



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA**

www.bdigital.unla.edu.ve

**SERBIULA**  
Tulio Febres Cordero

**ANALISIS BIOMECANICO DEL TIRO LIBRE  
DIRECTO EN EL FUTBOL PROFESIONAL**

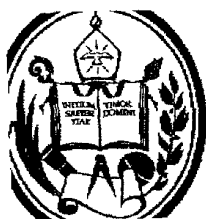
**DONACION**

Autora: Lic. Guillén Beatriz Carolina

Tutor: Msc. Antonio Hernández

Mérida, septiembre del 2004

C.C. Reconocimiento



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL TIRO LIBRE  
DIRECTO EN EL FÚTBOL PROFESIONAL**

Trabajo presentado como requisito  
Para optar al título de Especialista en  
Teoría y Metodología  
del Entrenamiento Deportivo

Autora: Lic. Guillén Beatriz Carolina

Tutor: Msc. Antonio Hernández

Mérida , septiembre del 2004

**C.C. Reconocimiento**

## INDICE GENERAL

|                                                                                                 | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LISTA DE CUADROS.....                                                                           | V    |
| LISTA DE GRÁFICOS.....                                                                          | Vi   |
| RESUMEN .....                                                                                   | Viii |
| <b>CAPITULO I. EL PROBLEMA</b>                                                                  |      |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                                                             | 1    |
| 1.2 Propósito.....                                                                              | 3    |
| 1.3 Objetivo General.....                                                                       | 4    |
| 1.3.1 Objetivos Específicos.....                                                                | 4    |
| 1.4 Delimitación.....                                                                           | 4    |
| 1.5 Definición de términos.....                                                                 | 5    |
| <b>CAPITULO II. MARCO TEORICO</b>                                                               |      |
| 2.1 Antecedentes.....                                                                           | 10   |
| 2.1.1 Resumen de antecedentes.....                                                              | 17   |
| 2.2 Fundamentación Teórica.....                                                                 | 18   |
| 2.2.1 El Fútbol.....                                                                            | 18   |
| 2.2.2 Tiro libre directo en fútbol.....                                                         | 19   |
| 2.2.3 Técnica en el cobro del tiro libre directo.....                                           | 19   |
| 2.2.4 Fases de la técnica del tiro libre en fútbol.....                                         | 21   |
| 2.3 Características mecánicas utilizadas en fútbol cuando se ejecuta el tiro libre directo..... | 22   |
| 2.3.1 Característica temporal.....                                                              | 22   |
| 2.3.2 Características espacio-temporales.....                                                   | 23   |
| 2.3.3 Características estáticas.....                                                            | 23   |
| 2.4 Sistema de hipótesis.....                                                                   | 25   |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 2.4.1 Definición de variables.....             | 25 |
| 2.4.2 Hipótesis.....                           | 26 |
| <b>CAPITULO III. METODOLOGIA</b>               |    |
| 3.1 Diseño de la investigación .....           | 27 |
| 3.1.1. Sujetos .....                           | 27 |
| 3.1.2 Instrumentos .....                       | 28 |
| 3.2 Procedimiento de la investigación.....     | 28 |
| 3.3 Análisis de los datos.....                 | 34 |
| <b>CAPITULO IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS</b> |    |
| 4.1 Característica temporal.....               | 35 |
| 4.2 Características espacio_temporales.....    | 36 |
| 4.3 Características estáticas.....             | 40 |
| 4.4 Análisis de correlación .....              | 43 |
| 4.5 Análisis de Regresión Lineal Múltiple..... | 45 |
| 4.6 Comprobación de Hipótesis.....             | 47 |
| <b>CAPITULO V. CONCLUSIONES.....</b>           | 49 |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                    | 52 |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                      | 53 |

## LISTA DE CUADROS

| N° |                                                                                                                           | Pág. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Comparación de resultados en estudios anteriores.....                                                                     | 16   |
| 2  | Puntos Anatómicos para la estimación de las Variables.....                                                                | 31   |
| 3  | Segmentos corporales seleccionados para la Estimación del<br>Centro de Gravedad y otras características Biomecánicas..... | 32   |
| 4  | Resultado característica temporal.....                                                                                    | 36   |
| 5  | Resultados de las características espacio-temporales.....                                                                 | 40   |
| 6  | Resultados de las características estáticas.....                                                                          | 42   |
| 7  | Resultados de la correlación de Pearson.....                                                                              | 45   |
| 8  | Resumen del modelo.....                                                                                                   | 46   |
| 9  | Coeficientes.....                                                                                                         | 47   |

## LISTA DE GRÁFICOS

| N° |                                                                                                                                                    | Pág. |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Angulo de posición ( $\alpha$ ) de la rodilla (izquierda) de apoyo.....                                                                            | 5    |
| 2  | Angulo de posición ( $\beta$ ) del tobillo (derecho) que realiza .....                                                                             | 6    |
| 3  | Angulo de posición ( $\varepsilon$ ) de la rodilla (derecha) que realiza el tiro...                                                                | 6    |
| 4  | Angulo ( $\theta$ ) de proyección.....                                                                                                             | 7    |
| 5  | Tiempo de ejecución ( $\Delta t$ ).....                                                                                                            | 7    |
| 6  | Velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ ) .....                                                                                                 | 8    |
| 7  | Velocidad vertical de proyección ( $V_y$ ).....                                                                                                    | 8    |
| 8  | Velocidad resultante de proyección ( $V_r$ ).....                                                                                                  | 9    |
| 9  | Puntos anatómicos involucrados en la ejecución del tiro libre<br>directo, cadera (5), rodilla(4), tobillo(3), talon (2) y punta de pie<br>(1)..... | 21   |
| 10 | Modelo anatómico. Estimación del centro de gravedad y<br>diferentes variables. Tomado de Hernandez A. ( 1994 ).....                                | 33   |

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL TIRO LIBRE  
DIRECTO EN EL FÚTBOL PROFESIONAL**

**Tutor: Msc. Antonio Hernández  
Autora: Lic. Beatriz C. Guillén**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**Resumen**

**El propósito fundamental de este trabajo fue analizar las características biomecánicas que intervienen en la ejecución del tiro libre directo, en jugadores profesionales de fútbol pertenecientes al equipo Estudiantes de Mérida. Dicho estudio se realizó durante el año 2002 y se estructuró sobre una investigación de carácter descriptivo y de tipo correlacional. Para este estudio se empleó el método de videografía tipo bidimensional, el cual consistió en la filmación de la destreza deportiva. Para la recolección de los datos se utilizó una cámara de video SVHS marca Panasonic, modelo AG 456- U con una velocidad de filmación de 60 imágenes/seg. El análisis de los datos se hizo a través de la estadística descriptiva y un estudio comparativo de las variables, donde se determinó que la velocidad resultante de proyección depende de los ángulos tanto de posición, como el de proyección y los de tiro de las extremidades inferiores. La relevancia de esta investigación se encuentra en que sus resultados constituyen un aporte de carácter biomecánico al conocimiento del entrenador de fútbol, favoreciéndose con ello el proceso de entrenamiento deportivo en la búsqueda de óptimos resultados .**

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El rendimiento deportivo es un fenómeno complejo que debe ser abordado con éxito, y para lograrlo es necesario la aplicación de un tratamiento interdisciplinario. Es por esto que, en el entrenamiento deportivo actualmente se deben integrar los aportes procedentes de las diversas ciencias aplicadas al deporte, como es la fisiología del ejercicio, la psicología, la biomecánica, entre otras. Las investigaciones en estas ciencias permiten el avance acelerado en el rendimiento deportivo, lo cual obliga a una continua revisión de los fundamentos que sustentan los modelos actuales de planificación del entrenamiento, aplicado a los deportes individuales o de equipos.

En los deportes de equipo ha venido siendo habitual la aplicación de los métodos de entrenamiento para un tipo específico de preparación inspirados en modelos derivados del atletismo. El atletismo ha sido uno de los primeros deportes en introducir aportes de las ciencias aplicadas a las planificaciones del entrenamiento deportivo.

Todas las modalidades deportivas han aplicado métodos de entrenamiento específico, primero de forma intuitiva y fragmentaria y más tarde, basándose en el análisis de las demandas fisiológicas, funcionales y mecánicas que son exigidas de acuerdo a las diferentes disciplinas deportivas. Actualmente se lleva a cabo el análisis de determinados movimientos corporales a través de videos. Específicamente en los estudios biomecánicos, ya que la biomecánica es la ciencia que utiliza los principios y métodos de la mecánica ( que forma parte de la física); para el estudio de los movimientos del cuerpo, a través de la tecnología informática.

El fútbol como deporte de equipo de alta competencia a nivel mundial permite la aplicación del análisis biomecánico en las diferentes técnicas de ejecución, para mejorar el rendimiento individual y efectividad del juego. Una de las técnicas a estudiar a través de la biomecánica es el tiro libre directo, el cual consiste en chutar el balón a la arquería, para realizar un gol, de acuerdo al reglamento, esto sucede cuando un jugador ha recibido una falta cerca de la zona donde se encuentra el guardameta. El tiro libre directo es un acto donde el jugador realiza un contacto con el balón, que requiere del jugador la utilización de todo su cuerpo, en especial los miembros inferiores; para obtener así potencia y velocidad en la ejecución del tiro, el cual a su vez tendrá gran efectividad.

El objeto de estudio de este trabajo es indagar porque hay dificultad en el cobro del tiro libre directo por parte de los jugadores de fútbol, ya que en ocasiones es interceptado por el arquero y en otros casos lo proyectan fuera de la arquería. Es por esta razón que se utilizará para este estudio los principios mecánicos (velocidad, tiempo y desplazamiento) que rigen el movimiento corporal para determinar las características mecánicas, entre las que se encuentran las temporales, espacio-temporales y estáticas del tiro libre directo en el fútbol. Las características mecánicas permitirán determinar si estas influyen en la ejecución del tiro libre directo. Los resultados arrojados

por el estudio biomecánico pueden contribuir al mejoramiento de la técnica de ejecución del tiro libre directo en jugadores profesionales de fútbol.

Referente al fútbol no existen en Venezuela estudios biomecánicos en los trabajos consultados, por esta razón se hace necesario e interesante estudiar a través de la biomecánica el tiro libre directo realizado por jugadores profesionales del estado Mérida, para determinar las fallas que pudo haber mostrado el jugador al ejecutar el tiro libre directo.

Este estudio biomecánico permitirá sugerir correcciones a la técnica del tiro libre directo; también podría constituirse como una contribución a la investigación del fútbol venezolano.

## **1.2 Propósito**

El propósito fundamental de este estudio consiste en realizar un análisis descriptivo y correlacional de algunas características biomecánicas del tiro libre directo ejecutado por jugadores del fútbol profesional del equipo Estudiantes de Mérida para orientar la forma correcta de ejecutar el tiro libre directo, con la finalidad de que la ejecución sea efectiva.

Como propósito específico se pretende determinar las características temporales, espacio-temporales y estáticas, en la ejecución del tiro libre directo.

### 1.3 OBJETIVO GENERAL

Analizar la mecánica del movimiento realizado por el miembro inferior derecho o izquierdo, en la ejecución del tiro libre directo realizado por jugadores profesionales de fútbol.

