



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN**  
**ESCUELA DE EDUCACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA**

[www.bdigitalula.ve](http://www.bdigitalula.ve)

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO Y ESTRUCTURAL DEL**  
**CABECEO CON SALTO,**  
**EN JUGADORES DE FÚTBOL PROFESIONAL**

**Autores: Mora D. Omar A.**

**Rodríguez P. José L.**

**Tutor: Msc. Antonio Hernández**

Mérida, Julio 2005

VENEZUELA



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN**  
**ESCUELA DE EDUCACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO Y ESTRUCTURAL DEL**  
**CABECEO CON SALTO,**  
**EN JUGADORES DE FÚTBOL PROFESIONAL**

**MEMORIA DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN**  
**EDUCACIÓN, MENCIÓN EDUCACIÓN FÍSICA**

**Autores: Mora D. Omar A.**

**Rodríguez P. José L.**

**Tutor: Msc. Antonio Hernández**

Mérida, Julio 2005

VENEZUELA

## DEDICATORIA

En el ir y venir de nuestra vida caemos, sufrimos, padecemos y hasta lloramos y cuando nos conseguimos en estos momentos difíciles siempre están esas personas que nos dan su mano para ayudarnos, es por eso que este logro lo dedico con todo mi corazón a:

A mi Dios todo poderoso, por permitir mi desarrollo y evolución como futuro docente.

A mi mamá Maria, gracias por la confianza y fe puesta en mi. Te mereces esto y muchas cosas más. Gracias mami te amo.

A mi papá Omar, donde estés, siéntete orgulloso porque en el desarrollo de mis actos y desenvolvimiento durante mi formación académica tú has sido pieza fundamental.

Te los debo y aún te amo.

A mi hijo Uriel, esto es parte de los dos, porque eres mi más grande motivo de superación en mi carrera.

A mi hermana Xiomara, mi cuñado Luis "Purro" y a ti mi linda sobrina M<sup>a</sup> Daniela, todos mis logros también son de ustedes, se lo merecen, los amo.

A ti Yerardine gracias por darme tú paciencia pronto te daré nuestro mayor logro.

A mis compañeros de carrera, José Luis, Sergio, Daniel, Oswaldo y Carlos por compartir su amistad y ayuda en momentos difíciles.

A todas aquellas personas que aunque no estén presentes aquí lo están siempre en mi corazón.

*Omar A. Mora D.*

**DEDICATORIA**

En el trajinar del tiempo el ser humano se encuentra obstáculos que son difíciles de superar, pero no imposibles, muchos me quisieron cerrar las puertas del triunfo pero me quedaron fuerzas para superar el fracaso es por eso que dedico este éxito:

A mi Dios todo poderoso, por su guía y cuidado durante el transcurso de mi vida y desarrollo como docente.

A mi madre Aura Marina, por brindarme la oportunidad de alcanzar este objetivo, a través de su amor, comprensión, Paciencia, sacrificio, entrega; con el firme propósito de obtener mis metas.

A mi padre Alberto José, por su ayuda en los momentos más apremiantes de mi vida.

A mis hermanos Graciela, Alberto, María Elena, Leonardo, Francisco y Oswaldo para que este logro los impulse a alcanzar sus metas.

A ti mi reina Ramona, por estar siempre a mi lado y ser motivo de inspiración y ejemplo para alcanzar mis más preciadas metas.

A toda mi familia, en especial a mi tía Rita y todas aquellas personas que aportaron su granito de arena para el logro de esta meta.

A mis compañeros de carrera, Alexander, Sergio, Daniel, Oswaldo, Oscar y Carlos por compartir su amistad y ayuda en momentos difíciles.

A la familia Rodríguez Peña son parte de este triunfo y de todos los venideros, gracias.

*José Luis Rodríguez Peña.*

## ***AGRADECIMIENTOS***

A la ilustre UNIVERSIDAD DE LOS ANDES por habernos recibido y formarnos en su alma mater.

**A Msc. Antonio J. Hernández, quien fue nuestro tutor durante esta investigación, por su paciencia, amistad y colaboración, Muchísimas Gracias.**

**A la Lic. Rosa Rodríguez y al Lic. Antonio Miranda por su colaboración, amistad y orientación.**

**Al personal técnico y jugadores del equipo de Estudiantes de Mérida, principalmente a los que participaron para la realización de este estudio.**

**A todos los profesores del departamento de Educación Física en especial al Lic. Dacio Molina por su amistad y colaboración.**

**A Rita, Secretaria del departamento de Educación Física, por su amistad, confianza y simpatía.**

**A todas aquellas personas que de alguna u otra forma colaboraron en nuestro proceso académico.**

*A todos muchísimas gracias.*

	Pág.
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv

## ÍNDICE

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

### **CAPITULO I. Planteamiento del Problema**

1.1 Definición del Problema.....	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3 Delimitación.....	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Terminología.....	5
1.6 Definición de las variables.....	8

### **CAPITULO II. Marco Teórico**

2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Bases Teóricas.....	15

2.2.1 Técnica del cabeceo.....	18
2.2.2 Tipos de cabeceo.....	20
2.2.2.1 Cabeceo frontal saltando con los pies juntos.....	20
2.2.2.2 Cabeceo frontal saltando con un pie.....	21
2.2.2.3 Cabeceo lateral.....	23
2.2.3- Fases del cabeceo.....	24
2.2.3.1 Fase 1: Aproximación al punto de despegue.....	24
2.2.3.2 Fase 2: Despegue.....	25
2.2.3.3 Fase 3: Cabeceo del balón.....	25
2.2.3.4 Fase 4: Caída.....	26
2.2.4 Variables mecánicas del cabeceo.....	27
2.2.4.1 Características Cinéticas .....	27
2.2.4.2 Características Espaciales .....	28
2.2.4.3 Características Espacio temporales.....	28
2.2.4.4 Posiciones angulares.....	30
2.2.4.5 Características estructurales.....	30

### **CAPITULO III. Metodología**

3.1 Tipo de Investigación.....	34
3.2 Población y Muestra.....	34
3.3 Tipo de muestreo.....	35
3.4 Diseño de la investigación.....	35
3.5 Sistemas de variables.....	35
3.6 Sistemas de hipótesis.....	35
3.7 Recursos.....	37
3.8 Procedimiento.....	37
3.8.1- Etapa pre-fílmica.....	38

3.8.2- Etapa fílmica.....	38
3.8.3- Etapa post-fílmica.....	38
3.8.3.1- Organización de los datos.....	39
3.8.3.2- Procesamiento de datos.....	39
3.9 Análisis de los Datos.....	44

#### **CAPITULO IV. Análisis de los Resultados**

4.1 Características Cinéticas.....	45
4.2 Características Cinemáticas.....	47
4.3 Posiciones Angulares del balón.....	57
4.4 Características Estructurales.....	59
4.5 Correlación de Pearson.....	62

