporte que ha influenciado en mayor medida a la sociedad es sin duda el fútbol, artículos recientes confirman que su origen es difuso y variado, puesto lo que se conoce hasta hoy de la palabra fútbol es el resultado de una larga evolución de culturas que integran las influencias de distintos juegos en los que se utilizaban los pies, la cabeza y en última instancia las manos, englobando en su concepción inicial y teniendo siempre presente una pelota para que a partir del siglo XIX adquiriera propia personalidad y derive de este otros juegos como: el Rugby, el fútbol americano, australiano, entre otros.

Diversos países y culturas han reclamado la paternidad del fútbol, puesto que está más caracterizado y con más influencia en algunos países más que en otros, aunque en este momento no se determina con exactitud el origen concreto de este deporte mundial, por lo que muchas veces es necesario analizar una serie de sucesos cronológicos para comprender mejor el origen, trascendencia y evolución actual del juego.

“Estudios de antropología realizados por antropólogos como Bachofen, Gispert en 1981, descubrieron cuevas en china con grabados de hombres golpeando con sus pies objetos rodantes, es por eso que su origen se ubique en la zona actual de China hace 25 años A.C, donde se conocía con el nombre de “tsu chu” y estaba relacionado con el entrenamiento militar. Dos equipos peleaban por la posición del balón y debían dirigirlo hacia la meta utilizando sus pies y manos. En la edad media en los países de Gran Bretaña y Francia se denominaba “choule” o “soule” que consistía pasar un balón por una línea de meta utilizando los pies y en algunas ocasiones las manos y otras partes del cuerpo. En las épocas del

---

<sup>10</sup> Revista española de fútbol actual: <http://www.futboltotal.com.mx/revista>, línea de investigación 2012.2013, N° 34.

renacimiento dio lugar a la práctica en la ciudad de Florencia donde el equipo era conformado por 27 jugadores los cuales se distribuían en: 15 delanteros, 5 medios, 4 tres-cuartos y 3 defensas, la modalidad de juego era transportar el balón con los pies, la utilización de las manos se empezaron a prohibir pero no del todo en algunas jugadas eran necesarias. A finales del siglo XVIII hasta la época actual en fútbol coge su mayor furor en Norte y Sur América debido al aumento de la práctica del deporte en las universidades públicas y privadas aunque cada institución tenía sus códigos o normas que regulaban la práctica de dicho deporte, el 26 de octubre de 1863 se funda la "Football Association" que se conoce como Federación Inglesa de Fútbol, donde se redactaron las primeras catorce reglas para la práctica de dicho deporte. En el año 1904 se funda la Federación Internacional del Fútbol Asociado "FIFA" donde el fútbol forma parte del programa de juegos olímpicos de Londres 1908. Todos estos factores de la trascendencia histórica del fútbol contribuyen a resaltar la enorme trascendencia social, económica y cultural que ha traído a la sociedad actual, puesto que ha beneficiado a 240 millones de deportistas, 1,5 millones de clubes y casi al mundo entero por su afición a sus equipos y el entretenimiento.

Con la revisión histórica y actual de los análisis biomecánicos utilizados en el fútbol y la trascendencia de este deporte a lo largo de la historia se ha denotado que existen un sin número de análisis biomecánicos detallados, cabecear un balón es sin duda una de la destreza más estudiadas en el fútbol. Aunque existen diversas variantes de esta destreza debido a la velocidad del balón, altura de salto, velocidad del salto e impulso, dirección de cabeza y posición del balón, buscando mejorar el entendimiento acerca de la efectividad mecánica de su ejecución y para identificar los factores que subyacen al rendimiento exitoso.

### 3.3 MARCO CONTEXTUAL

Hoy en día, el pase del balón con la cabeza es una parte importante de la técnica futbolística e incluso en ciertos casos dentro de la competencia o en entrenamiento se exige, la utilización de pases altos o medio altos para la recepción y las anotaciones de goles es incondicionalmente la modalidad del cabeceo. Un jugador con buenas condiciones de cabeceo es indudablemente más valioso que un jugador falto de esta especialidad. Un buen juego de cabeza aumenta considerablemente el grado de perfección del futbolista, sea este un defensa, delantero o volante.

Cuando un futbolista realiza el cabeceo, su cuerpo cambia totalmente de dirección produciendo un complejo funcionamiento muscular que posibilita realizar esta acción lo más perfecto posible y en un determinado tiempo. “Little y Williams Categorizan el cabeceo como una acción de alta intensidad, en las cuales se recorre el 16.5% del total de la distancia recorrida por un futbolista durante el partido. Sin embargo, y como consecuencia de que estas acciones ocurren en momentos cruciales y en zonas del terreno de jugadas determinantes para la consecución de los goles, pues determinan el devenir del resultado de los partidos y de las competiciones. ”<sup>11</sup>

Se puede afirmar que algunos estudios biomecánicos posibilitan el avance en el análisis del cabeceo como acción específica en el fútbol. Se pretende entonces revisar y abordar estudios específicos con participantes de distinto rango de edad y nivel competitivo que permitan seguir justificando la importancia a la hora de cabecear un balón y de las variables cuantitativas y cualitativas como lo son: la fuerza, la altura, los ángulos y la velocidad en el rendimiento de esta acción, y que a su vez aporte nuevos conocimientos de gran utilidad para los entrenadores que

---

<sup>11</sup> Dufour W. Las técnicas de observación del comportamiento motor. Fútbol: la observación tratada por ordenador, RED. 1990; 4 (4): pag16-24.

día a día se enfrentan al entrenamiento del jugador, promoviendo a través de trabajos como el aquí presentado la apertura de nuevas líneas de investigación que aumenten el conocimiento del fútbol en particular y de las ciencias del deporte en general.

Dietrich Harre (2006), planteó que la técnica del cabeceo se considera “un sistema especial de movimientos simultáneos y sucesivos orientado hacia una organización racional de interacciones de fuerzas internas y externas que influyen en el jugador con el objetivo de aprovechar estas fuerzas para alcanzar altos resultados en el deporte.”<sup>12</sup>. Se coincide con algunos autores de que la técnica del cabeceo es un proceso donde se realizan movimientos con economía de esfuerzo interactuando fuerzas internas y externas para alcanzar un rendimiento efectivo.

### **3.4 MARCO LEGAL**

Para comprender el marco legal de esta propuesta de investigación es importante definir las leyes que habilitan la fisioterapia como una profesión que puede emprender actividades investigativas. De otro lado también será válido definir cuáles son los estatutos que fundamentan la práctica del fútbol.

#### **❖ LEY 528 de 1999**

Título II: del ejercicio de la profesión de fisioterapia

Artículo 3°:

a) Diseño, ejecución y dirección de investigación científica, disciplinar o interdisciplinar, destinada a la renovación o construcción de conocimiento que

---

<sup>12</sup> DIETRICH HARRE (2006) Análisis de los gestos técnicos y acciones de juego, editorial panamericacana.España, pág.: 434- 510.

contribuya a la comprensión de su objeto de estudio y al desarrollo de su quehacer profesional, desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales.

Titulo VI: CAPITULO I De las relaciones del fisioterapeuta con los usuarios de sus servicios.

Artículo 13: Siempre que el fisioterapeuta desarrolle su trabajo profesional, con individuos o grupos, es su obligación partir de una evaluación integral, destinada a establecer un diagnóstico fisioterapéutico, como fundamento de su intervención profesional.

Artículo 18: Cuando el consultante primario o directo de un fisioterapeuta sea un individuo o un grupo sano de requiera los servicios de fisioterapia, su intervención profesional se orientará a crear o reforzar conductas y estilos de vida saludables y a modificar aquellos que no lo sean, a informar y controlar factores de riesgos y a promover e incentivar la participación individual y social en el manejo y solución de sus problemas.

Titulo VI: del código de ética para el ejercicio de la profesión de fisioterapia.

CAPITULO V: De la publicidad profesional y la propiedad intelectual.

Artículo 54: El fisioterapeuta sólo podrá publicar o auspiciar la publicación de trabajos que se ajusten estrictamente a los hechos científico-técnicos. Es antiético presentarlos en forma que induzca a error, bien sea por su contenido de fondo o por la manera como se presenten los títulos.