#### 1.3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la característica temporal en la ejecución del tiro libre directo
- Determinar las características espacio-temporales (velocidad horizontal de proyección, velocidad vertical de proyección y la velocidad resultante de proyección).
- Determinar los ángulos de posición de las extremidades inferiores durante el apoyo y golpe.
- Determinar el ángulo de proyección del tiro libre directo efectuado por el miembro inferior (derecho o izquierdo)

#### 1.4 Delimitación

- El fútbol es un juego muy dinámico que exige de quienes lo practican una capacidad física y técnica óptima. Los sujetos estudiados fueron jugadores profesionales del equipo "Estudiantes de Mérida" de primera división, los cuales se ubican un nivel de entrenamiento de alta competencia.
- En el cobro del tiro libre directo juegan un papel muy importante los miembros inferiores, tanto el que ejecuta el tiro como el de apoyo. Es por esta razón que se estudió el tiempo de ejecución, la velocidad de proyección y los ángulos involucrados en la realización del tiro libre directo.

### 1.5 Definición de términos

**Angulo de posición de la rodilla de apoyo ( $\alpha$ )** : es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la cadera (6), hasta el punto anatómico de la rodilla (7) y la recta que une el punto anatómico del tobillo (7) con el punto anatómico de la rodilla(8) .

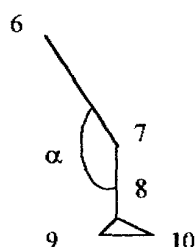


Gráfico1. Angulo de posición ( $\alpha$ ) de la rodilla (izquierda) de apoyo

**Angulo de posición del tobillo que realiza el tiro ( $\beta$ )** : es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la rodilla (4) hasta el punto anatómico del tobillo (3) y la recta que une el punto anatómico del tobillo (3) con el punto anatómico de la punta del pie (1).

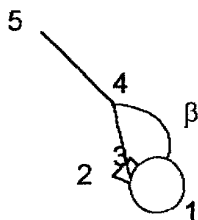


Gráfico 2. Angulo de posición ( $\beta$ ) del tobillo (derecho) que realiza

**Angulo de posición de la rodilla que realiza el tiro ( $\epsilon$ ) :** es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la cadera (5) hasta el punto anatómico de la rodilla (4) y la recta que une el punto anatómico del tobillo (3) con el punto anatómico de la rodilla (4).

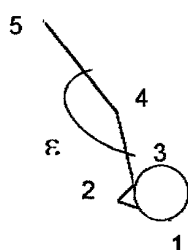


Gráfico 3. Angulo de posición ( $\epsilon$ ) de la rodilla (derecha) que realiza el tiro

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

### **Angulo de proyección: $\theta$**

Es la dirección de salida del balón y es el resultado horizontal ( $V_x$ ) del centro de gravedad del pie, en el momento del impacto con el balón.

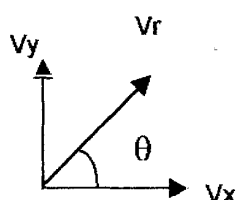


Gráfico 4. Angulo ( $\theta$ ) de proyección

**Tiempo de ejecución (t):** Es la duración ( $\Delta t$ ) de ejecución del tiro libre directo desde que el pie del jugador empieza a descender, hasta el momento que impacta con el balón.

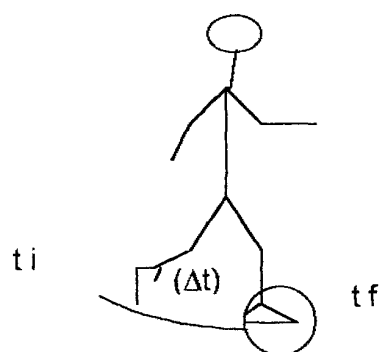


Gráfico 5. Tiempo de ejecución (t)

**Velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ ):**

Es el componente de la velocidad horizontal de proyección del centro de gravedad del pie, en el momento que el jugador realiza el contacto con el balón.

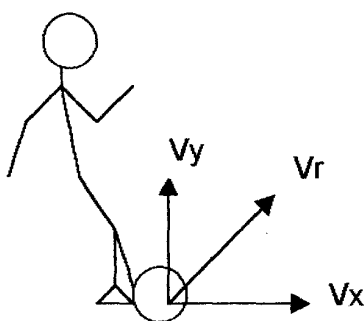


Gráfico 6. Velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ )

### **Velocidad vertical de proyección ( $V_y$ ):**

Es el componente de la velocidad vertical de proyección del centro de gravedad del pie, en el momento que el jugador realiza el contacto con el balón.

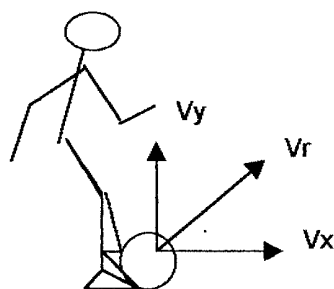


Gráfico 7. Velocidad vertical de proyección ( $V_y$ ):

### **Velocidad resultante de proyección ( $V_r$ ):**

Es la resultante de la velocidad de proyección del centro de gravedad del pie, en el momento que el jugador hace contacto con el balón.

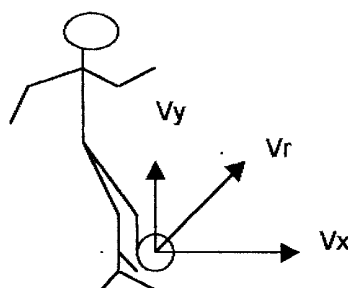


Gráfico 8 . Velocidad horizontal de proyección ( $V_y$ ):

**Tiro libre directo:**

El tiro libre directo consiste en chutar el balón detenido, directo a la arquería en búsqueda de gol como consecuencia de una falta que comete un jugador de fútbol cerca de la arquería contraria a la suya, el arbitro deja 9,15 metros para el cobro.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 ANTECEDENTES

La búsqueda y posterior análisis de la literatura existente sobre la mecánica del movimiento realizado por el miembro inferior derecho o izquierdo, en la ejecución del tiro directo en fútbol por jugadores profesionales, reporta investigaciones sobre algunos parámetros que son requeridos para ejecutar el tiro libre directo con un porcentaje alto de rendimiento técnico. Los diferentes estudios consultados consideraron como variables, la velocidad de ejecución, el tiempo y los ángulos de posición de tobillo y rodilla, estimadas por el marco referencial como las de mayor relevancia en la ejecución.

Asami (1983),<sup>1</sup> analizó el fenómeno mecánico ocurrido durante el tiro en fútbol, la velocidad y rigidez del pie con relación a la velocidad del balón.

---

<sup>1</sup> Zabala D. Miguel y Lozano M. (2002) **Perspectiva biomecánica del golpeo en fútbol: una revisión a modo de recorrido histórico.** [Revista digital ]Buenos Aires- año 8 N° 45 febrero 2002. Disponible: <http://www.efedeportes.com/>[Consulta: 2002, Noviembre 9]

Para ello filmó a 4 sujetos profesionales. Los resultados arrojados en este estudio fueron los siguientes, la velocidad máxima del balón fue de 34,0 m/s, levemente superior a las anteriormente descritas por Togari(1970, citado por Asami) <sup>1</sup>de 32,8 m/s o Plagenhoef (citado por Asami)<sup>1</sup> de 29,1 m/s.

Dos Anjos y Adrian (1986)<sup>1</sup>, estudiaron las fuerzas de reacción del suelo en la pierna de sustentación de 18 jugadores de Fútbol (9 entrenados y 9 principiantes) durante el golpe. Se realizaron 2 grupos clasificados según edad, peso, y longitud de muslo y pierna. Calcularon la velocidad de salida del balón la cual arrojó una media de 25 m/s en los jugadores entrenados y 23,4 para los no entrenados. Concluyeron que las velocidades del balón superiores obtenidas por jugadores entrenados eran en parte debidas a las mayores fuerzas generadas por estos sujetos.

Luhtanen (1988)<sup>1</sup>, estudió la velocidad de salida del balón en un tiro máximo de empeine ( parte posterior del pie) en jugadores de fútbol junior de diferentes edades, para tratar de explicar las fuerzas resultantes producidas y los movimientos de la cadera, rodilla y tobillo de la pierna que realiza el tiro, así como las fuerzas de reacción del suelo en la pierna de apoyo. Dividió a 29 sujetos en tres grupos de edades diferentes. El primer grupo lo dividió en edades de 9 a 11 años, obteniendo una velocidad de salida del balón de 14.9 m/s. El segundo grupo lo dividió en edades de 12 a 14 años obteniendo una velocidad de salida del balón de 18,4 m/s. Y el tercer grupo de sujetos los dividió en edades de 15 a 18 años obteniendo una velocidad de salida del balón de 22,2 m/s. Esta velocidad de salida del balón respecto a la regulación del tiempo tuvo la mayor correlación con los máximos momentos producidos en la flexión de la cadera, extensión de la rodilla y estabilización del tobillo de la pierna que realizo el tiro.

Isokawa y Lees (1988)<sup>1</sup>,determinaron la relación entre la información cinemática (velocidad de la punta del pie, tobillo, rodilla y

cadera) y la velocidad del balón, con diferentes ángulos de aproximación en los pasos previos al tiro y la relación entre la información cinética (fuerza de reacción del suelo) y la velocidad del balón en diferentes ángulos de aproximación en los pasos previos al golpe. 6 sujetos realizaron 3 intentos para cada ángulo de aproximación de 0°, 15°, 30°, 45°, 60° y 90°, fueron filmadas 150 imágenes por segundo, a la vez que se les colocaba una plataforma de fuerzas para estudiar las variables cinéticas. Concluyeron que un ángulo de entre 30° y 60° aproximadamente era el más adecuado para producir una alta velocidad del balón a la vez que se reduciría el momento de fuerza aplicado al pie.

Olson (1992)<sup>1</sup>, realizó un estudio centrándose en la longitud de pierna y las características de la carrera de aproximación en el tiro a balón parado, en fútbol, para determinar el análisis biomecánico de la distancia de separación de los pasos atrás para iniciar la aproximación al balón en el golpe. Escogió una muestra de 94 jugadores de distintos niveles, divididos en 4 grupos según la longitud de piernas, y los filmaron durante su aproximación y el recorrido de la pierna que realizó el tiro. Cada jugador realizó 3 tiros, evaluándose: a) ángulo inicial; b) velocidad inicial; c) distancia máxima. Calcularon el valor medio de la longitud de piernas de acuerdo a la velocidad, trayectoria y distancia. El grupo 1, con la longitud de piernas más corta, obtuvo la menor velocidad de salida (21.67m/s) del balón, la trayectoria más baja (31,1°) y la distancia más corta fue de (36,92 m). Los grupos 2, 3 y 4 obtuvieron medidas que incrementaron en el siguiente orden: el grupo 3 logró los valores más altos en las 3 categorías respectivamente (26.09 m/s; 32,69°; 46.63 m). De acuerdo a los resultados de este estudio se recomienda una distancia de inicio de la aproximación, en condiciones de competición, de 4-5 pasos en 3 segundos, pero esto oscilará de acuerdo a la longitud de piernas.

Levanon y Dapena (1998)<sup>2</sup>, analizaron el "Mecanismo del tiro de pase interno del pie ( pase de patada) usada en el fútbol, esta investigación se efectuó a seis jugadores de fútbol intercolegial experimentados (altura =  $1.79 \pm 0.04\text{m}$ ; masa 84) del equipo universitario de la Universidad de Indiana.