#### **CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones**

Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	71

REFERENCIAS.....	73
------------------	----

<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
--------------------	-----------

www.bdigital.ula.ve

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
<b>No.</b>		
1	Fuerza de impacto ( $F_i$ ) en la fase del cabeceo.....	27
2	Velocidad de recepción ( $V_{recep}$ ) en la fase del cabeceo.....	29
3	Puntos anatómicos para la estimación de las variables.....	40
4	Segmentos corporales.....	41
5	Fuerza de impacto $F_i$ (al momento de la recepción del cabeceo frontal a los 25m y 10m).....	46
6	Fuerza de impacto $F_i$ (al momento de la recepción del cabeceo lateral a los 10m).....	47
7	Distancia horizontal $x_x$ (lograda desde que ejecuta el cabeceo frontal a los 25m y 10m hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo).....	49
8	Distancia horizontal $x_x$ (lograda desde que ejecuta el cabeceo lateral a los 10m hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo).....	50
9	Velocidad de recepción, velocidad de proyección del centro de gravedad del balón a las diferentes distancias y tipos de cabeceo.....	52
10	Velocidad de proyección horizontal y vertical del centro de gravedad del balón a las diferentes distancias y tipos de cabeceo.....	54
11	Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón.....	56
12	Angulo de proyección del balón luego del cabeceo frontal y lateral a los 25m y 10m.....	58
13	Análisis del movimiento: columna cervical, lumbar y torácica del cabeceo frontal a los 25m y 10m Josimar García.....	60

14	Análisis del movimiento: columna cervical, lumbar y torácica cabeceo lateral a los 10mts Fabio Rodighero.....	61
15	Correlación de Pearson en el cabeceo a los 25m.....	65
16	Correlación de Pearson en el cabeceo a los 10m.....	66
17	Correlación de Pearson en el cabeceo lateral.....	67

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

## LISTA DE GRAFICOS

<b>Grafico</b>		<b>Pág.</b>
<b>No.</b>		
1	Velocidad de Recepción del Balón.....	8
2	Velocidad de Proyección del Balón.....	8
3	Velocidad horizontal de Proyección del Balón.....	9
4	Velocidad vertical de Proyección del Balón.....	9
5	Angulo de Proyección del Balón.....	10
6	Fuerza de Impacto del Balón.....	10
7	Distancia horizontal (Dx) que recorre el Balón luego del impacto.....	11
8	Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del contacto con el balón.....	11
9	El juego de cabeza.....	18
10	Técnica del cabeceo.....	19
11	Cabeceo frontal saltando con los pies juntos.....	21
12	Cabeceo frontal saltando con un pie.....	22
13	Cabeceo lateral.....	23
14	Fase 1, Aproximación al punto de despegue.....	24
15	Fase 2, despegue.....	25
16	Fase 3, Cabeceo del balón.....	26
17	Fase 4, Caída.....	26
18	Músculos de la columna vertebral.....	31
19	Músculos de la columna cervical región posterior.....	32
20	Músculos del abdomen.....	33
21	Modelo anatómico para la estimación de los puntos anatómicos.....	42
22	Modelo anatómico para la estimación de los segmentos corporales.....	43

Ejercicios para mejorar el fundamento técnico del cabeceo en el fútbol frontal y lateral.

23	Ejercicio 1 y 2.....	78
24	Ejercicio 3.....	79
25	Ejercicio 4.....	80
26	Ejercicio 5.....	80
27	Ejercicio 6.....	81
28	Ejercicio 7.....	81
29	Ejercicio 8.....	82
30	Ejercicio 9.....	83
31	Ejercicio 10.....	84

Ejercicios para fortalecer los músculos de la columna cervical, dorso lumbar y abdominal

Columna cervical

32	Ejercicio 1.....	85
33	Ejercicio 2.....	85
34	Ejercicio 3.....	86

Columna dorso lumbar

35	Ejercicio 2.....	87
36	Ejercicio 3.....	88
37	Ejercicio 4.....	89
38	Ejercicio 5.....	90

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN**  
**ESCUELA DE EDUCACIÓN**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA**

ANÁLISIS BIOMECÁNICO Y ESTRUCTURAL DEL CABECEO CON SALTO,  
EN JUGADORES DE FÚTBOL PROFESIONAL

**Autores: Mora D. Omar A.**

**Rodríguez P. José L.**

Tutor: Msc. Antonio Hernández

Año: 2005

**RESUMEN**

El propósito de esta investigación fue determinar variables mecánicas que influyen en la fuerza de impacto del cabeceo con salto, específicamente en el cabeceo frontal y lateral de seis jugadores de fútbol profesional del equipo de Estudiantes de Mérida. Dicho estudio se realizó durante el año 2005 y se estructuró sobre una investigación de carácter descriptivo y comparativo correlacional de tipo transversal. Para este estudio se empleó el método de la videografía bidimensional, el cual consistió en la filmación del fundamento del cabeceo en el fútbol. La recolección de los datos se hizo mediante tomas filmicas utilizando para ello 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 correlacional y un estudio comparativo de las variables mecánicas, donde se determinó que la velocidad de recepción es el factor mecánico determinante en la fuerza de impacto y con los valores

obtenidos se llegó a la conclusión de que no puede existir micro traumatismos cerebrales en el fundamento del cabeceo en el fútbol, sin embargo otra de las variables que se estudió fue la distancia horizontal donde se determinó la influencia que sobre ésta tienen las variables mecánicas: velocidad de proyección, velocidad horizontal de proyección, velocidad vertical de proyección, altura máxima de despegue del jugador y el ángulo de proyección del balón, siendo la velocidad horizontal de proyección y el ángulo de proyección del balón unas de las variables que mas influyen en los resultados; además se identificaron los grupos musculares que actuaron durante la ejecución del cabeceo y con esto se recomendaron una serie de ejercicios. Por tal motivo se recomienda para la fuerza de impacto ir al encuentro del balón, no esperarlo; trabajar en el desarrollo de la velocidad de proyección, velocidad horizontal de proyección, velocidad vertical de proyección, altura máxima de despegue del jugador y el ángulo de proyección del balón para lograr una mayor distancia horizontal con esto analizar otros factores mecánicos que puedan influir sobre el fundamento del cabeceo con salto en el fútbol.

## CAPITULO I

### Planteamiento del problema

#### 1.1- Definición del problema

Hace una centuria no se podía imaginar que el fútbol llegaría a tener la magnitud que actualmente ocupa en la esfera deportiva del mundo. Su evolución ha sido una larga labor desde épocas casi legendarias donde el fútbol se conceptuaba como un simple y rudimentario ir y venir en un campo sin trazos golpeando un balón, en la actualidad se rige por un reglamento estipulado por la (FIFA)<sup>1</sup>, además de unos fundamentos técnicos-tácticos tales como el remate, la recepción, saque, el cabeceo y el pase, debido a lo antes mencionado es el deporte con más auge a nivel mundial, "su acelerado desarrollo ha permitido aumentar el incentivo en las personas, el cual lo coloca como la disciplina con más aficionados en el mundo". ( Draskovic, 1989, p. 437).