- Estatuto del jugador Federación Colombiana de Fútbol.

Artículo 2o. Se denomina jugador de fútbol a quien practique este deporte y se encuentre registrado en un club profesional o uno aficionado de liga, pertenecientes a la Federación Colombiana de Fútbol. Los jugadores de fútbol podrán ser aficionados o profesionales.

Artículo 4o. Se considera jugador aficionado a aquel que solo percibe beneficios de formación o educación tales como alimentación, habitación, prendas y artículos deportivos para su uso personal, transporte a sus lugares de entrenamiento, gastos médicos y quirúrgicos, medicamentos para su consumo, gastos de capacitación o competencia, costos de viaje y alojamiento con ocasión de un partido así como los gastos de equipamiento, preparación y seguros del jugador.

### **3.5 MARCO TEÓRICO**

En los últimos años el cabeceo constituye un ritmo más rápido y complejo durante el juego en campo, pues el jugador también utiliza su cabeza para el reenvío de balones altos, pases, anotaciones y como golpes de despeje. Este gesto deportivo requiere una coordinación de movimientos que se empieza con el impulso de las piernas, el control de tronco y extremidades superiores y por último finaliza con la acción muscular concéntrica y excéntrica de los músculos que conforman el cuello y la cabeza.

“El cabecear un balón involucra varias superficies de contacto por parte de la cabeza, por ejemplo cuando se cabecea con la parte frontal se brinda al balón potencia y dirección, con la parte parietal desvíos laterales del balón y con la superficie occipital para las prolongaciones, desvíos, alturas, remates y despejes”<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> TERRY RODRIGUEZ, CARLOS EMILIO, STABLE BERNAL, YESSER. Comportamiento técnico- tácticas del cabeceo en el futbol. España. Tesis doctoral, 2008, pág. 85-100

En el fútbol el cabecear se considera una jugada eficaz pues lo diferencia de otros deportes de contacto, para lograr un buen cabeceo se requiere de “gran coordinación óculo- pedica y óculo- cefálica con el fin de desarrollar al máximo el equilibrio dinámico, así como la percepción de trayectorias y alturas por las que se desplaza el balón.”<sup>14</sup>

Al saltar para cabecear el balón se necesita de una compleja interacción de varios factores como lo es la fuerza máxima, la velocidad, la potencia y la altura máxima que alcanza el futbolista para la coordinación de dichos movimientos. “ Durante el salto los músculos de las caderas, rodillas y tobillos actúan de manera compleja, rápida y utilizando la fuerza para producir la mayor velocidad posible para despegar los pies del suelo. <sup>15</sup> Se considera que el gesto deportivo del cabeceo es un continuo intercambio de fuerzas (frenados, impulsión, acción y reacción) que resultan de la sumatoria de varios vectores como lo son la altura, los ángulos, las direcciones y las diferentes adaptaciones neuromusculares que se requieran para tal ejecución.

“Investigaciones realizadas incluyen evaluaciones estándar para la adecuación y el mejoramiento del cabeceo y del salto, el análisis incluye: cabeceo y salto en posición de sentadillas, cabeceo y salto con impulso y contra movimientos. Dentro de los primeros se incluye partida desde un ángulo de 90° en rodillas y caderas, ejecutándose verticalmente, la acción muscular debe ser concéntrica y no se utiliza el impulso de las manos debido a que están fijas al cuerpo. Dentro del segundo se encierran características como partida desde la carrera, produciendo inmediatamente una acción muscular excéntrica de tobillos, rodillas y cadera,

---

<sup>14</sup> LEVENDUSKY, T. A., CLINGER, C. D., MILLER, R. E., & ARMSTRONG, C. W. Soccer throw-in kinematics. *In*: Biomechanics in Sports II, eds. J. Terauds & J. Barham, pp. 258-269. Academic Publishers, Del Mar. 1985. Pág. 50-64

<sup>15</sup> VERKHOSANSKY. Métodos de entrenamiento pliométrico. Medios para desarrollar y entrenar fuerza máxima. Edición 1. Editorial Paidotribo. 1999. Pág. 545.550.

utilizando el impulso de las manos y en posición de abducción para estabilizar el cuerpo y darle equilibrio y coordinación en el aire.”<sup>16</sup>

Para cabecear un balón existen diferentes formas “**Cabeceo Normal:** Para cabecear el balón con una buena cantidad de potencia es necesario realizar una extensión de tronco y enviar la cabeza hacia delante; el cuerpo mantiene los hombros nivelados y perpendiculares a su objetivo, el contacto del balón debe realizarse con la parte frontal de la cabeza. **Cabeceo en Picada:** En esta técnica se debe lanzar todo el cuerpo en la trayectoria que se quiere para el balón, los brazos deben estar listos al frente para proteger el cuerpo de alguna caída. **Cabeceo de Lado:** debe girarse la cabeza en la dirección a la que se le quiere dar al balón. La cabeza como parte distal del cuerpo humano, en el gesto del cabeceo, se ve acompañada de un movimiento global que involucra al tronco (extensión-flexión), y a la acción coordinada de brazos y piernas para completar el gesto. La orientación de los ojos, principales órganos exteroceptores espaciales, aporta un componente emotivo de cierto riesgo durante la ejecución de estos movimientos.”<sup>17</sup>

Para cabecear de forma óptima un balón se deben respetar las siguientes fases biomecánicas para la ejecución eficaz de este gesto deportivo:

**Fase de preparación o de impulso:** se realiza flexión de rodillas a 10°, los gemelos y cuádriceps músculos agonistas realizan contracción excéntrica, mientras que los músculos isquiotibiales se encuentran en relajación. Los músculos glúteo mayor y medio principales estabilizadores e impulsores de la pelvis realizan contracción excéntrica, a nivel de tronco los lumbares músculos

---

<sup>16</sup> FERNANDEZ ARCIA, J.C; CINCILA MANUET, revisión bibliográfica de los métodos de entrenamiento e influencias de la velocidad empleados en un programa del saltos pliometricos y otros multisaltos en futbolistas. EFDdeportes.com revista digital. Buenos Aires, volumen 7, N°43, pág., 123.132.

<sup>17</sup> SILLERO QUINTANA, Manuel (2008) La percepción de trayectorias del balón en el aire como tarea visual. Propuesta de evaluación en Fútbol. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Pág. 58-70.

fijadores de la columna toraco-lumbar realizan contracción excéntrica. Por la parte de miembros superiores los músculos deltoides sinergistas realizan una anteversión de los brazos para dar equilibrio al cuerpo.

**Proyección o cabeceo:** los músculos gemelos realizan contracción concéntrica que de inmediato hace que el músculo tibial anterior realice flexión e inversión del pie para el impulso con el suelo al momento de ir al aire por el balón; a nivel de tronco la columna se encuentra en anteversión seguida de una contracción concéntrica de los músculos lumbares y dorsales o torácicos; los brazos realizan elevación frontal donde los músculos deltoides, trapecio y músculos del cuello como el esternocleidomastoideo se encuentran en contracción concéntrica preparándose para el golpeteo del balón con la cabeza con el fin de darle proyección, velocidad y potencia a la pelota.

**“Fase de cabeceo o golpeteo del balón:** a nivel de Tren inferior los músculos como gemelos, cuádriceps, isquiotibiales, glúteos mayor y medio son agonistas y se encuentran en contracción isométrica, a nivel de tronco los músculos abdominales y paravertebrales se encuentran en contracción concéntrica si el golpeo y la dirección del balón es frontal, si el golpeo es lateral los músculos oblicuos hacen que el contacto con la pelota sea a nivel parietal si es para el mismo lado dichos músculos realizan contracción concéntrica y si se realiza para el lado contrario la contracción será excéntrica. Los músculos del cuello como el esternocleidomastoideo es el músculo por excelencia para la trayectoria del balón, sin dejar atrás los músculos dorsales que ayudan a potencializar dicho movimiento.