El objetivo del estudio fue obtener un mejor entendimiento de los mecanismos de tiro usados en el fútbol.

La velocidad más baja del balón fue de  $18.3 \text{ ms}^{-1}$  Vs  $21.6 \text{ ms}^{-1}$ . El tiempo total entre el despegue del pie derecho y el impacto fue de 0.210 seg ( $r = -0.010 \text{ s}$ ). La patada de pase es generalmente usada cuando hay una necesidad de precisión en vez de gran velocidad del balón.

Perdomo ( 1999), realizó el análisis de características biomecánicas del remate en el fútbol de salón antes y después de la aplicación de un programa de fuerzas máxima y rápida en once integrantes de la selección de fútbol de salón de la Universidad de los Andes, la cual arrojó que la velocidad del pie ejecutante obtuvo un promedio de  $18,28 \text{ m/seg}$ , el ángulo de posición de la rodilla de apoyo izquierda fue de  $147.66^\circ$ , el ángulo de posición de la rodilla derecha, que efectúa el tiro, presentó un promedio de  $141.83^\circ$ , el tiempo de remate estuvo en un promedio de 0.33 seg.

Perdomo concluye en su estudio, que un mayor componente de fuerza máxima y de potencia le permite realizar al futbolista de salón una mayor carrera, lo que se traduce en una mayor velocidad horizontal que será transmitida al balón en el momento de rematar. El ángulo de la rodilla que involucra la pierna de apoyo, debe estar cercano a los  $150^\circ$ - $160^\circ$  para facilitar el movimiento de péndulo por parte de la pierna que ejecuta el remate.

---

<sup>2</sup> Original en inglés. Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer.

Basumatary y otros (1999)<sup>1</sup>, evaluaron el efecto de diferentes ángulos de aproximación al balón, la distanciada lograda, la precisión en el lanzamiento y el análisis cinemático tridimensional de las extremidades inferiores. 20 sujetos fueron filmados con el sistema Peak 3D motion a 50 Hz con 2 cámaras a 90° y utilizando 21 puntos de referencia en el sujeto, más 22° del balón. Encontraron que el ángulo de aproximación tenía efectos significativos tanto en la distancia cubierta, como en la precisión lograda. La mayor distancia 39,0 m de media y la mejor precisión 0,92 m de media, lograron un ángulo de aproximación de 45°. Así el ángulo de aproximación puede ser de vital importancia para lograr un golpe de empeine con éxito, el cual en el momento del contacto con el balón juega un papel importante en la ejecución del golpe de empeine. Además se concluye que es necesario el análisis tridimensional de este gesto, ya que éste es un movimiento completo de todo el cuerpo y específicamente de las extremidades inferiores.

Lees y Nolan (1999)<sup>1</sup>, realizaron un análisis cinemático tridimensional del tiro del empeine bajo condiciones de velocidad y precisión, con el objetivo de definir las características del golpe en jugadores profesionales e identificar cambios en cuanto a la ejecución del gesto de acuerdo a la búsqueda de velocidad o precisión en el golpe. Filmaron en 3D a 100 Hz, 10 lanzamientos para cada uno de los 2 jugadores estudiados, realizando estos 5 tiros en búsqueda de velocidad y los otros 5 en busca de precisión. La velocidad media del golpe en busca de velocidad fue de 26,6 y 24,3 m/s-1 respectivamente, para el golpe que buscaba precisión la velocidad fue de 20,4 y 18,1m/s-1.

Sato y otros (1999)<sup>1</sup>, trataron de aclarar las características de la curva del tiro con los diferentes bordes de la parte superior del pie llamado empeine. Tomaron para el estudio el empeine interior, el empeine exterior y el empeine total, mediante un sistema de captura en 3D (Vicon 370 a 200

Hz) 3 sujetos lanzaban a un blanco situado a 5 m, con marcadores reflectores pegados en el segmento de su cuerpo, además de colocar una plataforma de fuerza kistler para analizar la pierna de apoyo en el golpe. Los ángulos medios del segmento del tobillo, rodilla, talón y punta de pie de la pierna de golpe antes del impacto mostraron que la curva de golpe del interior era de  $94,3^\circ$ , la del golpe exterior de  $89,7^\circ$  y la del golpe del empeine total de  $76,3^\circ$ . De la misma manera el ángulo medio de la rodilla era de  $120^\circ$  en el golpe interior,  $121,7^\circ$  en el golpe exterior y de  $127,7^\circ$  en el golpe del empeine total. La anchura de giro desde una visión cenital (Punto de intersección o punto culminante) de la pierna de golpe era de 1161 mm, de 1088 mm para el golpeo exterior y de 1009 mm para el golpe de empeine total.

Scaglioni (2003), realizó una compilación de estudios anteriores sobre la velocidad de ejecución en fútbol, encontrando que la velocidad de salida del balón en la patada del empeine varia desde 17-28 m/s, e incluso puede llegar a 32-35 m/s-1 para jugadores profesionales. El movimiento de la patada consiste en una serie de movimientos rotatorios, a través de una cadena cinemática formada por los segmentos corporales con el fin de producir una alta velocidad lineal del pie. La velocidad en el cuerpo humano, velocidad de la parte distal ( pie, mano, cabeza) se produce a través del sistema de palancas y articulaciones y depende del largo y velocidad angular de la respectiva palanca ( pierna, muslo, etc.).

**Cuadro N° 1. Comparación de resultados en estudios anteriores**

| Autor                                                             | Sujetos                                                  | Velocidad de salida del balón                           | Angulo                                                                                                                                     | Tiempo         |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Asami (1983)<br>(Togari 1970 y Plagenhoef 1971 citados por Asami) | 4 jugadores profesionales                                | 34m/s<br>32.8 m/s<br>29.1m/s                            |                                                                                                                                            |                |
| Dos Anjos y Adrian(1986)                                          | 9 jugadores profesionales<br>no profesionales            | 25,9 m/s<br><br>23,4 m/s                                |                                                                                                                                            |                |
| Luhtanen (1988)                                                   | 29 jugadores junior de 9 a 18 años                       | 18.4 m/s y 22,2+/-2.3                                   |                                                                                                                                            |                |
| Olson (1992)                                                      | 94 jugadores de distintos niveles                        | 21.67 m/s y 26.09                                       |                                                                                                                                            |                |
| Perdomo (1999)                                                    | 11 jugadores de la selección de la U.L.A fútbol de salón | 18,28m/s                                                | Angulo de la rodilla que realiza el tiro 141.83°<br>Ángulos de la rodilla de apoyo 147.66°<br>Angulo ideal en la pierna de apoyo 150°-160° | 0.33 seg       |
| Lees y Nolan (1999)                                               | 2 jugadores profesionales                                | 26.6m/s y 24.3 m/s(vel)) y 20.4 y 18.1 m/s ( precisión) |                                                                                                                                            |                |
| Isokawa y Lees (1988)                                             | 6 sujetos profesionales                                  |                                                         | 30° y 60° de tiro del pie                                                                                                                  |                |
| Levanon y Dapena (1998)                                           | 6 jugadores de fútbol intercolegial                      | 18,3 vs 21.6 m/s                                        |                                                                                                                                            | 0.210+0-0.010s |
| Basumatary y otros (1999)                                         | 20 sujetos                                               |                                                         | 45° de aproximación del pie                                                                                                                |                |
| Sato y otros (1999)                                               | 3 sujetos                                                |                                                         | Interior del pie 94.3°<br>Exterior del pie 89.7°<br>Empeine 76.3°<br>Rodilla Interior 120°<br>Exterior 121.7°<br>Total 127.7°              |                |

### 2.1.1 Resumen de antecedentes

En el cuadro N° 1 se observa el resumen de los antecedentes anteriores sobre el golpe a balón detenido en fútbol, esta acción tiene similitud al tiro libre directo, ya que el jugador de fútbol lo cobra con el balón quieto. La ejecución del tiro es realizado por jugadores junior, universitarios y profesionales de fútbol, en el cual se observa que las velocidades de ejecución del tiro se encuentran entre 18 m/s y 34 m/s en los trabajos realizados por los investigadores Asami (1983), (Togari(1970), (Plagenhoet1971 citados por Asami), Dos Anjos y Adrian (1986), Luhtanen (1988), Olson (1992), (1997), Levanon y Dapena (1998), Perdomo(1999), Lees y Nolan (1999).

Con respecto a los ángulos de posición de la rodilla de apoyo se observa un valor de 147° a 160° Perdomo ( 1999). Los ángulos del miembro inferior que ejecuta el golpe la rodilla presenta un ángulo de 120° y 121.7° Satos y otros(1999).

El ángulo del pie en tres posiciones de tiro, interior 94.3° exterior 89.7° y empeine total 76.3° Soto (1999). En cuanto a los ángulos de proyección del golpe están comprendidos entre 30° a 60° para obtener efectividad.

El tiempo tiene un registro de ejecución de 0.33 seg a 0.21 seg. Perdomo (1999), Lenanon y Dapena (1998)

Se observa que hay relación en todos estos estudios biomecánicos realizados a jugadores de fútbol junior, profesional y universitario lo que es de gran importancia para el mejoramiento y perfección en las técnicas utilizadas en esta disciplina deportiva.

## 2.2 Fundamentación teórica

### 2.2.1 El fútbol

Para **Gama ( 1980)**, el fútbol es un deporte que opone dos equipos de once jugadores en una lucha incesante para la disposición del balón. El objeto del juego es enviar al balón a la portería contraria, y el equipo ganador es el que consigue el mayor número de goles, enmarcado y orientado en el espacio definido del terreno y de las porterías, cada bando se esfuerza mediante maniobras variadas, concertadas o individuales para enviar el mayor número de veces posibles, el balón a la portería del adversario y la alternativa contraria, interviene para evitar que penetren en su propia portería. El campo es rectangular y debe medir de 45 a 90 metros de ancho y de 90 a 118 metros de largo. En cada extremo hay una portería y una área de portería comprendida dentro del área donde se cobra la pena máxima que es el penalti. Los postes y el larguero deben de ser de igual grosor y de la misma anchura que la línea de la portería. Las demarcaciones forman parte del terreno de juego. En cada esquina del campo hay un banderín sobre un poste, de por lo menos 1.52 m de altura y con el vértice superior redondeado.

El papel de los jugadores es de gran importancia, pues tanto portero, defensas, medios o delanteros cada uno de los once jugadores de un equipo de fútbol, tiene un papel diferente según su posición en el terreno, sin embargo, el fútbol moderno hace que los jugadores cambien de papel según la situación. Para cualquier posición se ha vuelto indispensable saber conducir el balón con el pie pasarlo o tirar a gol.

**Felipe Gayoso (1993)** menciona que el jugador de fútbol es el sujeto principal en todas las ejercitaciones del cuerpo, pues es este quien realiza todas las destrezas más típicas y asiduas cuando realiza el contacto con el balón. El jugador puede tomar contacto con el balón con todas las partes del

cuerpo, exceptuando los miembros superiores, utilizándolo solo en los saques de banda. Esta excluido en su totalidad el guardameta que podrá emplear todo el cuerpo para contactar el balón, pero sólo en la superficie del área del penalti.