Por lo tanto los practicantes de este deporte deben mejorar los fundamentos técnicos del fútbol como el remate, la recepción, saque y el pase, para que sean ejecutados con un nivel altamente aceptables; incluyendo el cabeceo el cual posee una característica primordial como lo es el juego aéreo, ya que permite complementar y perfeccionar las acciones tanto ofensivas como defensivas, para que con ello se le de una mejor lucidez al espectáculo y de esta manera la afición quedará satisfecha con el desarrollo del juego.

En este sentido vale decir, que debido a una enseñanza o desarrollo técnico que escasas veces alcanza un nivel aceptable al momento de la ejecución del cabeceo en el fútbol crece el interés por indagar sobre algunas variables tales como: ¿Cuál es la ( $F_i$ ) fuerza de impacto con la que el balón

---

<sup>1</sup> FIFA: Federación Internacional de Fútbol Asociado

golpea la cabeza del jugador?, ¿Cuáles son los grupos musculares que actúan en el momento del cabeceo específicamente los de la columna cervical y dorso lumbar?, ¿Cuál es la ( $V_o$ ) velocidad de recepción del balón?, ¿Cuál es la ( $V_o$ ) velocidad de proyección del balón?, ¿Qué distancia horizontal recorre el balón después del cabeceo?, ¿Qué tipo de cabeceo es el más efectivo?, ¿la fuerza de impacto puede producir algún tipo de lesión cerebral?.

Es previsible que lo antes mencionado se puede optimizar gracias a “El avance de los estudios biomecánicos para mejorar la performance de los atletas” (Grosser, Bruggemann y Zinti, 1990 p.63),

Es por esto que, este trabajo tiene como propósito principal analizar la biomecánica y estructura del cabeceo con salto en el fútbol, con la finalidad de determinar si las variables que influyen en el cabeceo con salto estarían afectando el rendimiento de los jugadores al momento de ejecutar este fundamento.

## **1.2- Objetivos de la investigación**

### **1.2.1- Objetivo general**

Analizar la biomecánica y la estructura muscular del cabeceo con salto en seis jugadores de fútbol profesional.

### **1.2.2- Objetivos específicos**

- Describir la técnica del cabeceo con salto.
- Identificar los grupos musculares específicamente los de la columna cervical y dorso lumbar involucrados en la acción.

- Hallar la ( $V_0$ ) velocidad de recepción del balón.
- Hallar la ( $V_0$ ) velocidad de proyección del balón.
- Hallar la ( $V_x$ ) velocidad horizontal de proyección del balón.
- Hallar la ( $V_y$ ) velocidad vertical de proyección del balón.
- Hallar la ( $D_x$ ) distancia horizontal alcanzada por el balón luego del cabeceo.
- Hallar la altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón.
- Hallar cual es la ( $F_i$ ) fuerza de impacto con la que el balón golpea la cabeza del jugador.
- Determinar si la fuerza de impacto del balón hallada produce traumatismo cerebral.
- Recomendar un patrón de ejercicios apropiados en relación con los resultados obtenidos del análisis.

### 1.3- Delimitaciones

- En este estudio se analizará la estructura del movimiento de la columna cervical y dorso lumbar.
- En este estudio se analizaran algunas variables mecánicas, incluyendo la fuerza de impacto del balón que hace contacto con el jugador.
- Se analizará el cabeceo de seis jugadores perteneciente al fútbol profesional.
- Los cabeceos se ejecutaran luego de un pase.
- Se analizará dos tipos de cabeceo (Frontal y lateral izquierdo).
- El estudio se realizará en el laboratorio de biomecánica de la Universidad de Los Andes.

- El estudio comprenderá principalmente el análisis de los fotogramas en donde el atleta se despegue del suelo (aproximación al punto de despegue grafico 12), tres fotogramas antes del contacto (fase de despegue grafico 13), uno en el instante del contacto con el balón (fase de cabeceo grafico 14) y tres después del contacto (Fase de caída grafico 15).
- El estudio será bidimensional

#### **1.4- Justificación del problema**

En el pasado los entrenadores de fútbol trataban de corregir en lo mejor posible algunas fallas que dentro del campo los jugadores ejecutaban; pero ni la visión del mejor entrenador estaba preparada para reconocerlas. Sin embargo, mediante este tipo de observación visual se podían escapar muchas fallas que poseían los futbolistas en el momento de la ejecución del cabeceo del balón, por esto se deben tomar los avances científicos que se utilizan para realizar el análisis mecánico propiamente dicho la cual facilitará los conocimientos validos para los ejecutantes y los entrenadores. Pero en escasas oportunidades se ha estudiado el cabeceo con salto en el fútbol, por esta razón se ve la necesidad de estudiar diferentes variables mecánicas en la que se destaca la fuerza de impacto con la que el balón golpea al jugador, la cual puede ser la causa del bajo rendimiento al momento de ejecutar este fundamento; quizás debido a una orientación sobre consecuencias como traumas cerebrales. Es debido a esto que para desarrollar la investigación se utilizará el análisis biomecánico lo cual va a permitir ofrecer a los atletas, entrenadores e interesados en el tema una realidad sobre datos y basamentos que otros estudios han ofrecido.

Es por esto que, a medida que transcurre el tiempo el aporte que hace el análisis de diferentes movimientos a los entrenamientos deportivos son cada

vez más útiles, por ello esta investigación se enfocará en el fundamento del cabeceo en el fútbol que ha sido poco estudiada en la parte mecánica. El rendimiento de los deportistas a lo largo de la historia se ha visto influenciada por múltiples factores entre los que se encuentra la genética, la calidad de vida, la alimentación y los controles fisiológicos. Sin embargo, el motivo más importante en la actualidad es, sin duda, el perfeccionamiento de las técnicas de entrenamiento, mediante el “análisis mecánico” de dichas técnicas utilizando la tecnología cada vez más moderna, el cual ayudará aportando mejoras para que los jugadores alcancen una mayor productividad y efectividad a la hora de ejecutar el cabeceo.

## **1.5- Terminología**

**1.5.1- Movimiento:** “Movimiento comprendido aquí como movimiento humano y a menudo como específicamente deportivo, es el componente externo, ambiental, de la actividad humana, el cual se expresa con los cambios de posición del cuerpo humano o de sus partes, y en la interacción de fuerzas mecánicas entre el organismo y el medio ambiente” (Vargas 1998).

Además Hernández (2004), dice que el movimiento como tal es producto del sistema muscular el cual esta formado por más de 600 músculos, pero solo alrededor de 200 actúan en la realización del movimiento corporal.

**1.5.2- Trayectoria :** Es la línea que describe un móvil en su recorrido. (Navarro 1978).

**1.5.3- Desplazamiento:** “Es el recorrido neto que sufre un cuerpo en línea recta o en cualquier dirección desde un punto A a un punto B”. (Wilson 2003).

**1.5.4- Velocidad:** Se define como el cambio de posición (desplazamiento) en el tiempo, es una magnitud vectorial, porque se obtiene al ponderar el vector desplazamiento por el escalar  $1 / t$ .