**Fase de aterrizaje o de recuperación:** A nivel de miembros inferiores los isquiotibiales, cuádriceps, tibiales anteriores y posteriores se encuentran en relajación, los músculos glúteo medio y mayor realizan contracción excéntrica, toda la musculatura toraco-lumbar se encuentra realizando contracción excéntrica

para mantener el equilibrio corporal y optar por la posición de bipedestación normal. ”<sup>18</sup>

Utilizar la cabeza para golpear un balón implica una serie de actos neuromusculares mecánicos y dinámicos ejecutados por el propio cuerpo que deben ser coordinados por el sistema nervioso central para garantizar un adecuado salto y la trayectoria perfecta al balón, la mayoría de investigaciones llegan a la conclusión cinemática y dinámica: “1. un desarrollo de la velocidad y de la potencia de las extremidades inferiores para el impulso hacia arriba, particularmente el impacto desde la superficie plana, hasta el cabeceo del balón en el aire. 2. lo que ocurre con la cabeza durante en contacto y direccionamiento de la pelota teniendo en cuenta la velocidad del jugador, ángulo de proyección y la coordinación antes y durante del despegue. La ejecución del cabeceo y la adaptación biomecánica del cuerpo son variables decisivas en del impacto cabeza- balón para poder predecir el éxito a potencializar y a cabecear el balón con fuerza y trayectoria. ”<sup>19</sup>

Con el análisis investigativo se encontraron varios autores que definen el cabeceo “Como la acción de golpear con fuerza la pelota con la frente para desviar, pasar o rematar pelotas que tienen trayectoria alta. Según su intención puede ser pase, remate, anotación o simplemente despeje o rechazo para alejar el peligro. ”<sup>20</sup>

Dentro del gesto deportivo del cabeceo se deben tener en cuenta ciertas características: “1.Cuando se cabecea un balón el golpe debe ser impactado por la zona frontal por ser la más resistente del cráneo, por presentar la mayor superficie plana y porque se puede observar la trayectoria del balón.2.Los ojos siempre deben estar abiertos y tratar de seguir la trayectoria del balón con el fin de darle mejor precisión y trayectoria a la pelota. 3. Desde un punto de vista

---

<sup>18</sup> **GARRET, A William, KIRKENDALL T., DONALD CONTIULIA ROBERT.** Medicina del futbol. España : Paidotribo. 2005. Pp.118-139

<sup>19</sup> **MAWDSLEY HP. A** biomechanical analysis of heading (resumen de la tesis de Masters en la Universidad de Massachusetts). Edimburgo: momentum 1978. pag: 30-40.

<sup>20</sup>Escuela Nacional del deporte. Futbol técnica y biomecánica.[www.fenixnacionaldc.blogspot.com/2008/12/al-comienzo-la-mayoria-de-los-nios.html](http://www.fenixnacionaldc.blogspot.com/2008/12/al-comienzo-la-mayoria-de-los-nios.html)

muscular y mecánico el eje del movimiento se encuentra a nivel de la articulación coxofemoral (cadera). El tronco se lleva a extensión y flexión realizando un movimiento rápido y vigoroso. El cuello realiza una extensión en estado de pre-acción, evitando toda contractura muscular exagerada. 4. Los brazos están en posición de flexión, las manos adelante a la altura del pecho y los codos separados. 5. En el momento del golpe los codos van atrás y arriba ayudando así la acción impulsora de la cabeza además ayudan a mantener el equilibrio corporal y protección del balón. 6. Para saltar junto al contrincante, el jugador debe situarse de costado, en punta de pies y un poco alejados de él. En el aire gira el tronco y lo extiende, cabecea con la frente, impulsando hacia adelante el tronco y los codos hacia atrás. ”<sup>21</sup>

La técnica del cabeceo parte de tres bases fundamentales: “la ejecución, la interacción con la dimensión física del entorno y la eficacia a la hora de ejecutar, siendo esta última la principal característica de la técnica deportiva permitir la interacción eficaz del deportista con la altura y el balón.”<sup>22</sup> Se quiere resaltar que dentro del fútbol la técnica del cabeceo es uno de los componentes más importantes que desempeña cada jugador y que hace parte de la amplia gama de factores que determinan el buen rendimiento de un deportista en una competencia o en su desenvolvimiento durante su vida deportiva, pues entra a jugar un papel muy importante en muchos de los casos para defender o definir el triunfo y cumplir así los objetivos deportivos planteados en la competencia.

Los análisis biomecánicos utilizados en los diferentes gestos deportivos han sido de gran ayuda para observar objetivamente los aspectos del movimiento, sobre todo los cuantitativos, Permitiendo analizar la técnica y la descripción de sus características cinemáticas y dinámicas, así como los aspectos racionales de sus variantes clasificándolas de la siguiente forma: “ Distribución en fases gestuales

---

<sup>21</sup> **ALAVES CLEMENTE, José Luis.** Licenciado en Ciencias de la Actividad física y del Deporte (C.A.F.D), especialidad en Alto Rendimiento Deportivo. Revisión bibliográfica.. Bogota. 2009 Pág.: 243.301.

<sup>22</sup> **GROSSER, Manfred; NEUMAIER, August** (1986). Técnicas de entrenamiento: teoría y práctica de los deportes. Barcelona : Martínez Roca.

(ejemplo: carrera de impulso, batida, despegue, fase aérea y nueva toma de contacto con el suelo). Representación de una longitud o de una trayectoria (ejemplo: longitud de la penúltima y de la última zancada en el salto de longitud, ángulo de despegue). Características de velocidad (ejemplo: duración del penúltimo y del último apoyo en un salto, que se denomina también, en la práctica, ritmo de impulso o de batida). La trayectoria de aceleración (longitud óptima y forma), Las fuerzas de empuje y de frenado (en el salto de la longitud, por ejemplo, para producir un impulso explosivo es preciso que las fases de amortiguación y de impulsión estén perfectamente de acuerdo con las fuerzas de frenado activo y de aceleración) ”.<sup>23</sup>

Dentro de la ejecución, el entrenamiento y la práctica constante del cabeceo debe tenerse en cuenta dos adaptaciones a nivel del sistema nervioso central y propiceptivo:

❖ **Adaptación a nivel de coordinación global.** Se realiza con respeto a esfuerzos excesivos y parcialmente erróneos, sacudidas en el desarrollo del movimiento, amplitud gestual insuficiente, ritmo del movimiento mal adaptado (demasiado rápido o demasiado lento), falta de precisión del gesto, saltos y caídas bruscas.

❖ **Adaptación a nivel de coordinación fina:** Se puede visualizar cuando los movimientos son económicos a nivel de fuerza, amplitud y ritmo de movimientos racionales, precisos y fluidos.

La coordinación es una característica física primordial a la hora cabecear un balón pues permite la automatización parcial del movimiento donde el deportista es capaz de centrar su atención sobre los puntos críticos al saltar pudiendo

---

<sup>23</sup> RIERA RIERA, Joan (1995). Estrategia, táctica y técnica deportivas. Apunts: educación física y deportes (39): pag.45-56.

adaptar su cuerpo en el aire para ejecutar con gran precisión en el movimiento, constancia y armonía del gesto.

La acción técnico táctica del cabeceo requiere de una armonía corporal y biomecánica, no es solamente el salto al aire y el dominio del balón, sino que se trata de un dominio cuerpo-mente “la mente ordena y el cuerpo debe responder a esto se le suma los movimientos reflejos y las acciones automatizadas por continuo entrenamiento.”<sup>24</sup> El dominio de la técnica del juego de cabeza es imprescindible en el fútbol, ya que se ejecuta cuando la pelota está en el aire, para rechazos, pases altos dirigidos y remates al arco. Sin embargo, nunca se dominara bien sino que se aprende correctamente y con fluidez.