### **2.2.2 Tiro Libre directo en Fútbol**

Según **Inglis (1982)**, el deporte no existe realmente, si no es practicado según reglas precisas, este es el caso del fútbol, el cual entra bajo este concepto básico, ya que existen reglas en lo que respecta a las medidas del campo, arbitraje y el juego. En el juego para los participantes las reglas son primordiales, una de ellas es la que se refiere al tiro libre directo, que el arbitro la sentencia cuando un jugador comete una falta grave cerca de la arquería contraria. Existen tres tipos de tiros cuando el jugador comete una falta, el primero es el tiro libre, el segundo el tiro libre directo y el tercero es el tiro libre indirecto.

En las reglas de fútbol se concede un tiro libre directo al equipo adversario si un jugador comete una de las siguientes faltas:

- Sujetar a un adversario, escupir a un adversario, tocar el balón con las manos deliberadamente, atacar al contrario de una manera que el arbitro considere temeraria, peligrosa o con el uso de una fuerza excesiva, en el momento de luchar por el balón y dar una patada al adversario antes de tocar el balón. El tiro libre directo es una falta que cobra uno de los equipos cuando se la hacen cerca de la arquería, el arbitro deja 9,15 metros libres para el cobro.

### **2.2.3 La Técnica en el cobro del tiro libre directo**

Para **Durey (1980)**, un futbolista esta preparado técnicamente cuando es capaz de dominar el balón en un mínimo de tiempo y de utilizarlo con la

máxima precisión, se trata pues de llevar toda su atención y todo su potencial físico sobre el gesto a efectuar. A este respecto el papel portador de la pierna de apoyo y el papel estabilizador de los brazos son primordiales. Trátese de un tiro con el pie, con la cabeza, de un control de balón o de regatee, la pierna o las piernas de apoyo deberán hallarse en una posición semi-flexionadas, se juega tanto con la parte del cuerpo que entra en contacto con el balón, como con los miembros que dan la estabilidad.

Según **Planellz (1982)**, el tiro es la acción por excelencia del fútbol, es una explosión de carácter repentino, que precisa de gran limpieza en su ejecución. El tirador debe ser rápido en juzgar la situación propicia para el tiro, en su decisión y en la ejecución técnica, que será tan explosiva como instantánea.

La técnica de tiro consiste en aplicar la técnica del pase, intentando que el balón supere la oposición del portero y entre en el interior de las mallas, hay algunos aspectos dignos de ser tenidos en cuenta.

Potencia y precisión deben formar un todo armónico en el tiro, dado que la carencia de uno de ellos aumenta las posibilidades de que no se convierta en gol. Al chutar, el pie describe un movimiento de péndulo. En la acción del tiro a puerta es tan importante una buena colocación del pie de apoyo como el repentino movimiento de la pierna libre. Es indispensable que el pie de apoyo, se encuentre a la altura del balón, es decir, al lado del balón. En el momento de ejecutar el tiro es necesario que el jugador mire el balón para que el contacto se produzca en el lugar preciso.

El fútbol es un deporte de movimientos y contactos; cuando un jugador realiza un tiro libre directo, intervienen las articulaciones de los miembros inferiores como son las caderas, rodillas, tobillos, y pies.



**Gráfico 9.** Puntos anatómicos involucrados en la ejecución del tiro libre directo, cadera (5), rodilla(4), tobillo(3), talón (2) y punta de pie (1).

#### **2.2.4 Fases de la técnica del tiro libre directo**

Para Gama (1980) el tiro libre directo cumple varias fases, en este estudio solo se describirá la técnica de la fase de golpe al balón:

- a) Para levantar un balón parado el jugador debe realizar el tiro con el pie por debajo del centro del balón.
- b) La punta del pie debe ser lanzada bajo el balón y el empeine total levantando en el momento del impacto. La punta puede ser dirigida directamente hacia el suelo e interiormente.
- c) La cadera que es el origen del movimiento de la pierna debe estar detrás del balón para levantarlo eficazmente.

d) El pie de apoyo debe estar colocado ligeramente sobre el lado y atrás del balón. En una fase tal, el cuerpo debe estar inclinado hacia atrás para alcanzar el balón.

c) Si la aproximación se hace de lado, la pierna de toque es lanzada para llevar el pie oblicuamente bajo el balón. En este caso el pie de apoyo es colocado de 30 a 45 cm al lado del balón. El peso es llevado sobre el pie de apoyo, la rodilla muy flexionada. Si el disparo es potente la continuación del movimiento lleva la pierna de toque adelante del cuerpo.

### **2.3 Características mecánicas utilizadas en la ejecución del tiro libre directo en fútbol**

Las características mecánicas que están presentes cuando un jugador realiza un tiro libre son las temporales, las espacio-temporales y las estáticas entre otras.

#### **2.3.1 Característica temporal:**

El análisis espacial de los puntos del cuerpo en diferentes momentos nos representa el transcurso de un movimiento, en este sentido el tiempo es importante en la ejecución de un movimiento, en particular cuando se realiza un tiro libre directo en fútbol, ya que el tiempo es la duración de ejecución del tiro directo desde que el pie empieza a descender hasta el momento que se impacta con el balón.

En relación a esta característica mecánica el periodo temporal presentado por Levanon y Dapena (1998) en su estudio con jugadores

universitarios lo presenta, por otro lado Perdomo (1999) con jugadores de fútbol sala, también lo menciona.

### **2.3.2 Características espacio-temporales:**

Según Levanon y Dapena (1998) el jugador realiza un movimiento cinemático coordinado que involucra cada parte del cuerpo, donde el mayor componente de velocidad característica espacio-temporal, se encuentra en los miembros inferiores, este movimiento empieza en la flexión de la cadera, seguido de la extensión de la rodilla, luego la estabilización del tobillo y por ultimo la rigidez del pie en el momento del impacto con el balón. Todo este movimiento determina la variabilidad del impacto del pie con el balón, que en oportunidades esta precedido de una carrera.

Para Levanon y Dapena (1998), la gran parte de la velocidad del pie es generada por la extensión de la rodilla. Por otra parte, Pietro Scaglione (2003), menciona que el movimiento de la patada consiste en una serie de movimientos rotatorios, a través de una cadena cinemática formada por segmentos corporales, con el fin de producir una alta velocidad lineal del pie. La velocidad en el cuerpo humano, velocidad de la parte distal (pie, mano, cabeza) se produce a través del sistema de palancas y articulaciones.

### **2.3.3 Características estáticas:**

Los ángulos de posición en la ejecución del tiro libre directo son de gran importancia, pues son los que marcan la trayectoria de lanzamiento y la efectividad del tiro.

En el estudio de IsoKawa y Lees (1998, citado en Zabala y Lozano, 2002), plantearon que los ángulos de proyección son los mas adecuados para producir alta velocidad, a la vez que reducirá el momento de fuerza aplicado al pie. Por otra parte, Levanon y Dapena (1998), determinaron que la orientación plano canilla, pie en el impacto es de gran importancia para obtener efectividad. Perdomo (1999) determinó que los ángulos de máxima flexión de la rodilla, y el ángulo de apoyo de la rodilla son de gran importancia para la efectividad del remate. Busamary y otros ( 1999 citado en Zabala y Lozano, 2002)) evaluaron el efecto de diferentes ángulos del balón, quienes encontraron que el ángulo de aproximación tenia efectos significativos, tanto en la distancia cubierta como en la posición lograda, concluyeron que el ángulo de aproximación y ángulos parámetros cinemáticos del pie inferior en el momento de contacto con el balón, juega un papel importante en la ejecución del golpe de empeine. Para Sato y otros (1999 citados en Zabala y Lozano, 2002) los ángulos de los segmentos tobillo, rodilla, talón y punta del pie antes del impacto son de gran importancia.

Los ángulos están relacionados con la posición del cuerpo sobre todo en el caso del fútbol, con los miembros inferiores. Según las investigaciones realizadas el mejor ángulo de ejecución es el que se proyecta con mayor velocidad y potencia.

## 2.4 Sistema de Hipótesis

### 2.4.1 Definición de Variables

De acuerdo al propósito de este estudio se determinaran las siguientes variables

#### **Variable Dependiente:**

**Velocidad resultante de proyección ( $V_r$ )** : Es el componente resultante de proyección del centro de gravedad del pie, en el momento que el jugador hace contacto con el balón.

#### **Variables Independientes:**

- **Velocidad horizontal ( $V_x$ )**: Es el componente horizontal de proyección del centro de gravedad del pie en el momento que el jugador realiza el contacto con el balón
- **Velocidad vertical ( $V_y$ )**: Es el componente vertical de proyección del centro de gravedad del pie, en el momento que el jugador realiza el contacto con el balón.
- **Tiempo ( $t$ )**: Es la duración de ejecución del tiro libre directo desde que el pie del jugador empieza a descender hasta el momento que impacta con el balón.
- **Angulo de posición de la rodilla de apoyo ( $\alpha$ )** : es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la cadera, hasta el punto anatómico de la rodilla y la recta que une el punto anatómico del tobillo con el punto anatómico de la rodilla. (Gráfico 1)
- **Angulo de posición de la rodilla del miembro que realiza el tiro libre directo. ( $\epsilon$ )** : es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la cadera hasta el punto anatómico de la rodilla y

la recta que une el punto anatómico del tobillo con el punto anatómico de la rodilla. (Gráfico 3)

- **Angulo tobillo del miembro inferior que realiza el tiro libre directo ( $\beta$ ):** es el que esta formado entre la recta que une el punto anatómico de la rodilla hasta el punto anatómico del tobillo y la recta que une el punto anatómico del talón con el punto anatómico del punta del pie. (Gráfico 2)
- **Angulo ideal de proyección  $\chi$  :** Es el resultado de la división entre los vectores vertical ( $V_y$ ) y horizontal ( $V_x$ ) del centro de gravedad del pie, en el momento del impacto con el balón. (Gráfico 4)

#### 2.4.2 Hipótesis

**HI:** Las características temporales, espacio-temporales, estáticas de la extremidad inferior, sí intervienen en la velocidad resultante de proyección del tiro libre directo en los sujetos de estudio.

**HO:** Las características temporales, espacio-temporales, estáticas de la extremidad inferior, no intervienen en la velocidad resultante de proyección del tiro libre directo en los sujetos de estudio.

## **Capítulo III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación estuvo dirigida al análisis biomecánico de la ejecución del tiro libre directo en fútbol. Según la estructura metodológica propuesta por Hernández Sampieri (1991), la investigación esta enmarcada sobre el estudio de caso, bajo un enfoque descriptivo no experimental, no se manipularon parámetros que regulasen el contexto natural de las variables medidas, fueron evaluadas en un momento único de tiempo, lo cual corresponde a un estudio transversal de carácter correlacional.

##### **3.1.1 Sujetos**

Los sujetos fueron 6 jugadores masculinos, profesionales del equipo “Estudiantes de Mérida” de primera división.

### 3.1.2 Instrumentos

Para la realización del estudio se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cámara de vídeo marca Panasonic, tipo SVHS AG-456-U
- VCR Panasonic profesional modelo SVHS AG-1730, para congelar imágenes
- VHS marca Samsung, para grabar las imágenes congeladas
- Cinta de VHS para grabar las imágenes congeladas.
- TV Goldstar de 14 pulgadas para proyectar imagen por imagen
- Software para procesar los datos ( Abiomo), programa para el análisis biomecánico del movimiento

**Validez y confiabilidad:** Estos instrumentos son validos y confiables porque poseen características tecnológicas de medición precisa, que se han verificado en otros estudios realizados por el Laboratorio de Biomecánica del Departamento de Educación Física de la Universidad de los Andes.