Matemáticamente se escribe  $v = d / t$ . (Brett y Suarez 1993)

**1.5.5- Fuerza:** Brett y Suarez (1993), Señalan que la fuerza es toda causa capaz de originar dos clases de efectos:

- Efecto dinámico: produciendo o modificando el movimiento de un cuerpo.
- Efecto deformador: cambiando la forma de los cuerpos.

**1.5.6- Músculo:** Es la unidad funcional del sistema muscular, comprende alrededor del 40% del peso del cuerpo humano. Los músculos poseen la habilidad de producir movimiento y se encuentran altamente desarrollados. Se presentan como fibras musculares unidas por medio de tejidos conectivos, las cuales tienen como principal función la contracción, dichas fibras, cuando lo hacen pueden acortarse (disminuir la longitud del músculo) o alargarse (aumentar la longitud del músculo), cuando ocurre esta función del músculo, éste actúa sobre el hueso produciendo movimiento del segmento corporal. (Hernández 2004)

**1.5.7- Técnica:** Como técnica se entiende en el deporte: El modelo ideal de un movimiento relativo a la disciplina deportiva. Este “movimiento

ideal” se puede describir, basándose en los conocimientos científicos actuales y en las experiencias prácticas, verbalmente, de forma gráfica, de forma matemático-biomecánica, anatómico-funcional. (Vargas 1998).

**1.5.8- Esquema de Postura:** es una de las formas más utilizadas para describir las características del movimiento, utilizando este método se puede realizar el análisis muscular del movimiento humano desde el punto de vista de la kinesiología. (Hernández 2004)

**1.5.9- Angulo de Proyección ( $\alpha$ ):** Es el ángulo formado entre la horizontal y la dirección del centro de gravedad del cuerpo en el inicio de la fase de vuelo. (Vargas R. 1998).

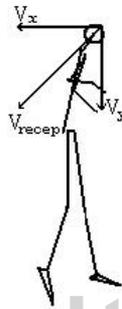
**1.5.10- Salto vertical:** Es un ejercicio de coordinación dinámica para el que se necesita como aspecto fundamental la fuerza de las extremidades inferiores. Durante su ejecución se pone en funcionamiento la musculatura de las extremidades inferiores y la cintura pelviana. (Vargas R. 1998).

**1.5.11- Mecánica:** es la parte de la física encargada de estudiar el movimiento y el reposo de los cuerpos, haciendo un análisis de sus propiedades y causas. (Brett y Suarez 1993)

**1.5.12- Cinemática:** es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos sin tomar en cuenta las causas que producen dicho movimiento. (Brett y Suarez 1993)

## 1.6- Definición de las Variables

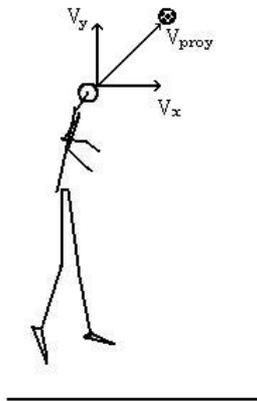
**1.6.1- Velocidad de Recepción del balón ( $V_o$ ):** Es la velocidad resultante del centro de gravedad del implemento expresado en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad alcanzada por el balón al instante de la ejecución del cabeceo.(Grafico 1)



www.bdigital.ula.ve

**Grafico 1.** Velocidad de Recepción del Balón

**1.6.2- Velocidad de Proyección del balón ( $V_o$ ):** Es la velocidad resultante del centro de gravedad del implemento expresado en metros sobre segundos, en el momento que pierde contacto el implemento con la cabeza.(Grafico 2)



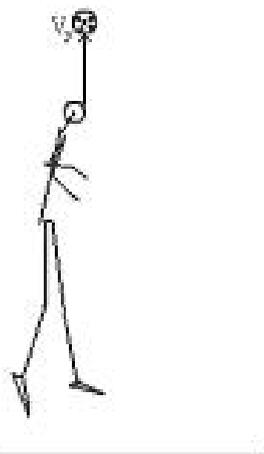
**Grafico 2.** Velocidad de Proyección del Balón

**1.6.3- Velocidad Horizontal de Proyección del Balón ( $V_x$ ):** Es el componente horizontal de la velocidad de proyección expresado en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad horizontal alcanzada por el balón, luego de ser impactado. (Ver grafico 3)



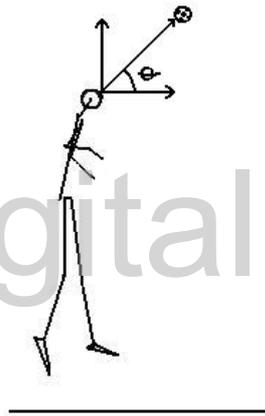
**Grafico 3.** Velocidad horizontal de Proyección del Balón

**1.6.4- Velocidad Vertical de proyección del Balo( $V_y$ ):** Es el componente vertical de la velocidad de proyección expresado en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad vertical alcanzada por el balón, luego de ser impactado. (Ver grafico 4)



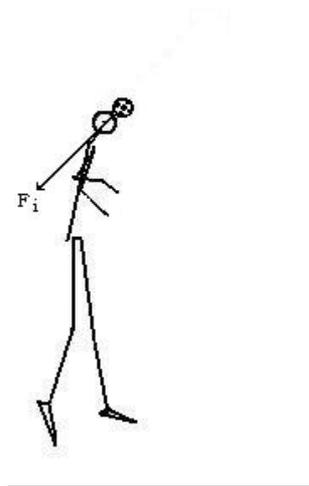
**Grafico 4.** Velocidad vertical de Proyección del Balón

**1.6.5- Angulo de Proyección del balón ( $\theta$ ):** Es el ángulo o la dirección de salida con que es proyectado el implemento y se forma por el vector velocidad de proyección ( $V_o$ ) y la velocidad horizontal de proyección ( $V_{ox}$ ). (Grafico 5)



**Grafico 5.** Angulo de Proyección del Balón

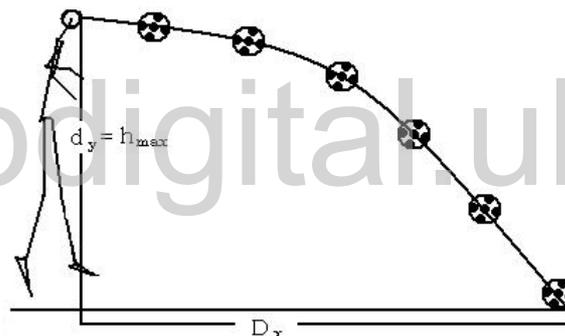
**1.6.6- Fuerza de Impacto ( $F_i$ ):** es una magnitud vectorial que viene dada por el producto entre la masa y la aceleración ( $F=m*a$ ), en donde la masa corresponde al peso del balón y la aceleración con la que el mismo impacta la cabeza del jugador. (Grafico 6)