El cabeceo posee “factores psicológicos, basado en el miedo natural, golpear la pelota con una parte delicada y sensible como lo es la cabeza en cuyo interior están los ejes de la vida misma. El instinto de aludir la intervención de la cabeza para golpear cualquier objeto. En otro apartado encontramos los factores pedagógicos, entre ellos muchas personas inexpertas que comienzan el aprendizaje con balones demasiados grandes y / o pesados, donde el cabecear se vuelve como un castigo. Por todo lo anterior, la enseñanza y la práctica de este fundamento debe estar bien dirigida desde el punto de vista psico-pedagógico”<sup>25</sup>

La formación técnica del cabeceo no se puede limitar simplemente al aprendizaje de los gestos técnicos como tales , sino que hay que considerar también las condiciones del juego y del sujeto a evaluar, es decir, practicar con contrarios activos y con un ritmo elevado. “La técnica y la táctica forman una sola unidad. El entrenamiento de la técnica como fin absoluto ayuda a formar, los malabaristas y artistas del balón, pero no a los jugadores que son capaces de resolver una situación táctica aplicando sus condiciones técnicas eficazmente.”<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> **RIVERA VERA, José Luis, GAMBOA HERNANDEZ, José Orlando.** Ciencia y Metodología Del Entrenamiento En El Fútbol actual. Buenos aires : Medica Panamericana. Pág. 634-645.

<sup>25</sup> **PEITERSEN, B.** (2003). Fútbol: Técnica del fútbol. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.pag 1120- 1130

<sup>26</sup> **GROSSER, M; NEUMAIER, A.** Entrenamiento de la técnica. Barcelona : Ediciones Martínez Roca, 1986. Pág. 345-400

Según Hegedus en el 2005 propone que "La técnica y táctica del cabeceo están basados en un sistema específico de acciones sucesivas y/o simultáneas, las cuales operan como consecuencia de la interacción de fuerzas externas e internas y con un único objetivo: aprovechar de la manera más efectiva todas estas acciones en vista a alcanzar un adecuado gesto deportivo y por ende un alto rendimiento"<sup>27</sup>. El entrenamiento técnico-táctico es un proceso sistemático de trabajo que tiene como meta la adquisición, el perfeccionamiento y la estabilización de la acción del cabeceo.

El fútbol, está guiado por gestos motores (movimientos especiales y automatizados) que al realizarse interactuando con el balón, se convierten en fundamentos técnicos y tácticos con el propósito de perfeccionar las acciones del fútbol y ahorrar energía. Son estos elementos los que deben ir fundamentando los criterios que se deben observar en los jugadores a la hora de analizarlos biomecánicamente, pues se consideran la base fundamental para corregir, adecuar y perfeccionar dicha técnica.

La saltabilidad es un componente muy importante en el fútbol pues incide notoriamente en el desarrollo del deportista y más que todo en la fuerza de los miembros inferiores, mejorando los resultados en la competencia y durante la ejecución en el aire para cabecear el balón y darle la dirección que se requiere. "Se considera la pliometría como un método de entrenamiento para mejorar el salto y por ende el cabeceo, pues influye en el mejoramiento de las capacidades físicas fuerza, resistencia, elasticidad y velocidad del jugador. "<sup>28</sup>

El entrenamiento de la pliometría involucra articulaciones, músculos y la columna vertebral cuya función es el mecanismo que da estabilidad y soporte a las

---

<sup>27</sup> **GARCÍA DOMÍNGUEZ, J.A.** Apuntes de técnica del curso de entrenadores de fútbol Nivel 1. Escuela de entrenadores de Castilla y León, 2003. Pág. 1234- 1240.

<sup>28</sup> **RAVN, S. ET AL.** (1999). Choice of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump-effect of training background or inherited preference\_pág: 9, 201 – 208.

acciones de fuerza, además de absorber el impacto de los saltos y movimientos explosivos, este entrenamiento debe tener en cuenta dos aspectos relevantes “ estiramiento previo: músculo que es estirado más allá de su longitud en reposo procura volver a su dimensión normal a través de la puesta en funcionamiento de sus componentes reactivos. (Contracción concéntrica), reflejo miotático: directamente proporcional a la velocidad con que el músculo es estirado”<sup>29</sup>. “La pliometría se enfoca en entrenamientos como: entrenamiento de la fuerza general y específica, entrenamiento de la flexibilidad y entrenamiento de la técnica específica de salto, donde se utilizan las siguientes pruebas:

❖ **Test de Salto en contra-movimiento (CMJ):** En esta prueba la acción de saltar hacia arriba se realiza gracias al ciclo de estiramiento-acortamiento muscular, mide la capacidad contráctil del músculo, la capacidad elástica del músculo y la capacidad de sincronización y reclutamiento instantáneo de fibras influenciado por SNC. Evalúa las características morfo histológicas (tipos de fibra muscular), actividad funcional (altura y potencia del salto) y neuromuscular (aprovechamiento de la energía, estimulación de reflejo miotático, resistencia a la fatiga), se utiliza como método de entrenamiento para potencializar músculos extensores

❖ **Test de longitud de salto con los pies juntos:** Consiste en alcanzar la mayor distancia horizontal posible, mediante un salto hacia delante, desde una posición de semiflexión de tronco, con los pies paralelos y separados a la misma distancia que los hombros, sin tomar impulso previo, se balancean los brazos y se salta hacia adelante, lo más lejos posible, mejora notablemente la potencia y la fuerza de impulso de los músculos flexores y extensores de columna y miembros inferiores.

---

<sup>29</sup> YOUNG WB, PRYOR JF, WILSON GJ (1995). Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *Journal of strength and conditioning research*, 9, pag: 232-236.

❖ **Test de squat jump (SJ).** El jugador para evaluar se ubica sobre una plataforma de contacto, adopta una posición de sentadilla (con flexión de rodillas a un ángulo de 90°), con las manos fijas en las caderas para evitar impulsos añadidos. Se le pide que realice un salto vertical (lo más alto que pueda), que mantenga el tronco lo más recto posible en la fase de descenso previa al salto, y que durante la ejecución del salto no despegue las manos de su cadera. Es utilizado para medir la potencia (fuerza y velocidad) de la musculatura de miembros inferiores”<sup>30</sup>.

El entrenamiento de la pliometría debe ser individualizado y supervisado por cada entrenador para adecuar la fuerza, la potencia y la coordinación de cada futbolista, por eso se hace necesario el análisis biomecánico de cada jugador para mirar y analizar las modificaciones osteoarticulares a la hora de cabecear el balón en diferentes planos de referencia.

Dado el análisis y los resultados obtenidos a través de la investigación desarrollada proponemos el siguiente protocolo semanal de entrenamiento para el mejoramiento de la saltabilidad en los futbolistas a la hora de cabecear el balón, basado en la revisión del protocolo de: COSTILL, D.L., THOMAS, R., ROBERGS, R.A., PASCOE, D., LAMBERT, C., BARR, S.& FINK, W.J. (1991). Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:371-377.

#### ❖ **Semana 1:**

- **Objetivo.** Fortalecimiento de tronco y miembros inferiores, desarrollar capacidades físicas básicas: fuerza, velocidad, potencia, coordinación, elasticidad y flexibilidad.

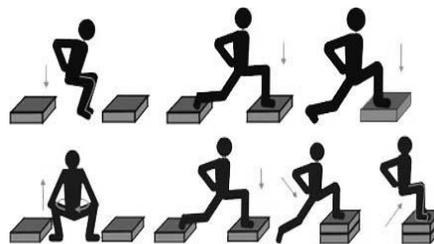
---

<sup>30</sup> RODRÍGUEZ FACAL, FERNANDO (S.F.). Entrenamiento de la capacidad de salto. Argentina: Stadium, pág: 789-800

- **Ejercicios:**

- Saltos unipodales realizados utilizando: la soga, la escalera y el cuadrilátero.

- Saltos bipodales con obstáculos utilizando: cajones y la modalidad de prisionero (es la de comenzar a proponer diferentes ángulos de trabajo de la saltabilidad, buscando ejercitar la fuerza reactiva en estos ángulos)



**Imagen 1.** Ejercicios pliométricos utilizando un banco o step.<sup>31</sup>

- Saltos con vallas y diferentes secuencias: con dos pies teniendo en cuenta la coordinación y las alturas variables que inician desde los 10 cm hasta los 60 cm de altura.



**Imagen 2.** Evaluación del salto de manera instrumentada.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> FITZ-CLARKE, J.R., MORTON, R.H. & BANISTER, E.W. (1991). Optimizing athletic performance by influence curves. J. Appl. Physiol. pag: 71:1151- 1158.