### 3.2 Procedimiento de la investigación:

El trabajo se desarrolló como se describe a continuación

#### **Etapas I : Pre-fílmica:**

1. Ubicación de la muestra: Selección de fútbol profesional “ Estudiantes de Mérida”, 6 sujetos.
2. Selección del sitio de filmación: el sitio seleccionado fue el terreno de fútbol de Campo de Oro de la Universidad de los Andes.

3. Recolección de los datos personales: nombre , apellidos, talla, peso, edad, posición en el campo de juego.

Sujeto: 1 : Manuel Rodríguez, 1,81 mts, peso 74 Kl, 21. años. Posición en el campo: medio campista .Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior derecho.

Sujeto 2: Robert Rivas, 1,81 mts, peso 77 Kl, 20 años. Posición en el campo: Arquero. Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior derecho.

Sujeto 3: Javier Peña, 1,75 mts, peso 69 Kl, 20 años. Posición en el campo: Arquero. Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior Izquierdo.

Sujeto 4: Arnaldo Kroque, 1,70 mts, peso 73 Kl, 19 años. Posición en el campo: lateral izquierdo. Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior Izquierdo.

Sujeto 5: Tomi Vosquera, 1,83 mts, peso 80 Kg, 25 años. Posición en el campo: delantero. Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior derecho.

Sujeto 6: Gregory Sánchez, 1,67, peso 68 Kl, 21 años. Posición en el campo: lateral izquierdo. Realiza el tiro libre directo con el miembro inferior derecho.

4. Recolección de los datos de la cámara de vídeo marca Panasonic tipo SVHS AG-456-U con una velocidad de 60 imágenes por segundo, ubicada en forma paralela a la zona de ejecución.

#### **ETAPA II: Fílmica .**

Desarrollo de la filmación: Ejecución de la destreza deportiva para determinar las estructuras de movimiento. Fecha de ejecución: 11 de Noviembre del 2002. Cada sujeto realizo seis tiros libres directos.

### ETAPA III: Post- Filmica

1. Organización de los datos: Se procedió a reproducir la cinta objeto de filmación en el VCR, de la cual se selecciono el mejor intento, observando la ejecución de seis intentos efectuados por los jugadores, tomando la mejor ejecución del tiro con el empeine total del pie, por parte de cada sujeto, para proceder a congelar las imágenes por un tiempo determinado. Seguidamente se proyectó imagen por imagen para marcar los puntos anatómicos del cuerpo y obtener los esquemas de postura de los movimientos de los sujetos. Utilizando 21 puntos anatómicos y 14 segmentos corporales (ver cuadro 2,3 y gráfico 10). Se procedió a determinar la escala de trabajo y velocidad de filmación. Los esquemas de postura se llevaron al papel milimetrado para obtener la tabla de coordenadas en el eje X y Y de cada punto anatómico, luego estos datos se introdujeron en el Software ABIOMO ( Análisis Biomecánico del Movimiento Humano), para obtener los cálculos respectivos de las diferentes variables: velocidad resultante de proyección ( $V_r$ ), Velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ ), Velocidad vertical de proyección ( $V_y$ ), ángulo de proyección ( $\gamma$ ), tiempo ( $t$ ), ángulo de posición de la rodilla de apoyo ( $\alpha$ ), ángulo de posición de la rodilla que realiza el tiro libre directo. ( $\epsilon$ ), ángulo del tobillo del miembro que realiza el tiro libre directo.

2. Análisis e interpretación de los resultados

3. Elaboración del informe final de la investigación.

**Cuadro 3.** Segmentos corporales seleccionados para la Estimación del Centro de Gravedad y otras características Biomecánicas.

| Nº | SEGMENTO CORPORAL   | PUNTO PROXIMAL | PUNTO DISTAL |
|----|---------------------|----------------|--------------|
| 1  | Pie Derecho         | 2              | 1            |
| 2  | Pierna Derecha      | 4              | 3            |
| 3  | Muslo Derecho       | 5              | 4            |
| 4  | Muslo Izquierdo     | 6              | 7            |
| 5  | Pierna Izquierda    | 7              | 8            |
| 6  | Pie izquierdo       | 9              | 10           |
| 7  | Cabeza y Cuello     | 12             | 13           |
| 8  | Tronco              | 13             | 11           |
| 9  | Brazo Derecho       | 14             | 15           |
| 10 | Antebrazo Derecho   | 15             | 16           |
| 11 | Mano Derecha        | 16             | 17           |
| 12 | Brazo Izquierdo     | 18             | 19           |
| 13 | Antebrazo Izquierdo | 19             | 20           |
| 14 | Mano Izquierda      | 20             | 21           |

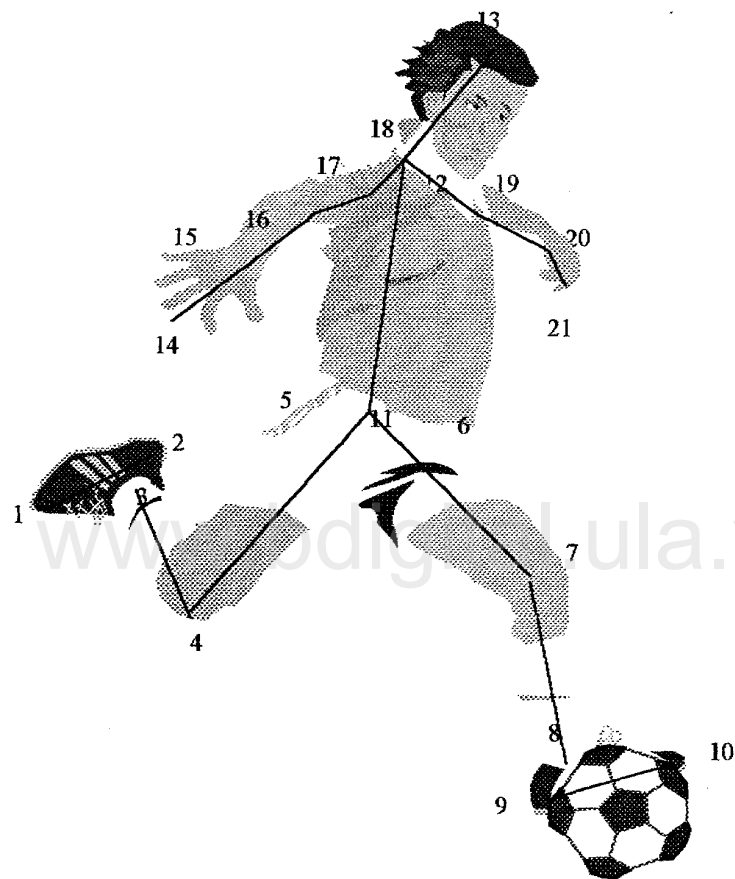


Gráfico 10. Modelo anatómico. Estimación del centro de gravedad y diferentes variables. Tomado de Hernandez A. ( 1994 ).

### 3.3 Análisis de los datos

De los datos obtenidos se analizaron las siguientes características mecánicas de la fase de contacto o golpe del balón en el tiro libre directo en jugadores de fútbol profesional del equipo “ Estudiantes de Mérida”.

**Características Temporales:** se analizó el tiempo de ejecución del tiro libre directo durante la fase del golpe al balón, dado por el número de videociclograma (secuencia de esquemas de postura) desde el 1 hasta el último videociclograma donde el sujeto, hace contacto con el balón.

**Características espacio-temporales:** Se analizó la velocidad horizontal de proyección (  $V_x$ ), Velocidad vertical de proyección (  $V_y$ ), y la velocidad resultante de proyección del pie que ejecuta el tiro libre directo.

**Características Estáticas:** Se analizaron los siguientes ángulos:

Angulo de proyección, el cual se obtuvo por el teoremas de Pitágoras.

Angulo de la rodilla de apoyo

Angulos de tiro de rodilla y tobillo.

Para realizar el análisis descriptivo, las variables estadísticas que se utilizaron fueron las siguientes:

1. Valor Menor, Valor Mayor; Media y Desviación Típica: para resumir los datos y realizar las comparaciones de los resultados.
2. Coeficiente de Correlación y Regresión Lineal Múltiple: para indicar el grado de relación existente entre las características o la variación de una característica cuando otra cambia. ( Para los análisis estadísticos se utilizó el Programa de computación SPSS)

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Este capítulo tiene como propósito analizar la mecánica del movimiento del miembro inferior derecho o izquierdo en la ejecución del tiro libre directo realizado por seis jugadores del equipo profesional de fútbol “Estudiantes de Mérida”.

A continuación se señalan los resultados de las características temporales, espacio temporales (Vox),(Voy),(Vor), las características estáticas, ángulos de posición de la rodilla de apoyo, los ángulos de posición de la rodilla y el tobillo que efectúan el tiro libre directo, como el ángulo de proyección del pie que realiza el tiro libre directo.

#### **4.1 Característica temporal**

En el cuadro N° 4 se observa que el tiempo de ejecución del tiro libre directo de los jugadores en estudio, estuvo comprendido entre un mínimo de 0.27 seg y un máximo de 0.33 seg, el grupo obtuvo una media de 0.30 seg (+/- 0.0309). Los valores se encuentran entre los reportados por la bibliografía donde, Perdomo (1999), en su estudio con jugadores de fútbol sala, el cual obtuvo una media de 0.33 seg y el tiempo mínimo de los seis

sujetos de estudio presenta una diferencia de 0.06 s y el tiempo máximo es igual al estudio de Perdomo.

Levanon y Dapena (1998), presentan un promedio de tiempo de 0.210 +/- 0.010 seg, con jugadores intercolegiales de fútbol, lo cual indica que los seis sujetos en estudio de primera división, tienen valores por debajo de los jugadores intrecolegiales, ya que presentan una diferencia de 0.12 seg, se puede apreciar que los jugadores intercolegiales utilizan menos tiempo en la ejecución del tiro.

**Cuadro N° 4 Resultado característica temporal**

| Sujetos         | Tiempo        |
|-----------------|---------------|
| 1               | 0.27          |
| 2               | 0.33          |
| 3               | 0.27          |
| 4               | 0.27          |
| 5               | 0.33          |
| 6               | 0.33          |
| <b>Mínimo</b>   | <b>0.27</b>   |
| <b>Máximo</b>   | <b>0.33</b>   |
| <b>Media</b>    | <b>0.30</b>   |
| <b>Desv.tip</b> | <b>0.0309</b> |

#### 4.2 Características espacio- temporales

En el cuadro N ° 5 se aprecia que la **velocidad de proyección** en la ejecución del tiro libre directo en los seis sujetos en estudio, estuvo comprendida en una mínima de 17.14 m/s y una máxima de 24.36 m/s, el grupo obtuvo una media de 21.65 m/s (+/- 2.83). Comparando los resultados

de la velocidades resultantes de proyección de los seis sujetos en estudio con respecto al estudio realizado por Asami (1998) en 4 jugadores profesionales, quienes obtuvieron una velocidad de 34 m/s mayor a la obtenida por Togari (1970) y Plagenhot (1971), citados por Asami los cuales obtuvieron una velocidad de proyección de 32,8 m/s y 29,1 m/s. La diferencia de velocidad de proyección de los seis sujetos en estudio y el estudio de Asami (1998) es de 17.86 m/s para la velocidad de proyección mínima, de 9,64m/s para la velocidad de proyección máxima y 12.35 m/s en la velocidad media de proyección, estando por debajo de estas velocidades los sujetos en estudio. Con respecto a Togari (1970),(citado por Asami) la diferencia de la velocidad de proyección mínima es de 15.63 m/s, en la máxima es de 8,44 m/s y en la velocidad media de proyección es de 11.15 m/s, apreciándose una gran diferencia ya que los sujetos de estudio están por debajo de la misma . La comparación de la velocidad de proyección entre los seis sujetos en estudio y la velocidad arrojada por Plagenhoeft (1971),citado por Asami es de 11.96 m/s para la velocidad mínima de proyección, 4,74 m/s en la velocidad máxima y 7.45 m/s en la velocidad media de proyección, en este caso los sujetos en estudio se aproximan a esta velocidad.