**Grafico 6.** Fuerza de Impacto del Balón.

**1.6.7- Distancia horizontal que recorre el balón luego del impacto**

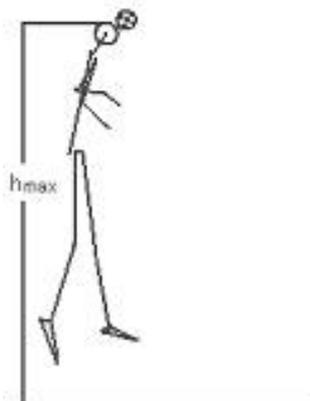
**( $D_x$ ):** es la distancia alcanzada por el balón que va desde el punto que se proyecta imaginariamente de la cabeza al suelo en el momento del cabeceo hasta el punto donde el balón cae al suelo. (Grafico 7)



**Grafico 7.** Distancia horizontal ( $D_x$ ) que recorre el Balón luego del impacto.

**1.6.8- Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del**

**impacto con el balón ( $h_{max}$ ):** es la distancia vertical que alcanza el jugador desde el suelo hasta el punto mas alto de la cabeza en el momento que el jugador hace contacto con el balón. (Ver grafico 8)



**Grafico 8.** Altura máxima ( $h_{\max}$ ) alcanzada por el jugador al momento del contacto con el balón.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta el marco contextual del trabajo investigado, donde se introducen los conceptos fundamentales que soportan el cabeceo en el fútbol, y los antecedentes que preceden a ésta investigación.

#### 2.1- Antecedentes

Steven P. Broglio, Yan-Ying Ju, Michael D. Broglio, y Timothy C. Venderse, (2003), realizaron un estudio sobre el cabeceo en el fútbol, en donde la propuesta clave es el empleo de un casco protector de fútbol para disipar la fuerza de impacto, así disminuir la posibilidad de un trauma cerebral. Para este estudio emplearon una plataforma de fuerza marca Kistler y un computador de escritorio de convertidor digital, todos los datos fueron registrados usando el software Bioware. En donde mencionan que la velocidad del impacto del balón sobre la cabeza es de 17,88m/s y las fuerzas máximas de impacto fueron de 851 a 912Nw. Los resultados que arrojaron las pruebas fueron una disminución significativa del impacto del balón al utilizar el casco protector de fútbol. Pero concluyen que aunque el casco protector diseñado para el atleta de fútbol puede ser eficaz en reducir la fuerza máxima y el impulso de un impacto, muchos estudios deberán realizarse antes de que los funcionarios de fútbol los requieran para el juego regular.

Babbs, (2001), realizó un estudio en donde creó un juego de modelos simples matemáticos basados sobre la segunda ley de Newton del movimiento para describir la física del cabeceo. Estos modelos describen al jugador, el balón, el vuelo del balón antes del impacto, el movimiento de la cabeza y del balón durante el impacto, y los efectos de todos estos en la ejecución del cabeceo. Según los resultados arrojados se establece que el cabeceo es por lo general seguro, pero de vez en cuando peligroso, dependiendo de las características claves tanto del jugador como del balón. Concluye que se debe enfocar hacia la enseñanza de la técnica apropiada del cabeceo, como también

el diseño de los balones con el peso y la presión de aire adaptadas a las edades según las categorías en el fútbol.

Naunheim, Bayly, Standeven , Neubauer, Lewis, Genin, (2003), realizaron un estudio experimental donde se evaluó las aceleraciones lineales y angulares experimentadas por la cabeza humana durante una ejecución de cabeceo frontal, donde utilizaron un juego de tres acelerómetros triaxial. Estos autores concluyeron que, los niveles de aceleración lineales y angulares para una maniobra de cabeceo eran bajos para ser asociados con algún trauma cerebral, esto les permitió calcular los valores del Índice de Severidad Gadd y el Criterio de Traumatismo craneal.

Bauer, Thomas, Cauraugh, Kaminski, Hass, (2001), realizaron un estudio para cuantificar las fuerzas del impacto y actividad de los músculos de la columna cervical en jugadoras femeninas de fútbol élite, en donde manipularon tres tipos de cabeceo del fútbol (el remate, el despeje y el pase) con salto y sin salto, la muestra fue de 15 atletas del sexo femenino a las cuales se les midió la fuerza del impacto, la actividad electromiográfica de los músculos izquierdos y derechos del esternocleidomastoideo y del trapecio, los resultados demostraron que las fuerzas y los impulsos del impacto no diferenciaron entre los tipos o los acercamientos del cabeceo. El esternocleidomastoideo se activo antes que el trapecio y demostró mayor actividad antes del contacto con el balón. El trapecio se activo momentos antes del contacto con el balón y presentó mayor actividad después del contacto con el balón.

Bayly y Genin, (2003), realizaron una investigación sobre la lesión traumática suave del cerebro, incluyendo la conmoción cerebral, en donde determinaron que es la forma más frecuente de lesión en la cabeza. Se estima que sobre 300.000 conmociones cerebrales ocurren anualmente en los E.E.U.U. como resultado de la participación en deportes. Resaltan el boxeo como causa principal y comentan que algunos jugadores de fútbol profesional presentan síntomas similares debido al constante impacto de la cabeza con el balón. Concluyen diciendo que aun no se conoce el umbral de la fuerza o de la aceleración requerida para causar la conmoción cerebral, ni el mecanismo exacto de lesión. El impacto al cráneo conduce claramente a la deformación y al daño de la materia del cerebro, pero los caminos y los umbrales específicos de lesión no están todavía disponibles.

Kirkendal, y Garrett, (2001), realizaron un estudio en donde establecieron que, examinaron los datos disponibles sobre traumas cerebrales debido al cabeceo en el fútbol, sus mecanismos y consecuencias. Y relataron que todavía, mucho debe ser aprendido. Informan que la mecánica de impacto está basada en la relación de la  $F = m.a$ , donde la (F) es la fuerza de impacto, (m) es la masa del objeto, y (a) es la aceleración del objeto en cualquier instante a tiempo. También hacen referencia a que casi cada artículo profesional y la presentación de medios de comunicación mencionan que un balón rematado puede viajar más de 100 kilómetros/h. Además que un balón que viaja a 65 kilómetros/h golpea un objeto sólido durante 10.23 milisegundos con una fuerza de 850 a 912 N. La cabeza puede soportar fuerzas mayores lineales, mientras que impactos rotatorios son los que causan la mayor parte de lesiones, pero intencionalmente el cabeceo es en gran parte lineal.

www.bdigital.ula.ve

## **2.2- Bases Teóricas**

La biomecánica es una ciencia que utiliza los principios y métodos de la mecánica para el estudio del movimiento de los seres vivos teniendo en cuenta las particularidades de estos, (Aguado 1993).

Según Tavard (1997), la mecánica es la más antigua y fundamental de las ramas de la física, estudia magnitudes tales como la masa, la distancia y el tiempo, así como el movimiento y la fuerza que lo producen. Tradicionalmente, la mecánica se divide en tres partes: La Estática que se ocupa de la interacción entre fuerza y cuerpos cuando estos no están en movimiento; la Dinámica estudia la interacción entre fuerza y cuerpos cuando estos se mueven y la

cinemática que es el estudio del movimiento de los cuerpos con independencia de las causas que lo producen.