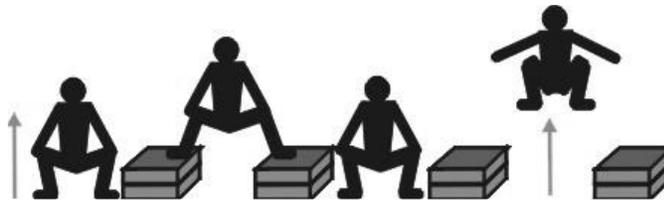
<sup>32</sup> LINTHORNE NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am J Phys*, 2001; pag: 98- 204.

## ❖ Semana 2

- **Objetivo.** Mejorar la fuerza reactiva y explosiva, la capacidad de coordinación, velocidad, equilibrio y propiocepción de cada jugador.

- **Ejercicios:**

- ejecución de saltos, con diferentes ángulos de caídas y despegues acompañados de obstáculos.



**Imagen 3.** Evaluación de la fuerza mediante el entrenamiento con steps.<sup>33</sup>

- ejecución de saltos con implementos del gesto deportivo: balón y diferentes ángulos de proyección, se incluye técnica y táctica manejada por cada entrenador.

- ejercicios de transferencia, altura, despegue y cabeceo del balón.

- ejercicios de fuerza y fortalecimiento: sentadillas con balón, press de cuádriceps.

- ejercicios de propiocepción y equilibrio: unipodal sobre un bozo, ejercicios con TRX, saltos acompañados de cabeceo de balón sobre un trampolín.

## ❖ Semana 3 y 4.

- **Objetivo.** Ejecutar técnicas y tácticas propias de cabeceo, supervisadas por el entrenador técnico de grupo.

---

<sup>33</sup> CENTENO RA, NARANJO J, CALERO T, ORELLANA R, SÁNCHEZ E. Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométrica en futbolistas profesionales. *MD Revista Científica en Medicina del Deporte* 2005;pag: 1:11-7.

- test y evaluación con protocolos de salto: salto contramovimiento, salto vertical, salto con obstáculos, test de longitud de salto con los pies juntos, entre otros.
- cabeceo hacia varios ángulos frontal, lateral (izquierdo, derecho), desde tiros libres.
- cabeceo decisivo para la marcación ofensiva y de gol.
- manejo del balón en el aire.
- enfrentamiento del rival en el aire
- entrenamiento individual en cada jugador: técnica.

Hay diferentes opiniones respecto a las variables biomecánicas que se presentan durante la ejecución del cabeceo pues existen cambios en el “control osteoarticular como la variación angular que ejecuta cada articulación; por ejemplo: Durante la ejecución del salto, los jugadores parten de una posición erecta, al saltar la posición de las rodillas adoptan un ángulo de flexión de 45° a 90°, para dar impulso al cuerpo hacia arriba. Se visualizan variables físicas como el tiempo de vuelo donde se analiza la fase ascendente y descendente del centro de gravedad en cada salto, la potencia y la fuerza de impulso clasificándola como positiva o negativa y a partir de ello determinar la variación biomecánica y osteoarticular de cada jugador. La altura de los saltos también se utiliza como variable cuantificadora y se puede dividir en dos ítems que pueden arrojar distintos resultados; por ejemplo: altura lograda durante la primera fase de saltos, saltos utilizados por cada jugador durante la ejecución de la prueba. En base a esto se pueden encontrar variables que pueden arrojar resultados para poder analizar los

comportamientos biomecánicos que caracterizan a cada jugador a la hora de ejecutar el gesto deportivo. ”<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> **INGEN SCHENAU, G. J. ET AL.** The control of multi joint movements relies on detailed internal representations. Hum Movement Science, v. 14, pág. 531-538, 2007.

## **CAPITULO 4**

### **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN- DISCUSIÓN**

#### **4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Con relación al análisis de las diferentes variables utilizadas para observar el comportamiento del cabeceo en el futbol se obtuvieron los siguientes hallazgos:

Se determina la viabilidad de la aplicación del protocolo Davis (marcha) modificado para el análisis del gesto deportivo del cabeceo en el futbol, separando variables cinemáticas y parámetros espacio-temporales para su descripción.

Con los estudios cinemáticos fue posible registrar las variaciones angulares de las articulaciones del cuerpo así como el movimiento en cada plano de los segmentos corporales implicados en el gesto, con el fin de analizar las adaptaciones biomecánicas.

A continuación se relacionan los datos con mayor significancia estadística:

Con respecto a la variable tiempo de vuelo, se encontró que el 40% de la muestra obtuvo un tiempo de 0,69 segundos en el cabeceo hacia el lado izquierdo; con respecto al tiempo de vuelo en el cabeceo hacia el lado derecho el 30% de los jugadores tuvieron 0,66 s y en el tiempo de vuelo en el cabeceo de frente el 30% de la muestra obtuvo un tiempo de 0,65 s.

**Altura de Vuelo.M1**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0.47	1	10,0	10,0	10,0
0.52	1	10,0	10,0	20,0
0.53	1	10,0	10,0	30,0
Válidos 0.59	1	10,0	10,0	40,0
<b>0.63</b>	<b>4</b>	40,0	40,0	80,0
0.64	1	10,0	10,0	90,0
0.65	1	10,0	10,0	100,0
Total	10	100,0	100,0	

**Altura de Vuelo.M2**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0.46	1	10,0	10,0	10,0
0.50	1	10,0	10,0	20,0
0.53	1	10,0	10,0	30,0
Válidos 0.60	1	10,0	10,0	40,0
0.61	1	10,0	10,0	50,0
<b>0.62</b>	<b>2</b>	20,0	20,0	70,0
<b>0.63</b>	<b>2</b>	20,0	20,0	90,0

0.69	1	10,0	10,0	100,0
Total	10	100,0	100,0	

**Altura de Vuelo.M3**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0.45	1	10,0	10,0	10,0
0.49	1	10,0	10,0	20,0
0.52	1	10,0	10,0	30,0
Válidos <b>0.59</b>	<b>2</b>	20,0	20,0	50,0
<b>0.62</b>	<b>2</b>	20,0	20,0	70,0
<b>0.63</b>	<b>2</b>	20,0	20,0	90,0
0.64	1	10,0	10,0	100,0
Total	10	100,0	100,0	

**Tabla 1.** Análisis de frecuencias de la altura de vuelo durante las tres pruebas realizadas, donde M1,M2 y M3 son las pruebas hacia la izquierda, a la derecha y al frente respectivamente.

Como se observa en la Tabla 1, con respecto a la altura de vuelo se identificó que el 40% de los jugadores presentaron una elevación de 0,63m en el cabeceo hacia la izquierda, mientras que en el cabeceo al lado derecho el 40% de la muestra obtuvo una misma altura de 0,63m, con relación a la prueba frontal un 20% obtuvo 0,62m, 20% 0,63m y otro 20% 0,59m.

Prueba	Movimiento	Cabeceo a la Derecha		Cabeceo a la Izquierda		Cabeceo Frontal	
		D	I	D	I	D	I
Cabeza/Cuello	<i>Flex-Ext</i>	-12.36°		-10.19°		-11.66°	
	<i>Inclinación</i>	21.65°		-9.68°		-1.52°	
	<i>Rotación</i>	-19.87°		5.81°		-1.48°	
Codo	<i>Flex-Ext</i>	58.58°	55.46°	74.00°	64.98°	74.47°	70.89°
Pelvis	<i>Inclinación</i>	1.47°		-3.46°		4.02°	
Cadera	<i>Flex-Ext</i>	6.18°	5.91°	1.28°	5.95°	9.17°	9.29°
Rodilla	<i>Flex-Ext</i>	30.93°	24.4°	20.95°	22.47°	27.02°	28.57°
Tobillo	<i>Dors-Plant</i>	-	-	-	-	-	-
		28.856°	28.34°	26.967°	30.28°	22.633°	25.51°

**Tabla 2.** Promedios angulares por articulación al instante del cabeceo [D hace referencia del miembro Derecho e I del miembro Izquierdo].