Comparando la velocidad de proyección de los seis sujetos en estudio, con la velocidad obtenida por Dos Anjos y Adrian (1986) en jugadores profesionales y no profesionales, donde obtuvieron una velocidad de proyección de 25,9 los profesionales y 23,4 los no profesionales, la diferencia con los seis sujetos en estudio con respecto a los profesionales es de 8,76 m/s en la velocidad de proyección mínima 1,54 en la velocidad de proyección máxima y 4,25 m/s en la velocidad media de proyección. Comparando la velocidad de proyección con los no profesionales se aprecia la diferencia de 6,26 m/s en la velocidad de proyección mínima, en la velocidad máxima de proyección los sujetos de estudio presentan una

velocidad de 0.96. Los valores de las velocidades de los sujetos en estudio se aproximan a los no profesionales del estudio de Dos Anjos y Adrian

La velocidad de proyección arrojada por los jugadores junior del estudio de Luhtanen (1998) fue de 18,4 m/s y 22,2 m/s, con relación a los sujetos en estudio la diferencia es 1,26 m/s y 5,06m/s en la velocidad de proyección mínima, 5,96 y 2,16 superando los sujetos en estudio en la velocidad máxima de proyección a los jugadores junior de Luhtanen (1998), en la velocidad media de proyección los sujetos de estudio superan a los jugadores junior por 3,24 m/s con una diferencia de 0,55 m/s sin embargo, se observa que los resultados de los sujetos en estudio tienen relación en los valores de las velocidades obtenidas con los jugadores junior.

Comparando la velocidad de proyección de los sujetos en estudio, con los resultados de la velocidad de proyección del estudio de Olson (1992) con jugadores de distintos niveles, se puede apreciar que la velocidad de proyección fue de 21,67 m/s y 26,09 m/s con una diferencia con respecto a los sujetos en estudio de 4,53 y 5,06 m/s en la velocidad mínima de proyección, en la velocidad máxima de proyección en una de las velocidades se supera por 2,69 m/s y en la otra la diferencia es de 4,44m/s. Las diferencias entre las velocidades arrojadas por los jugadores de Olson ( 1992) y los sujetos del estudio es de 4,44m/s.

Con respecto a la velocidad de proyección de los jugadores de fútbol sala, en el estudio realizado por Perdomo (1999) y los sujetos de estudio se observa que los sujetos de estudio están por de bajo en la velocidad mínima de proyección con una diferencia de 1,14 m/s, pero en la velocidad máxima de proyección los sujetos de estudio obtienen alta velocidad con una diferencia de 6,08 m/s y en la velocidad media de proyección también superan los valores en 3,37 m/s.

Por otro lado la velocidad de proyección arrojada en el estudio de Lees y Nolan(1999) en jugadores profesionales fue de 26,6 m/s y 24,3

buscando velocidad y 20,4 y 18,1 buscando precisión, comparándolo con los sujetos de estudio se observa que en la velocidad de proyección que busca velocidad la diferencia es de 9,46 y 7,16 m/s en la velocidad mínima de proyección, 2,24 y 0,06 m/s en la velocidad máxima de proyección y 4,95 y 2,65 m/s. En cuanto a la velocidad de proyección buscando precisión la diferencia es de 3,96 y 0,96 en la velocidad mínima de proyección, en la velocidad máxima de proyección se supera a los jugadores de Lees y Nolan (1999) en 3,26 m/s y 6,26 m/s y en la velocidad media de proyección se supera por 1,25 m/s y 3,55 m/s. Se puede decir que en este caso la velocidad de proyección de los sujetos de estudio se asemejan a la búsqueda de precisión en vez de velocidad.

En el estudio de Levanon y Dapena (1998) en jugadores de fútbol inter-colegial la velocidad de proyección arrojada fue de 18,3 y 21,6 m/s, comparándola con los sujetos de estudio se puede observar que la diferencia es de 1,16 m/s y 4,43 m/s en la velocidad mínima de proyección, y en la velocidad máxima de proyección los sujetos de estudio están por encima de los jugadores intercolegiales por 6,06 m/s y 2,76 m/s, en la velocidad media de proyección también se supera en 3,35 m/s y 0.05 m/s.

Se puede concluir que los sujetos de estudio están dentro de los parámetros de la velocidad de proyección arrojada por los estudios de Dos Anjos y Adrian(1986) con jugadores de fútbol no profesionales, Luhtanen(1988) con jugadores junior de fútbol, Olson (1992) con jugadores de distintos niveles, Perdomo(1999) con jugadores de fútbol sala, Lees y Nolan (1999) con jugadores profesionales y Levanon y Dapena (1998) con jugadores de fútbol intercolegial, por consiguiente las velocidades de proyección arrojadas por los sujetos en estudio se consideran bajas, con la tendencia a ser similares con categorías junior, intercolegiales no profesionales y no para ser jugadores de alto nivel.

La velocidad horizontal de ejecución del tiro libre directo en los sujetos de estudio estuvo comprendida en una mínima de estudio de 17.14 m/s y una máxima de 24.35 m/s el grupo obtuvo una media de 21.65 m/s (+/- 2.83).

La velocidad vertical del tiro libre directo en los sujetos de estudio estuvo comprendida en una mínima de estudio de 0.35 m/s y una máxima de 0.94 m/s el grupo obtuvo una media de 0.52 m/s (+/- 0.23).

La mejor velocidad de proyección (24.36 m/s), velocidad horizontal (24.35m/s) y velocidad vertical (0.59m/s) son obtenidas por uno de los jugadores, de los seis del estudio.

**Cuadro N° 5 Resultados de las características espacio-temporales**

| Sujetos  | Vox   | Voy  | Vor   |
|----------|-------|------|-------|
| 1        | 21.63 | 0.59 | 21.64 |
| 2        | 24.35 | 0.59 | 24.36 |
| 3        | 19.50 | 0.94 | 19.52 |
| 4        | 23.41 | 0.35 | 23.41 |
| 5        | 17.14 | 0.35 | 17.14 |
| 6        | 23.88 | 0.35 | 23.88 |
| Mínimo   | 17.14 | 0.35 | 17.14 |
| Máximo   | 24.35 | 0.94 | 24.36 |
| Media    | 21.65 | 0.52 | 21.65 |
| Des.típ. | 2.83  | 0.23 | 2.83  |

#### 4.3 Características estáticas

En el cuadro N° 6 se puede apreciar que el ángulo de la extremidad inferior de apoyo rodilla (Ap) de los seis sujetos en estudio, realizando el tiro libre directo con el empeine total del pie, arroja un mínimo de 122.19° y un

máximo de  $136.57^\circ$ , el grupo obtuvo una media de  $129.31^\circ$  ( $\pm 11.57$ ). Los valores se encuentran por debajo con respecto a los reportados por la bibliografía donde Perdomo (1999) en su estudio con jugadores de fútbol sala obtiene una media de  $147^\circ$ , los ángulos de los seis sujetos en estudio son bajos lo que incide en la ejecución del tiro.

El ángulo de la extremidad inferior que ejecuta el tiro (rodilla t) de los seis sujetos de estudio, estuvo comprendida en un mínimo de  $83.51^\circ$  y un máximo de  $175.91^\circ$  el grupo obtuvo una media de  $119.28^\circ$  ( $\pm 31.23$ ).

Realizando la comparación con los valores reportados por la bibliografía donde Sato (1999) en su estudio de curvas del pie al golpear el balón con tres formas diferentes entre las que se encuentran, con el empeine interior, de empeine exterior y empeine total con 3 jugadores el ángulo medio de la rodilla era de  $120^\circ$  en el golpe interior,  $121,7^\circ$  en el golpe exterior y de  $127.7^\circ$  en el golpe del empeine total, por otra parte Perdomo (1999) en su estudio con jugadores de fútbol sala obtuvo un promedio  $141.83^\circ$ . Se puede observar que los valores de los sujetos en estudio, el que mas se acerca al estudio realizado por Sato y otros(1999) es el tiro al balón ejecutado con el interior del pie, con respecto a la media de los seis sujetos en estudio, en los resultados de la mínima están por debajo y en la máxima superan en  $48,21^\circ$ . En relación a los resultados arrojados en el estudio de Perdomo (1999), en los ángulos de la rodilla de t se observa una diferencia de  $58,32^\circ$  en el mínimo, en el máximo de  $34,08^\circ$  siendo mas alto el de los sujetos en estudio, y el de la media la diferencia es de  $22,55^\circ$ .

El ángulo del tobillo que ejecuta el tiro libre directo de los jugadores de estudio, estuvo comprendida en un mínimo de  $101.49^\circ$  y un máximo de  $162.89^\circ$  y el grupo obtuvo una media de  $123.64^\circ$  ( $\pm 25.43$ ).

El ángulo de proyección del tiro libre directo de los jugadores de estudio, estuvo comprendida en un mínimo de  $40.02^\circ$  y un máximo de  $70.00^\circ$  y el grupo obtuvo una media de  $51.94^\circ$  ( $\pm 23.70$ ). Los valores se

encuentran entre los reportados por la bibliografía donde Basumatary (1999) en 20 sujetos evaluaron los efectos de diferentes ángulos de aproximación al balón, la distancia lograda, la precisión en el lanzamiento, siendo el mas efectivo el de 45°, por otra parte Isokaba y Lees(1988) en su estudio de relación entre la información cinemática y la velocidad del balón, con diferentes ángulos de aproximación en los pasos previos al tiro y la relación la información cinética y la velocidad del balón en diferentes ángulos de aproximación en los pasos previos al golpe, en 6 sujetos, concluyendo que los ángulos entre 30° y 60° eran los mas adecuados para producir alta velocidad .

De los sujetos de estudio, cinco están dentro del parámetro de estudios anteriores.