### **Cinemática**

Lopategui (2000), explica que el esqueleto del organismo humano es un sistema compuesto de palancas. Puesto que una palanca puede tener cualquier forma, cada hueso largo en el cuerpo puede ser visualizado como una barra rígida que transmite y modifica la fuerza y el movimiento. La descripción del movimiento humano (incluyendo su sistema de palancas y articulaciones) o de los implementos deportivos con relación al tiempo y espacio, excluyendo las fuerzas que inducen al movimiento, se conoce como cinemática. Por ejemplo, al estudiar el movimiento de un corredor, el estudio cinemático solo estará interesado en observar los cambios de su centro de gravedad a través de una distancia y tiempo dado. Un análisis cinemático incluye el tipo de movimiento, la dirección del movimiento y la cantidad de movimiento que ocurre.

Por su parte, Azpeitia y Soto (1999), reportan que el análisis cinemático es el método ideal para describir las técnicas deportivas, y corregir defectos.

Sneyers (1989), Define el fútbol como un deporte colectivo que se juega entre dos equipos de 11 jugadores, con su respectiva banca, su duración son dos tiempos de 45min cada uno, se juega en una cancha rectangular y con un balón; el mismo es dirigido por cuatro árbitros los cuales son los encargados de hacer cumplir el reglamento y este, es definido por la federación internacional de fútbol asociados. Que en sus diversos aspectos se apoya en los fundamentos técnicos (Cabeceo, remate, recepción, pase y conducción), y la concepción de juego de cada jugador individualmente considerado.

De hecho, el fútbol se basa en un principio de lo más simple: marcar goles e impedir que el contrario los marque.

Además, Busch (1976), realiza un aporte interesante donde dice que el fútbol pertenece al grupo de deportes que exigen un buen rendimiento. Requiere, además, fuerza y velocidad, condiciones que únicamente pueden lograrse trabajando conscientemente y en forma polifacética.

## **CABECEAR**

### **El juego de cabeza**

Clues (1982); Olivares y Pila (1978), expresaron que en los primeros tiempos del fútbol, allá a principios de siglo 20, no se daba importancia al juego de cabeza; hubo incluso personas que abogaban por su prohibición, temerosos de que, al igual que en el boxeo, los golpes violentos en la cabeza pudieran causar lesiones cerebrales y comentaron que es algo instintivo eludir la intervención de la cabeza para golpear cualquier implemento. Es algo así como un mecanismo natural de defensa. Sin embargo, dominar el juego de cabeza concede grandes ventajas en el fútbol, no es posible sustraerse al dominio de esta maniobra técnica. A este factor de esencia psicológica se agrega la escasa gradación metodológica que a veces se emplea para vencer ese miedo natural.

Estos mismos autores señalan que este preámbulo tiene por objeto subrayar la necesidad de dominar el juego de cabeza. Los jugadores deben ser iniciados en él, lo más pronto posible, a fin de que superen el temor instintivo al repentino contacto del balón con la cabeza. Muchas veces, personas inexpertas comienzan el aprendizaje con balones demasiados grandes y pesados que se convierten en material de tortura, especialmente cuando absorben el agua de

las canchas en las épocas de lluvia. A la mayoría de los chicos hay que convencerles de que no tienen nada que temer, y todos los jugadores tienen la preocupación de los golpes en la cara; incluso los profesionales experimentados, a veces, esquivan la cara instintivamente, ante un disparo directo. Por eso, al enseñar las técnicas del juego de cabeza a juveniles, los entrenadores deben tener paciencia y perseverancia.

Busch (1976); Clues (1982), exponen, que no obstante en el fútbol un deporte que se juega principalmente con las extremidades inferiores, en el reglamento se permite cabecear y hoy en día no es imaginable hacer fútbol sin el juego de cabeza que es de importancia capital, lo que aumenta las posibilidades de juego, sobre todo en la zona de peligro frente a la portería. Un jugador que posea una buena técnica de cabeceo superará siempre a quienes no la dominan; un delantero que sepa jugar con la cabeza, no solo puede marcar muchos goles, sino crear oportunidades para que los marquen sus compañeros, en la jugada delante de la meta, el cabeceo permite introducir aquellos balones que son recibidos por medio de un pase alto. Además de emplearse para propulsar el balón, la cabeza se puede utilizar para recibirlo. El juego aéreo es ahora una parte importante del fútbol y la cabeza se emplea, casi invariablemente, para recibir los largos pases de los cambios de juego, y en los saques de esquina tanto los defensas como los atacantes se basan en el juego de cabeza para despejar o rematar, respectivamente. (ver gráfico 9)

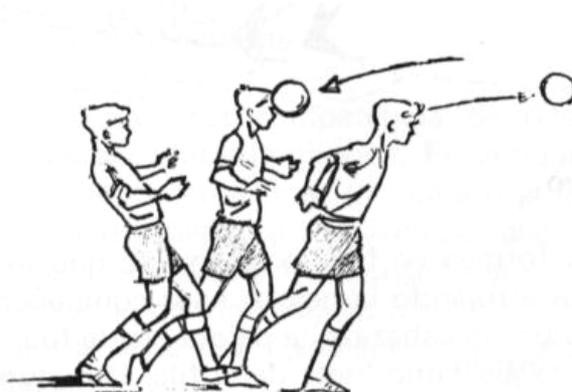
**Grafico 9.** El juego de cabeza.

Tomado de Berrio A. Quieres ser futbolista. Barcelona-España. 1978. p.60

**2.2.1- Técnica de cabecear**

Greenwood, Michels, Weisweiler y otros (1987) explican que la técnica de cabecear comprende el empleo de todo el cuerpo, y el movimiento comienza con las extremidades inferiores. Después del impacto, la columna cervical y dorso lumbar se flexionan, formando una serie de palancas. El balón se golpea con la frente no solo porque es la superficie más precisa para conectar, sino también porque es la parte más dura de la cabeza. Se debe cabecear sin miedo el balón, e imprimir al movimiento la misma dirección que se desea recorra el mismo, además los músculos de la columna cervical deben estar extendidos.(Ver grafico 10)

Estos mismos autores exponen que a muchos jugadores jóvenes les asusta el juego de cabeza porque en algunas oportunidades le dan al balón con otras partes de la cabeza en vez de la frente. El resultado puede ser muy doloroso y ocasionar que en toda su carrera de futbolista les acompañe el miedo a cabecear.



**Grafico 10.** Técnica del cabeceo.

Tomado de Busch W. Fútbol en la escuela. Buenos Aires-Argentina. 1976. p. 35

Olivares y Pila (1978), señalan que, el objetivo fundamental es lograr la coordinación total del golpe de cabeza.