En la biomecánica articular se realizó el promedio angular de cada articulación al momento del contacto del balón con la cabeza, obteniendo los siguientes promedios, resumidos en la tabla 2:

En la Flexo-extensión de cabeza con cabeceo a la derecha se obtuvo un promedio de ángulo de -12,36°, con cabeceo a la izquierda el promedio angular fue de -10,19°, de frente se obtuvo una media de -11,66°.

En el cabeceo hacia la derecha, la rotación arrojó un promedio de -19,87°, la rotación de la cabeza en la prueba hacia la izquierda presento una media del ángulo de -5,81° y de frente la media fue de -1,48°.

En el cabeceo a la derecha se obtuvo para la inclinación lateral de cabeza promedio de ángulo de  $21,65^{\circ}$ , en la prueba hacia la izquierda una media de ángulo de  $-9,68^{\circ}$  y en el cabeceo de frente un promedio de  $-1,52^{\circ}$

En miembro superior en la articulación de codo (derecho) durante la flexo-extensión en la prueba de cabeceo a la derecha se obtuvo una media del ángulo de  $58,58^{\circ}$ , en el cabeceo a la izquierda se obtuvo un promedio de  $74,00^{\circ}$ , y en el cabeceo de frente se obtuvo un promedio de ángulo de  $74,47^{\circ}$ .

En el codo izquierdo la flexo-extensión durante el cabeceo a la derecha generó una media del ángulo de  $55,46^{\circ}$ , en el cabeceo a la izquierda se obtuvo un promedio de  $64,98^{\circ}$  y en el cabeceo de frente se obtuvo un promedio de ángulo de  $70,89^{\circ}$ .

En las articulaciones de miembro inferior se observó que el promedio de ángulo de flexo- extensión de la rodilla derecha en el gesto frontal fue de  $27,02^{\circ}$  para la flexo-extensión de rodilla derecha con cabeceo izquierdo se obtuvo un promedio de ángulo de  $20,95^{\circ}$  y cabeceo a la derecha se obtuvo un valor de  $30,93^{\circ}$  de promedio angular.

Para la para la flexo-extensión de rodilla izquierda con cabeceo derecho se obtuvo un promedio de ángulo de  $24,4^{\circ}$  flexo extensión de rodilla en cabeceo izquierdo un promedio de ángulo de  $22,47^{\circ}$  y en el cabeceo frontal  $28,57^{\circ}$ .

Con respecto a la cadera derecha la flexo extensión durante la prueba frontal se presentó un promedio de  $9,17^{\circ}$ , en el cabeceo a la derecha se tuvo una media de  $6,18^{\circ}$  y en el cabeceo a la izquierda se tuvo una media de ángulo de  $1,28^{\circ}$ .

En la cadera izquierda la flexo extensión en el cabeceo de frente se presentó un promedio de  $9,29^\circ$ , en el cabeceo hacia la derecha se tuvo una media de  $5,91^\circ$  y en el cabeceo a la izquierda se tuvo una media de ángulo de  $5,95^\circ$ .

Con relación la inclinación de la pelvis en el cabeceo frontal se encontró una media del ángulo de  $4,02^\circ$ , la inclinación de pelvis durante el cabeceo a la derecha arrojó un promedio de ángulo de  $1,47^\circ$  y en la ejecución hacia la izquierda se obtuvo un promedio de ángulo de  $-3,46^\circ$

El movimiento articular de dorsi-plantiflexión del tobillo izquierdo en el cabeceo de frente generó un ángulo medio de  $-25,51^\circ$ , durante el cabeceo a la derecha un promedio de  $-28,34^\circ$  y en el cabeceo a la izquierda una media de  $-30,28^\circ$ .

En el tobillo derecho se encontró un promedio de  $-22,633^\circ$  en el cabeceo de frente, un promedio de  $-28,856^\circ$  en el cabeceo a la derecha y una media de  $-26,967^\circ$  en el cabeceo a la izquierda.

En las fuerzas de despegue vertical (calculadas en Newton [N]) los jugadores obtuvieron los siguientes promedios: los defensores centrales  $1760.978\text{N}$  en el salto con cabeceo a la izquierda, los delanteros de igual forma presentaron un promedio de  $1120.214\text{N}$ , y los volantes obtuvieron una media  $1419.645\text{N}$ , en este gesto el promedio más alto lo obtuvieron el centrales. Con respecto a la prueba con cabeceo a la derecha se obtuvieron los siguientes promedios: una media de  $1660.268\text{N}$  para los centrales, los delanteros un promedio de  $1229.093\text{N}$  y por último los volantes una media de  $1542.877\text{N}$ . Para el cabeceo frontal se obtuvo un promedio de  $1620.195\text{N}$  para los defensores centrales,  $1411.847\text{N}$  para los delanteros y  $1335.351\text{N}$  para los volantes y el lateral.

Posición	Lateralidad	Peso [kg]	Altura [m]	Cabeceo a la izquierda	Cabeceo a la derecha	Cabeceo frontal
				Fuerza Vertical Despegue [N]		
Central	Derecho	80	1.94	1708.337	1264.237	1574.784
	Izquierdo	77	1.8	1683.572	1387.722	1458.254
	Derecho	72	1.8	2082.468	1742.491	1377.922
	Derecho	84	1.82	1569.534	2246.621	2069.819
Media		78.250	1.840	1760.978	1660.268	1620.195
Delantero	Derecho	66	1.74	1615.241	1272.782	1279.463
	Derecho	71	1.78	724.201	1511.208	1330.300
	Derecho	71	1.8	1021.201	903.289	1625.779
Media		69.333	1.773	1120.214	1229.093	1411.847
Volante	Izquierdo	58	1.63	1552.034	1445.538	1205.899
	Izquierdo	66	1.74	1359.803	1814.780	1226.537
	Derecho	68	1.7	1347.097	1368.312	1573.616
Media		64.000	1.690	1419.645	1542.877	1335.351

**Tabla 3.** Promedios de la fuerza de despegue y su relación con la posición en el campo, la dominancia, peso y altura de cada jugador.

## 4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Según los datos obtenidos, se observa que el promedio de la altura de vuelo es menor en el cabeceo de frente, debido a que este tipo de movimiento es poco común durante la práctica deportiva, ya que el balón viene desde los costados o desde atrás y muy pocas veces el pasador se encuentra de frente a quien va a realizar el cabeceo; es por esto que cada jugador desarrolla la técnica en dirección lateral, debido a esto y gracias al aprendizaje motor durante los entrenamientos y

el juego la altura máxima en los saltos se logra durante el cabeceo hacia los lados.

El tiempo de vuelo para la prueba del cabeceo de frente es menor con relación al promedio de las otras dos pruebas debido a que es un movimiento menos común para los deportistas a pesar de que se da en el mismo plano de trabajo del impulso, mientras que el cabecear hacia la derecha o a la izquierda implica una mayor descompensación de la musculatura core para lograr la estabilidad en el tronco y darle otra dirección al balón y se ve reflejado en el sostenido que deben realizar para lograrlo.

Para el ángulo flexo-extensión de cabeza, los valores tienen signo negativo (posición posterior de la cabeza) debido a que la ejecución del gesto se realizó sin balón y la simulación del cabeceo se realizó con el movimiento de los brazos, lo cual impide que se genere una referencia del instante en el que se debe impactar, impidiendo que el registro en el laboratorio se dé cuando la cabeza se encuentra en posición óptima, lo cual se puede observar en las gráficas cinemáticas (ver anexo 3), ya que el cuello describe una posición anterior y un movimiento en sentido postero-anterior, con regreso hacia atrás. En este plano, no hay diferencia aparente en el valor del ángulo medido al instante del cabeceo.

En la inclinación de cabeza (el signo positivo indica que la realización del movimiento se da hacia el lado derecho) se observa que el ángulo es mucho mayor cuando cabecea hacia el lado derecho que cuando lo hace a la izquierda donde se observa una inclinación menos marcada y hacia el frente, se encuentran valores cercanos al neutro, lo que significa que los jugadores tienden a inclinar levemente la cabeza hacia la izquierda. Esto se debe a la dominancia y a la ubicación de los pies al momento de realizar el despegue.

En la rotación de la cabeza (el signo menos indica rotación hacia la derecha) se observa que el grado de movimiento es mayor en el lado dominante.