**Cuadro N° 6 Resultados de las características estáticas**

| <b>Sujetos</b>   | <b>Angulo rodilla Ap</b> | <b>Angulo rodilla t</b> | <b>Angulo tobillo t</b> | <b>Angulo proyección del tiro</b> |
|------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1                | 130.45°                  | 111.07°                 | 146.91°                 | 57.38°                            |
| 2                | 136.50°                  | 128.10°                 | 109.58°                 | 54.22°                            |
| 3                | 134.50°                  | 105.72°                 | 118.21°                 | 70.00°                            |
| 4                | 126.90°                  | 83.51°                  | 162.89°                 | 40.58°                            |
| 5                | 125.23°                  | 111.37°                 | 101.49°                 | 49.47°                            |
| 6                | 122.19°                  | 175.91°                 | 102.77°                 | 40.02°                            |
| <b>Mínimo</b>    | <b>122.19°</b>           | <b>83.51°</b>           | <b>101.49°</b>          | <b>40.02°</b>                     |
| <b>Máximo</b>    | <b>136.57°</b>           | <b>175.91°</b>          | <b>162.89°</b>          | <b>70.00°</b>                     |
| <b>Media</b>     | <b>129.31°</b>           | <b>119.28°</b>          | <b>123.64°</b>          | <b>51.94°</b>                     |
| <b>Desv.tip.</b> | <b>5.54</b>              | <b>31.23</b>            | <b>25.43</b>            | <b>11.29°</b>                     |

#### 4.4 Análisis de correlación

Para determinar la relación lineal entre las variables temporales, espacio-temporales y estáticas del tiro libre directo en jugadores de fútbol profesional del equipo estudiantes de Mérida, se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson, medidas en escala de intervalo o de razón de -1 y 1, utilizando el programa estadístico computarizado SPSS.

Teniendo en cuenta el signo de correlaciones estadísticamente significativas, las cuales se presentan en el cuadro N° 7, se puede concluir que:

Existe una correlación estadísticamente significativa ( $r= 0.76$ ) a un nivel de probabilidad de 0.01 entre la variable ángulo de apoyo de la rodilla y el ángulo de proyección. La relación que presenta estas variables es directamente proporcional: a mayor ángulo de apoyo de la rodilla mayor será el ángulo de proyección y viceversa.

Entre el ángulo de apoyo de la rodilla y la velocidad vertical presenta una correlación significativa ( $r= 0.78$ ) con un nivel de probabilidad de 0.01. La relación que presenta estas variables es directamente proporcional por lo que se explica a mayor ángulo de apoyo de la rodilla mayor será la velocidad vertical y viceversa.

Por otro lado existe correlación significativa negativa a nivel 0.01 entre el ángulo de tiro del tobillo y el tiempo de ( $r= -0.81$  ). La relación es inversamente proporcional a mayor ángulo de tiro del tobillo, menor será el tiempo y viceversa a mayor tiempo menor será el ángulo de tiro del tobillo.

La correlación de el ángulo de proyección y la velocidad vertical de proyección es de ( $r=0,94$ ) a un nivel 0.01. La relación es proporcional a mayor ángulo de proyección mayor será la velocidad vertical de proyección y viceversa.

Se encuentra una correlación significativa entre la velocidad horizontal y la velocidad resultante de 1.00 con un nivel de probabilidad de 0.01 es una relación lineal perfecta a mayor velocidad horizontal mayor será la velocidad resultante.

Se puede concluir que el ángulo de apoyo de la rodilla interviene en la ejecución del tiro libre directo, teniendo repercusión en el ángulo de proyección y en la velocidad vertical de proyección. El tiempo juega un papel importante, ya que a menor tiempo el ángulo del tobillo disminuye y por consecuencia hay mayor velocidad.

Las demás variables no presentaron una correlación significativa, pero es de tomar en cuenta que el coeficiente de correlación mide la potencia de las relaciones lineales por lo cual un valor bajo no significa que dos variables no estén relacionadas

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**Cuadro N° 7 Resultados de la correlación de Pearson**

| Correlación De Pearson | Ang ApyR | Ang P   | Ang t R | Ang t l | T       | Vr      | Vx      | Vy      |
|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ang Apy R              | 1.000    | 0.761** | -0.347  | 0.059   | -2.59   | 0.088   | 0.085   | 0.784** |
| Ang P                  | 0.761**  | 1.000   | -0.294  | -0.0102 | -0.392  | -0.423  | -0.425  | .948**  |
| Ang t R                | -0.347   | -0.294  | 1.000   | -.668** | 0.673** | 0.343   | 0.343   | -0.215  |
| Ang t l                | 0.059    | -0.102  | -.668** | 1.000   | -.819** | 0.265   | 0.265   | -0.034  |
| T                      | -0.259   | -0.392  | 0.673** | -.819** | 1.000   | 0.052   | 0.053   | -0.461  |
| Vr                     | 0.088    | -0.0423 | 0.343   | 0.265   | 0.052   | 1.000   | 1.000** | -0.186  |
| Vx                     | 0.085    | -0.0425 | 0.343   | 0.265   | 0.053   | 1.000** | 1.000   | -0.189  |
| Vy                     | 0.784    | 0.948** | -.0.215 | -0.034  | -0.461  | -0.186  | -0.189  | 1.000   |

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 bilateral

#### 4.5 Análisis de regresión lineal múltiple

El grado de regresión lineal múltiple entre la variable dependiente velocidad resultante y las variables independientes ángulo de apoyo de la rodilla, ángulos de tiro de la rodilla y el tobillo, las velocidades horizontal y vertical. La proporción de variabilidad explicada mediante el coeficiente R elevado al cuadrado o coeficiente de determinación múltiple, permite determinar el aporte de variabilidad, el resultado arrojó un valor de 1.000 (cuadro N°8) lo que establece una relación perfecta entre la variable dependiente y las variables independientes.

La máxima asociación lineal en la correlación de Pearson se encontró entre la velocidad horizontal y la velocidad resultante ( $r = 1.00$ ), es por esta

razón se toma la velocidad resultante como la variable dependiente con respecto a las variables independientes ángulo de apoyo de la rodilla, ángulos de tiro de la rodilla y el tobillo, velocidades horizontal y vertical. Donde fueron excluidos el tiempo y el ángulo de proyección.

**Cuadro N° 8 Resumen del modelo**

| Modelo | R     | R Cuadrado | R Cuadrado Corregida | Error tip. De La estimacion |
|--------|-------|------------|----------------------|-----------------------------|
| 1      | 1.000 | 1.000      | 1.000                | 3.344E-08                   |

La ecuación de regresión obtenida (segundo bloque del cuadro N° 9 de coeficientes) es:

$$V_r = B_1 \text{ Ang apy } R + B_2 \text{ Angtr} + B_3 \text{ Angtt} + B_4 V_x + B_5 V_y + B_0$$

$$V_r = 0.004 + 0.0007 + 0.007 + 0.99 + 0.02 + (-0.07) = 0.94$$

El resultado de la ecuación de la recta fue de 0.94, lo que indica que la regresión lineal múltiple es altamente significativo.

Se puede concluir que para obtener mayor velocidad de proyección hay que tomar en cuenta el ángulo de apoyo de la rodilla, los ángulos de tiro tanto de la rodilla como del tobillo de igual forma la velocidades horizontal y vertical.

Por otro lado, cuando se aplica la ecuación de regresión y se sustituye cualquiera de los predictores, se puede determinar cual será la velocidad resultante de proyección. Con la predicción se puede mejorar una variable en base a datos apropiados.

Cuadro N° 9

Coeficientes<sup>a</sup>

| Modelo |                         | Coeficientes no estandarizados |            | Coeficientes estandarizados | t        | Sig. |
|--------|-------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------------|----------|------|
|        |                         | B                              | Error típ. | Beta                        |          |      |
| 1      | (Constante)             | -7.6E-02                       | .000       |                             | -143073  | .000 |
|        | angulo de apoyo rodilla | 4.74E-04                       | .000       | .001                        | 117622.9 | .000 |
|        | angulo de tiro rodilla  | 7.51E-05                       | .000       | .001                        | 90512.67 | .000 |
|        | angulo de tiro tobillo  | 7.41E-05                       | .000       | .001                        | 85847.02 | .000 |
|        | velocidad horizontal    | .999                           | .000       | 1.000                       | 1.4E+08  | .000 |
|        | velocidad vertical      | 2.71E-02                       | .000       | .002                        | 366600.4 | .000 |

a. Variable dependiente: velocidad resultante

#### 4.6 Comprobación de Hipótesis:

HI: Las características temporales, espacio temporales, estáticas y de la extremidad inferior, si intervienen en la velocidad resultante de proyección del tiro libre directo en los sujetos de estudio.

Ho: Las características temporales, espacio temporales, estáticas y de la extremidad inferior, no intervienen en la velocidad resultante de proyección del tiro libre directo en los sujetos de estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la Hipótesis nula ya que las características temporales y espacio temporales y estáticas si intervienen en la velocidad resultante de proyección del tiro libre directo, pues a menor tiempo mayor será la velocidad de proyección.

En cuanto a los ángulos de posición de las extremidades de apoyo y las que efectúan el tiro libre directo también influyen, puesto que a menor ángulo de apoyo mayor es la efectividad, igualmente en los ángulos de tiro

tanto de la rodilla como del tobillo. Referente al ángulo de proyección a menor ángulo mayor será la efectividad.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los resultados se logró determinar las características que influyen en el cobro del tiro libre directo, realizado por jugadores de fútbol profesional del equipo estudiantes de Mérida.

1. La característica temporal es de gran importancia en la ejecución del tiro libre directo, ya que determina que tan rápida es la velocidad, se puede observar en la correlaciones del tiempo, con las distintas características espacio-temporales y estáticas. En este sentido la correlación entre el ángulo de tiro del tobillo y el tiempo de ( $r = -0.81$ ), la relación es inversamente proporcional a mayor ángulo de tiro del tobillo, mayor será el tiempo y viceversa a mayor tiempo mayor será el ángulo de tiro del tobillo. La correlación entre el tiempo y el ángulo de apoyo de la rodilla de ( $r = -0.25$ ), es inversamente proporcional a mayor tiempo menor ángulo de apoyo de la rodilla y viceversa a mayor ángulo de posición de la rodilla menor será el tiempo. La correlación entre el tiempo y el ángulo de proyección del tiro de ( $r = -0.39$ ), es inversamente proporcional a mayor tiempo menor ángulo de proyección del tiro y viceversa a mayor ángulo de proyección del tiro menor será el tiempo. La correlación entre el tiempo y el ángulo de tiro de la rodilla de ( $r = 0.67$ ), la relación es proporcional a mayor tiempo mayor ángulo de tiro de la rodilla. La correlación entre el tiempo y el ángulo de tiro del tobillo de

( $r= 1.00$ ), es proporcional a mayor tiempo mayor ángulo de tiro del tobillo. La correlación entre el tiempo y el ángulo de tiro de la rodilla de ( $r=0.67$ ), es proporcional a mayor tiempo mayor ángulo de tiro de la rodilla. La correlación entre el tiempo y el ángulo de tiro del tobillo de ( $r= 1.00$ ), es proporcional a mayor tiempo mayor ángulo de tiro del tobillo. La correlación entre el tiempo y la velocidad resultante de ( $r=0.05$ ), es proporcional a mayor tiempo mayor velocidad resultante. La correlación entre el tiempo y la velocidad horizontal de ( $r=0.05$ ), es proporcional a mayor tiempo mayor velocidad horizontal. La correlación entre el tiempo y la velocidad vertical de ( $r=-0.46$ ), inversamente proporcional a mayor tiempo menor velocidad vertical y viceversa a mayor velocidad vertical menor será el tiempo.