Este es un movimiento que nace en la base de la columna (columna lumbar) y que termina en la frente (hueso frontal) gracias a un impulso final de los músculos de la columna cervical. La columna cervical y dorso lumbar realiza un hiper extensión para ir al encuentro del balón para luego culminar con el golpe.

Busch (1976), comenta que “el cabeceo debe hacerse con la frente, la columna cervical estará fija, los ojos abiertos y la frente actuará como una prolongación de la palanca del tronco, la cual es flexionada desde la articulación de la cadera.” Además Draskovic (1989), señala que el cabeceo se puede realizar con la parte central o lateral de la frente y en ocasiones forzosas con la parte superior de la cabeza, El balón se puede dirigir hacia adelante y hacia los lados. Se puede ejecutar el cabeceo parado o corriendo. En ambos casos se puede estar en tierra o en aire. Para este fin hay que utilizar tanto las extremidades inferiores como la columna dorso lumbar, sin hablar naturalmente de la columna cervical y la cabeza.

### **2.2.2- Tipos de cabeceo**

#### **2.2.2.1- Cabeceo frontal saltando con los pies juntos.**

Clues (1982), Aporta que se gira el plano del tronco antes de saltar. Ayudándose a extender desde el tobillo y rodilla. Durante la elevación, la

columna dorso lumbar realiza una flexión lateral y luego, en el vértice del salto, se le pega al balón con un movimiento vigoroso de cabeza junto con la columna cervical y dorso lumbar. Cuando el cabeceo se ejecuta en el aire saltando con ambas extremidades inferiores, las extremidades superiores ejecutan el movimiento de abducción (brazos separados a ambos lados), se ayuda en la ejecución desde la cadera, flexionando la columna cervical, acompañado con todo el cuerpo.

Este mismo autor comenta que antes de saltar, se debe girar la mitad inferior del cuerpo en la dirección en que se desee propulsar el balón, al mismo tiempo que los hombros se dirigen a la trayectoria de éste. Las extremidades inferiores deben estar separadas. El salto en sí parte de esta posición o previo al mismo se flexionan las articulaciones de las rodillas y los tobillos, y realizando una hiper-extensión de las extremidades superiores, luego extendiendo rápidamente rodillas y tobillos, al mismo tiempo que las extremidades superiores realizan el movimiento de abducción para ayudar a elevar el cuerpo.

Además señala que durante el salto, se inclina el tronco hacia atrás, hasta que, en el momento de alcanzarse la máxima altura, se hace una flexión de la columna cervical y dorso lumbar, lo que permite que la frente golpee con fuerza el balón. Al caer, el jugador realiza un movimiento de abducción de las extremidades inferiores, flexiona rodillas y tobillos, realiza una abducción de las extremidades superiores en las articulaciones de los hombros para mantener el equilibrio. (ver grafico 11)



**Grafico 11.** Cabeceo frontal saltando con los pies juntos.

#### **2.2.2.2- Cabeceo frontal saltando con un pie.**

Greenwood, Michels, Weisweiler y otros (1987), comentan que con el balón en el aire, saltar debería hacerse despegando con una sola extremidad inferior. La última zancada antes del despegue debería ser larga y con el cuerpo extendido hacia atrás. La extremidad inferior con la que se despegue se extiende, la rodilla de la otra extremidad inferior se dirige hacia delante y hacia arriba, enérgicamente. Un movimiento adelante y ascendente de ambas extremidades superiores contribuirán al impulso. Se realiza una flexión de la columna dorso lumbar; columna cervical y cabeza, preparados para el cabezazo, mientras flexiona ambas extremidades inferiores, al mismo tiempo la columna vertebral realiza una flexión, produciéndose el movimiento normal y contundente de la cabeza, hay que estar alerta para que la cabeza conecte precisamente con la frente.

Además Draskovic (1989) hace referencia a que cuando se salta con una extremidad inferior, se alcanza una mayor altura para el cabeceo del balón y por lo tanto es más eficaz. Cuando se cabecea hacia los laterales, con esta

modalidad se puede lograr enviar el balón a gran distancia. Porque es indudable que la columna dorso lumbar se puede flexionar lateralmente con mayor magnitud, que extender hacia atrás. Se flexiona o extiende el torso desde la cadera, esa es la diferencia. (Ver grafico 12)



**Grafico 12.** Cabeceo frontal saltando con un pie.

### **2.2.2.3- Cabeceo lateral.**

Busch (1976), dice que hay que golpear el balón con la cabeza, pero no llegándole de frente, sino desde uno de sus lados. Este toque de balón debe hacerse en plena carrera y llegándole al balón lateralmente.

Además, Draskovic (1989), señala que el jugador ejecutante se sitúa con las extremidades inferiores separadas, con las rodillas moderadamente flexionadas, colocando el peso corporal sobre la extremidad inferior contraria a la dirección del balón. La columna dorso lumbar realiza una flexión lateral en sentido contrario a la llegada del balón. La extremidad inferior base inicia el impulso de la columna dorso lumbar, columna cervical y cabeza hacia el balón

que llega. Después del cabeceo la columna dorso lumbar y cervical no queda vertical sino que acompaña el balón. (Ver grafico 13)



**Grafico 13.** Cabeceo lateral.

### **2.2.3- Fases del cabeceo**

Clues (1982), describe la técnica del cabeceo y comenta que consta de cuatro fases las cuales son:

Fase 1 Aproximación al punto de despegue.

Fase 2 Despegue.

Fase 3 Cabeceo.

Fase 4 Caída.

#### **2.2.3.1- Fase 1: Aproximación al punto de despegue.**

La longitud de la carrera es normalmente de cinco a seis metros. Durante la misma, el jugador aumenta gradualmente la velocidad de la carrera intentando conseguir la máxima en el momento del despegue, para con ello transformarla en una velocidad vertical la cual va a dar ventaja al jugador con respecto al contrario. El ritmo del movimiento no debe fragmentarse nunca con cambios súbitos de pasos. (Ver grafico 14)



**Grafico 14.** Fase 1, Aproximación al punto de despegue.

#### **2.2.3.2- Fase 2: Despegue.**

En el despegue, las articulaciones de rodilla y tobillo sobre las que saltan se extienden bruscamente propulsando el cuerpo hacia arriba. No se debe saltar con las extremidades inferiores apoyadas completamente, ya que con esto se reduce el efecto de “resorte” el cual se refiere a la extensión de las extremidades inferiores y debido a esto se alcanza menos altura, mientras que la columna cervical realiza una extensión. (Ver grafico 15)



**Grafico 15.** Fase 2, despegue .

### **2.2.3.3- Fase 3: Cabeceo del balón.**

Cuando el cuerpo alcanza la altura máxima del salto, la columna vertebral debe realizar una hiper extensión, para luego flexionarla con fuerza golpeando el balón que llega, esto con la parte frontal de la cabeza.