Los ángulos de las pruebas izquierda y frontal para flexo-extensión de Codo dan mayores, por ser las pruebas que más dificultad generan para su cómoda realización a los sujetos de prueba, lo cual implica que los brazos no están adecuadamente posicionados al instante de efectuar el gesto, mientras que los valores del lado derecho son menores debido a que la tarea es más sencilla y se realiza de manera más efectiva. Esta variable es muy importante ya que el impulso, la coordinación, el balanceo (manejo del centro de gravedad) y la potencia se ven afectados, de manera positiva, al utilizar adecuadamente los brazos.

La pelvis cumple un papel estabilizador debido a que es donde se encuentra el centro de gravedad y donde la musculatura core actúa para dar equilibrio, el rango de los promedios de inclinación de la pelvis, es muy cercano, entre sí y al neutro cumpliendo con la función antes descrita

En la flexo-extensión de la cadera, se observa que en la prueba frontal, la cadera no está completamente extendida, lo que indica que en este tipo de salto no se desarrolla el gesto en los valores óptimos o efectivos, lo que no se ve reflejado en las demás pruebas.

Durante el instante del cabeceo, en la flexo-extensión de rodilla se observa que en todas las pruebas, el valor promediado mayor se encuentra ligeramente aumentado hacia el lado al que se dirigirá el balón, esto gracias a que la descarga de peso es mayor sobre el miembro inferior ipsilateral al cabeceo debido al apoyo que realiza al momento del despegue, lo cual aumenta la inercia de esa extremidad y aumenta el ángulo.

En tobillo se observa que los promedios en el ángulo de dorsi-plantiflexión son muy parejos, pero no aportan información durante el momento en el que el jugador tiene contacto con el balón, el signo negativo indica plantiflexión marcada en las diferentes pruebas. Esto puede interpretarse también, como que el tobillo no cumple ninguna función para el impacto o direccionamiento del balón, solamente influye en el momento de despegue y aterrizaje, los cuales no están siendo interpretados en esta fase del estudio.

La fuerza de despegue en sentido vertical, muestra que, en la posición cuyo peso promedio es mayor exige ejercer más fuerza para lograr elevarse del piso. Por pruebas se puede ver que los jugadores, ejercen más fuerza sobre el lado menos dominante, como se observa en los defensas y en los volantes.

Para el caso de los delanteros, se observa que se requiere ejercer más fuerza en el cabeceo central, debido a que es un movimiento atípico para este tipo de jugadores.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- ❖ La técnica de cabecear el balón en el aire es una de las más descuidadas en el fútbol, se plantea este trabajo investigativo con el fin de analizar dicha técnica y proponer mejoras para el rendimiento del jugador a la hora de ejecutar el cabeceo, pues durante un partido el 20% del tiempo de juego la pelota permanece en el aire, tiempo en el cual debe existir una sincronización efectiva a nivel osteoarticular, del sistema nervioso central y neuromuscular para un adecuado rendimiento.
  
- ❖ Se obtuvo como resultado una gran cantidad de variables que permiten describir lo que sucede en las distintas fases que componen el gesto del cabeceo en el fútbol, para este caso solo se analizaron las del instante del impacto del sujeto con el balón por considerarse de mayor relevancia a la hora de emular el movimiento ya que es el instante determinante para la ejecución y buen resultado del gesto (que afectará el desarrollo o el resultado del partido).
  
- ❖ De acuerdo con los hallazgos obtenidos durante este análisis, se propone un entrenamiento enfocado en el lanzamiento del balón desde diferentes direcciones, provenientes de distintas partes del terreno de juego, principalmente desde las bandas (cercanas al área) donde se desarrolla gran parte de la práctica deportiva, teniendo en cuenta la posición y la lateralidad de cada jugador.
  
- ❖ La aplicación del protocolo Davis modificado permite obtener variables que describen el gesto deportivo del cabeceo en el fútbol y realizar un análisis concluyente en los diferentes planos de movimiento.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Estimular el posicionamiento y sincronía de los miembros superiores principalmente los ángulos del codo durante la realización del gesto deportivo.
- ❖ Perfeccionar la técnica de rotación del cuello haciendo énfasis en el lado menos dominante de cada jugador.
- ❖ Aumentar el ángulo de extensión de la cadera que permita llevar la rodilla hacia la parte posterior del cuerpo, permitiendo elevar el centro de gravedad con el fin de optimizar la potencia del gesto.
- ❖ Es importante, durante el entrenamiento, hacer énfasis a la sincronización y rango de movimiento de los ángulos de la rodilla, la pelvis y las caderas que permitan generar un cabeceo más óptimo y preciso.
- ❖ Incluir un balón instrumentado a la hora de realizar este tipo de evaluaciones con el fin de obtener variables de respuesta para poderlas comparar con los datos obtenidos.
- ❖ Ampliar el análisis de las fases del cabeceo, para obtener resultados más completos.

## CAPITULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS

### 6.1 BIBLIOGRAFÍA

COMETTI, PILLES El entrenamiento Pliométrico: Antecedentes Históricos. Editorial Publice Standard. 2007. p. 23-53.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; ELLINGSGAARD, H.; BANGSBO, J. Physical demands during an elite female soccer game: important of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. p. 125, 138

BUSQUET, LÉOPOLD. Cadenas musculares,(tomo I). Panamericana. Séptima edición. Barcelona, p. 23-56.

CENTENO RA, NARANJO J, CALERO T, ORELLANA R, SÁNCHEZ E. Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométricas en futbolistas de alto rendimiento, saltabilidad. Edición 2005 p. 45, 64.

AGUADO-JODAR, IZQUIERDO-REDIN, M.:16 prácticas de biomecánica. Universidad de León, 1995. p. 21 36.

ASOCIACIÓN AMERICANA DE INGENIERÍA MECÁNICA; EN: GARCÍA-FOJEDA. A & VIOSCA & VALIOS, J: la biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva. *Rev. Apuntes. : Educación física y deporte*.1997. p. 15-23

BAUMANN, W. Métodos de medición e campos de aplicação da biomecánica: Estado da arte e perspectivas. ANAIS VI Congresso Brasileiro de Biomecânica, Brasilia, 1995. Pa. 213-220.

(Ferro, Floría, 2007).

Disponible en internet: <http://coaching-deporte.com/2013/02/un-super-atleta-dentro-del-futbol/> .

Disponible en internet: Revista española de fútbol actual: <http://www.futboltotal.com.mx/revista>, línea de investigación 2012.2013, N° 34.

DUFOUR W. Las técnicas de observación del comportamiento motor. Fútbol: la observación tratada por ordenador, RED. 1990; 4 (4): p. 16-24.

DIETRICH HARRE (2006) Análisis de los gestos técnicos y acciones de juego, editorial panamericacana. España, p.: 434- 510.

TERRY RODRIGUEZ, CARLOS EMILIO, STABLE BERNAL, YESSER. Comportamiento técnico- tácticas del cabeceo en el fútbol. España. Tesis doctoral, 2008, pág. 85-100

LEVENDUSKY, T. A., CLINGER, C. D., MILLER, R. E., & ARMSTRONG, C. W. SOCCER THROW-IN KINEMATICS. *In*: Biomechanics in Sports II, eds. J. Terauds & J. Barham, pp. 258-269. Academic Publishers, Del Mar. 1985. Pág. 50-64

VERKHOSANSKY. Métodos de entrenamiento polimétrico. Medios para desarrollar y entrenar fuerza máxima. Edición 1. Editorial Paidotribo. 1999. p. 545.550.

FERNANDEZ ARCIA, J.C; CINCILA MANUET, revisión bibliográfica de los métodos de entrenamiento e influencias de la velocidad empleados en un programa del saltos pliometricos y otros multisaltos en futbolistas. EFDdeportes.com revista digital. Buenos Aires, volumen 7, N°43, p., 123.132.

SILLERO QUINTANA, MANUEL. La percepción de trayectorias del balón en el aire como tarea visual. Propuesta de evaluación en Fútbol. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 2008. p. 58-70.

GARRET, A WILLIAM, KIRKENDALL T DONALD CONTIULIA ROBERT. Medicina del futbol .editorial paidotribo. España. 2005. p.118-139.