2. Las características espacio-temporales de los sujetos en estudio están dentro de los parámetros de la velocidad de proyección arrojada por los estudios de Dos Anjos y Adrian(1986) con jugadores de fútbol no profesionales, Luhtanen(1988) con jugadores junior de futbol, Olson (1992) con jugadores de distintos niveles, Perdomo(1999) con jugadores de fútbol sala, Lees y Nolan (1999) con jugadores profesionales y Levanon y Dapena (1998) con jugadores de fútbol intercolegial , por consiguiente, la velocidades de proyección arrojadas por los sujetos de estudio son bajas para ser jugadores de alto nivel.

3. La velocidad resultante de proyección depende de las características estáticas, tanto la inclinación de la extremidad inferior de apoyo (rodilla), como los ángulos de la rodilla y el tobillo que ejecutan el tiro (rodilla y tobillo).

4. Según la bibliografía para obtener mayor efectividad el ángulo de proyección para el contacto con el balón de fútbol debe estar en los  $30^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ . En este estudio biomecánico realizado a los 6 jugadores de fútbol profesional, el ángulo de proyección obtuvo una media de  $51.94^{\circ}$  lo cual es confiable, por lo que se encuentra entre los parámetros de la bibliografía.

5. La media del ángulo de la rodilla de apoyo de los seis sujetos de estudio fue de  $129,31^{\circ}$ , y el ángulo ideal de apoyo es de  $136,50^{\circ}$ .
6. La media del ángulo de la extremidad inferior que realiza el tiro (rodilla t) de los sujetos de estudio fue de  $119.28^{\circ}$  y se aproxima a los valores arrojados por la bibliografía.
7. El estudio realizado puede dar pautas de orientación a otras investigaciones sobre, la técnica de ejecución del tiro libre directo en fútbol profesional

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## RECOMENDACIONES

- Se debe mejorar el ángulo de posición de la rodilla, para obtener mejor ángulo de tiro tanto de la rodilla, como en el tobillo para obtener mayor velocidad resultante de proyección.
- Hacer llegar a los entrenadores de fútbol los resultados de este estudio, para que tengan una orientación acerca de la importancia de utilizar la biomecánica como ciencia aplicada al deporte, para la planificación del aprendizaje de la técnica deportiva y mejorar la ejecución del tiro libre directo.
- El jugador de fútbol debe tener una orientación de las fallas técnicas y tácticas por parte del entrenador, ya que de esto depende el rendimiento en el equipo.
- El jugador de fútbol debe saber que el estilo personal debe contener las estructuras simples y complejas de una técnica ideal. Mientras mayor sea el conocimiento del jugador mejor será el aprendizaje de los movimientos motores.

## BIBLIOGRAFIA

- ♦ Durey A. ( 1980). **Medicina del Fútbol**. España: Masson,
- ♦ Ferran A , Magdalena. (2001). **SPSS para Windos Análisis Estadístico**: España.
- ♦ Gama B, Teófilo. ( 1980). **Como se hace un jugador de Fútbol**. España: Sientes S.A.
- ♦ Gayoso, Felipe. (1991). **El niño y la actividad física y deportiva: Enseñanza del fútbol**: España: Deportiva
- ♦ Hernández A y Velasco G. (1997). **ABIOMO 1.0 Análisis Biomecánico del Movimiento Humano, Software**, Laboratorio de Biomecánica. Dpto. de Educación Física. ULA . Mérida.
- ♦ Hernández A. (2003). **ABIOMO 2.0 Análisis Biomecánico del Movimiento Humano, Software**. Laboratorio de Biomecánica, Dpto. de Educación Física. ULA . Mérida.
- ♦ Inglis, Simón. (1982). **Los deportes, Fútbol, Habilidades, Trucos y Tácticas**. España.
- ♦ Levanon, J. y Dapena, J. (1998). **Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer**. *Sports Exercise*, 30, 917-927

- ♦ PERDOMO B, Miguel A. (1999). **Variación de las características biomecánicas del remate en el fútbol de salón, por la aplicación de un programa de fuerza isotónica. Trabajo de especialidad publicado, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.**
- ♦ PLANELLS, José Maria. (1982). **Gran Enciclopedia de los Deportes.** España: ( Tomo 5)
- ♦ Scaglioni Solano, Pietro. (2003). **Algunos aspectos biomecánicos en futbol. Maestria en Ciencias del Movimiento. Universidad de Costa Rica** Disponible: E-mail: pscaglio@cariari.ucr.ac.cr [Consulta: 2003, febrero 10]
- ♦ Zabala D. Miguel y Lozano M. (2002) **Perspectiva biomecánica del golpeo en fútbol: una revisión a modo de recorrido histórico.** [Revista digital ]Buenos Aires- año 8 N° 45 febrero 2002. Disponible: <http://www.efedeportes.com/> [Consulta: 2002, noviembre 9 ]

*CURRICULUM VITAE*

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*Lic. Beatriz Carolina Guillen*

*CURRICULUM VITAE*

C.C. Reconocimiento

## **DATOS PERSONALES:**

|                      |                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| Nombres:             | Beatriz Carolina                                              |
| Apellidos:           | Guillen                                                       |
| Fecha de Nacimiento: | 02 - 06 - 72                                                  |
| Edad:                | 32 años                                                       |
| Cédula de Identidad: | V - 11.464.486                                                |
| Dirección:           | El Rincón La Otra Banda frente Edf.<br>Los Naranjos N° 1 - 37 |
| Teléfono:            | 04143745290<br>0274-4149171                                   |

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **1. ESTUDIOS REALIZADOS:**

|                |                                                                                                                                                                            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I y II Etapa:  | Unidad Educativa "El Rincón " 1985                                                                                                                                         |
| III Etapa:     | Escuela Básica Dr. Armando<br>González Puccini 1988.                                                                                                                       |
| Diversificado: | Liceo Fray Juan Ramos de Lora<br>1990.                                                                                                                                     |
| Universitario: | Universidad de Los Andes. Facultad<br>De Humanidades y Educación.<br>Licenciatura en Educación Mención<br>Básica Integral. Sub - especialidad<br>Lectura y Escritura. 1998 |

**C.C. Reconocimiento**

## **CURSOS REALIZADOS:**

- |                                                                                   |                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ♦ Festidiversión                                                                  | Actividad de Recreación<br>Período: 07/02/88<br>Duración: 8 horas<br>Otorgado por: Ministerio de la Familia.<br>Dirección General Sectorial de atención al joven. |
| ♦ Taller de Voluntariado                                                          | Período: 19 /03/88<br>Duración: 8 horas<br>Otorgado por: Ministerio de la Familia y sus programas.                                                                |
| ♦ XIX Curso Básico de Rescate del Grupo de Rescate "Domingo Peña"                 | Período: Sept. 16/09/91 - 18/09/91<br>Duración: 1 año<br>Otorgado por: grupo de Rescate "Domingo Peña"                                                            |
| ♦ Taller Básico Educación Ambiental Del Manejo de Desechos                        | Período: 20/03/92<br>Otorgados por: Concejo Municipal "Santos Marquina".                                                                                          |
| ♦ Curso de Actividades Metodológicas De los Ejercicios Físicos de la Tercera Edad | Período: 03 - 10 de Marzo 1993<br>Duración: 12 horas<br>Otorgado por: Gobernación del                                                                             |

Estado Mérida. Comisionaduría de Deportes.

- ♦ Taller Juegos Instructivos: Periodo: 29/01/94  
Duración: 8 horas  
Otorgado por: Fe y Alegría
- ♦ Taller de Teoría y Ejecución del Cuatro Periodo: 03/06/1995  
Otorgado: ULA. Dirección de Asuntos Estudiantiles.
- ♦ Curso de Tecnología, Ciencia Y Fantasía Periodo: 05/04 al 23/06/1995  
Duración: 35 horas  
Otorgado por: Parque Tecnológico
- ♦ Taller Uso Efectivo del Helicóptero MD-500 en OPS-SAR Periodo: 17 al 19/04/1996  
Otorgado: E.SAR C.A Especialistas en búsqueda y Rescate. Barinas.
- ♦ I Encuentro de Círculos de Lectores Nuevos Periodo: 01 y 02/02/1997  
Otorgado por: Fundalectores Fundación de Lectores Nuevos.
- ♦ Curso Nacional Los Viejos y Nuevos Paradigmas en la Cultura de la Infancia Periodo: 28 de Noviembre al 02 de Diciembre 1998.  
Duración: 40 horas

Otorgado por: Centros Comunitarios  
de Aprendizaje CECODAP.  
Caracas.

- ◆ 2<sup>do</sup> Encuentro de los Círculos de  
Lectores Nuevos (Ponente)

Periodo: 29/31/04 1998  
Duración: 25 horas  
Otorgado por: CILEN

- ◆ Actividades Dirigidas:

Período: Caracas 17/01 - 15/08/98  
Otorgado por: Campamentos  
Guariquito.

- ◆ I Jornadas de Medicina Deportiva

Periodo: 22-23/01/99  
Duración: 10 horas  
Otorgado por: Colegios de Médicos  
Mérida. Club de Atletismo.

- ◆ Curso Interactivo sobre Desarrollo  
Psicoevolutivo

Período: 30/06/99  
Duración: 6 horas  
Otorgado por: Sociedad Venezolana  
De Psiquiatría.

- ◆ Taller de Redacción, Gramática y  
Ortografía Nivel I

Periodo: 11/05/02 - 01/07/02  
Duración: 20 horas  
Institución: Universidad de los  
Andes. Facultad de Humanidades y  
Educación.

- |                                                            |                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ♦ I Encuentro de Educadores de Calle<br>Italia - Venezuela | Periodo: 15/10/02 - 19/10/02<br>Duración: 24 horas<br>Institución: Servicio Voluntario<br>Internacional.                                                                              |
| ♦ Seminario Pobreza en Venezuela<br>(Organizador           | Periodo: 24/04/02<br>Duración: 8 horas<br>Institución: Universidad de Los<br>Andes. Consejo de Desarrollo<br>Científico Humanístico y<br>Tecnológico (CDCHT). Fundación<br>Don Bosco. |
- 
- |                                                         |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| • Jornadas de reflexión exclusión, violencia,<br>Drogas | Periodo: 4 y 5/12/2003<br>Duración: 16 horas<br>Institución: Fundación Don Bosco |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|

#### **RECONOCIMIENTOS:**

- ✓ Por la valiosa colaboración prestada en el deporte de I grupo Tercera Edad.  
Otorgado: Participantes del Proyecto.
  
- ✓ Por la valiosa colaboración en beneficio de la Organización del Grupo de  
Rescate Domingo Peña.

Otorgado: Coordinación General Grupo de Rescate Domingo Peña.

- ✓ En agradecimiento por su labor como Coordinadora del Centro de Capacitación Nocturno Fundación Don Bosco.

Otorgado: Coordinación General Equipo Directivo Fundación Don Bosco.

#### **EXPERIENCIA LABORAL:**

- ❖ Suplencia en la U.E. San Rafael de Tabay Periodo: Del 20/03/92 al 21/04/92 de
- ❖ Instructora de Deporte de la Tercera Edad. Periodo: 1993/1994
- ❖ Instructor de deporte Fundación Don Bosco. Periodo: Noviembre 1992
- ❖ Asistente F.D.B. Periodo: 1993/1998
- ❖ Miembro Equipo Coordinador F.D.B. Periodo: 1998/2003