MAWDSLEY HP. A biomechanical analysis of heading .Edimburgo: momentum 1978. p: 30-40.

JOSE LUIS ALAVES CLEMENTE Licenciado en Ciencias de la Actividad física y del Deporte (C.A.F.D), especialidad en Alto Rendimiento Deportivo. Revisión bibliográfica.. Bogotá. 2009 p.: 243.301.

GROSSER, MANFRED; NEUMAIER, AUGUST Técnicas de entrenamiento: teoría y práctica de los deportes. Barcelona: Martínez Roca. 1986. p: 123-156

RIERA RIERA, JOAN (1995). Estrategia, táctica y técnica deportivas. Apunts: educación física y deportes 2005: p.45-56.

RIVERA VERA, JOSE LUIS, GAMBOA HERNANDEZ JOSE ORLANDO. Ciencia Y Metodología Del Entrenamiento En El Fútbol actual. Editorial medica panamericana. Buenos aires. 1987 p. 634-645.

PEITERSSEN, B.Fútbol: Técnica del fútbol. Editorial Paidotribo. Barcelona, España. 2003, p. 1120- 1130

GROSSER, M; NEUMAIER, A. Entrenamiento de la técnica. Ediciones Martínez Roca, Barcelona, 1986. p. 345-400.

GARCÍA DOMÍNGUEZ, J.A. Apuntes de técnica del curso de entrenadores de fútbol Nivel 1. Escuela de entrenadores de Castilla y León, 2003. p. 1234- 1240.

RAVN, S. ET AL. Choise of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump-effect of training background or inherited preference 1999 p. 201 – 208.

YOUNG WB, PRYOR JF, WILSON GJ. Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. Journal of strength and conditioning research, 1995, p: 232-236.

RODRÍGUEZ FACAL, FERNANDO (S.F.). Entrenamiento de la capacidad de salto. Argentina: Stadium, pág: 789-800.

FITZ-CLARKE, J.R., MORTON, R.H. & BANISTER, E.W. Optimizing athletic performance by influence curves. J. Appl. Physiol. 1991. p: 71:1151- 1158.

LINTHORNE NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. Am J Phys, 2001;p: 98- 204.

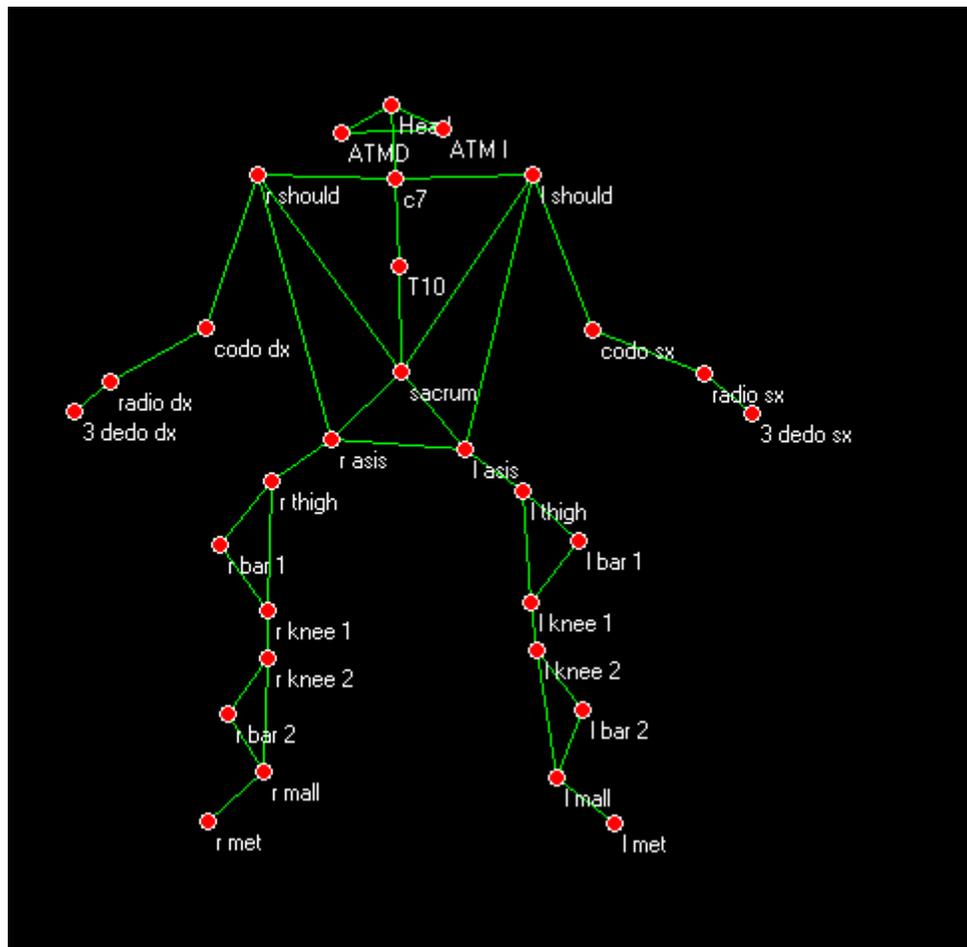
CENTENO RA, NARANJO J, CALERO T, ORELLANA R, SÁNCHEZ E. Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométrica en futbolistas profesionales. MD Revista Científica en Medicina del Deporte 2005; p: 1:11-7.

INGEN SCHENAU, G. J. ET AL. The control of multi joint movements relies on detailed internal representations. Hum Movement Science, 2007, p. 531-538,

# **A N E X O S**

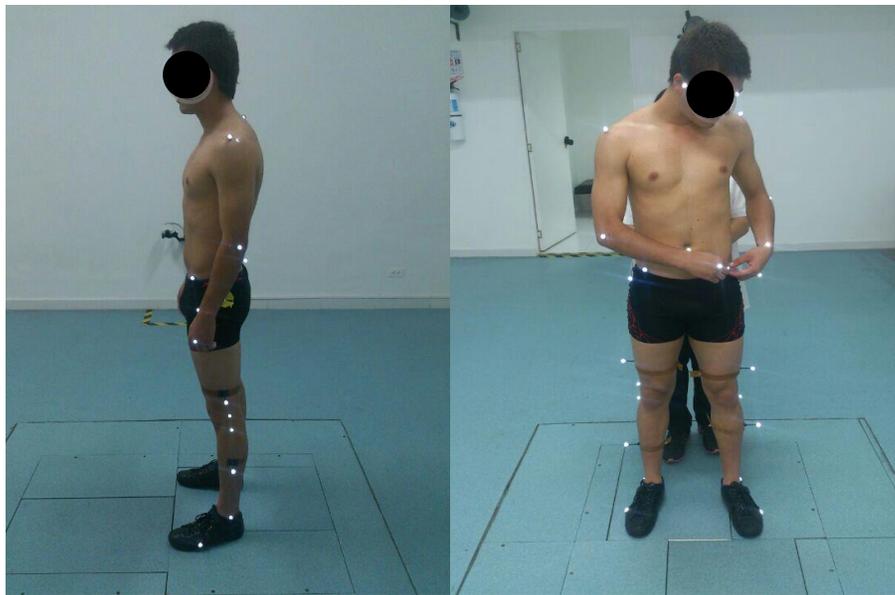
## ANEXO A

Protocolo Davis para la marcha (modificado), utilizando marcadores en cabeza, miembro superior, columna, cadera y miembro inferior, (las modificaciones hechas al protocolo fueron realizadas por la ingeniera biomédica Catalina Villa durante su trabajo en el laboratorio de análisis de movimiento, Conferida en Quito-Ecuador). Marcadores en eminencias óseas para la captación del movimiento.



## ANEXO B

Instrumentación de sujeto con el protocolo Davis, para la aplicación de las pruebas.



Sujeto1. Posición de juego: Volante. Lateralidad: Izquierda.



Sujeto 2. Posición de juego: Lateral izquierdo. Lateralidad: Izquierdo.



Sujeto 3. Posición de juego: Delantero. Lateralidad: Derecho.

## ANEXO C

### ANÁLISIS BIOMECÁNICO