Se consigue la máxima eficacia si se impulsa el balón cuando el salto alcanza su altura máxima. (Ver grafico 16)



**Grafico 16.** Fase 3, Cabeceo del balón .

### **2.2.3.4- Fase 4: Caída.**

Por lo general el jugador toca tierra sobre ambas extremidades inferiores, hay que flexionar las extremidades inferiores para atenuar el golpe y extender las extremidades superiores para lograr mantener el equilibrio. (Ver grafico 17)



**Grafico 17.** Fase 4, Caída.

#### **2.2.4- Variables mecánicas del cabeceo**

Se refiere a las variables mecánicas, relacionadas directamente al cabeceo, descritas por los investigadores consultados.

##### **2.2.4.1- Característica cinética**

- **Fuerza de impacto ( $F_i$ )**

Steven P. y otros (2003), mencionan en su estudio que el balón de fútbol luego de ser impactado, puede llegar a golpear a un jugador con una fuerza máxima de impacto de 851 a 912Nw. (Ver cuadro 1), pero se debe resaltar que

esta fuerza va a depender de la velocidad con la que viaja el balón ya que a mayor velocidad mayor será la fuerza de impacto y viceversa. Al igual que Kirkendal, y Garrett, (2001), en su estudio coinciden con los mismos valores de la fuerza dados por los autores antes mencionados y la cual se acercan en gran medida al valor de la velocidad con la que el balón impacta al jugador y es de aproximadamente 65Km/h.(Ver grafico 6)

#### Cuadro 1

En el siguiente cuadro se encuentran los valores de la fuerza de impacto aportados por los autores estudiados.

#### Fuerza de impacto ( $F_i$ ) en la fase del cabeceo.

Autores	$F_i$ (Nw)
Steven P. y otros (2003)	851 a 912
Kirkendal, y Garrett, (2001)	850 a 912

#### 2.2.4.2- Características Espaciales

- **Distancia horizontal del balón ( $D_x$ ) lograda desde que se ejecuta el cabeceo hasta el momento que hace contacto con el suelo**

En las consultas realizadas sobre biomecánica ó cinemática aplicada al cabeceo en el fútbol, no hay datos suministrados por ningún autor, sobre la distancia

horizontal lograda desde que se ejecuta el cabeceo hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo. Sin embargo en esta investigación se estudiara esta variable con la finalidad de identificar los valores que presentan cada uno de los jugadores para determinar su relación con la fuerza de impacto.

- **Altura máxima ( $h_{max}$ ) alcanzada por los jugadores al momento del impacto con el balón**

En las consultas realizadas sobre biomecánica ó cinemática aplicada al cabeceo en el fútbol, no hay datos suministrados por ningún autor, sobre la altura máxima alcanzada por los jugadores en el salto. Sin embargo en esta investigación se estudiara esta variable con la finalidad de identificar los valores que presentan cada uno de los jugadores para determinar su relación con la fuerza de impacto.

#### 2.2.4.3- Características Espacio – Temporales

- **Velocidad de proyección ( $V_{proy}$ )**

Ulloa (2001), señala que: “desde el punto de vista de la biomecánica la velocidad inicial de salida del implemento, tiene carácter vectorial. Sus valores varían de acuerdo al tipo de implemento”. Pero que a su vez esta velocidad también va a depender de las características físicas del jugador que en este estudio se representan con el trabajo muscular. (ver gráfico 2).

- **Velocidad de recepción ( $V_{recep}$ )**

Steven P. y otros (2003), indican que un jugador cuando recibe un balón que va a ser cabeceado puede llegar a alcanzar una velocidad de recepción de 17,88m/s, pero se debe acotar que esta velocidad fué graduada en una maquina de fútbol de marca JARROS. Al igual que Kirkendal, y Garrett, (2001), comentan que “algunos medios de comunicación informan que un balón rematado puede alcanzar los 100Km/h o lo que es igual a 27,78m/s”, pero estos autores aseguran que un balón golpea a velocidades menores de 65Km/h o lo que es igual a 18,06m/s.(Ver cuadro 2) y que un balón que golpea un objeto sólido el tiempo de duración en el impacto llega a ser de 10.23 milisegundos.(Ver grafico 1)

#### Cuadro 2

Aquí se encuentran los valores de la velocidad de recepción que aportaron los autores estudiados.

#### Velocidad de recepción ( $V_{recep}$ ) en la fase del cabeceo.

Autores	$V_{recep}$ (m/s)
Steven P. y otros (2003)	17,88
Kirkendal, y Garrett, (2001)	18,06

#### 2.2.4.4- angulares

#### Posiciones

- **Angulo de proyección ( $\theta$ )**

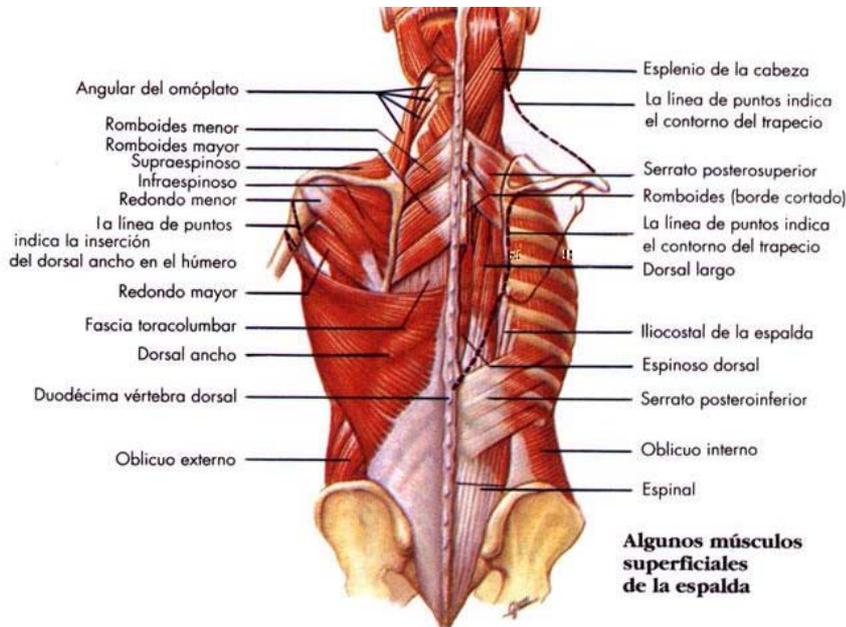
En las consultas realizadas sobre biomecánica ó cinemática aplicada al cabeceo en el fútbol, no hay datos suministrados por ningún autor, sobre el ángulo de proyección del balón. Sin embargo en esta investigación se estudió esta variable con la finalidad de identificar los valores que presentan cada uno de los jugadores, para determinar su relación con la efectividad del cabeceo (Ver grafico 5).

#### **2.2.4.5- Características estructurales**

Hernández (2004), refiere estas características a los sistemas del cuerpo humano tales como: el sistema óseo, conformado por todo el armazón que da forma al cuerpo humano; el sistema articular, que son aquellas que permiten unir dos o más segmentos óseos corporales; y el sistema muscular; el cual comprende alrededor del 40% del peso del cuerpo humano.

- **Músculos de la columna vertebral**

Según, Hernández (2004), los músculos que actúan para realizar los movimientos de la columna vertebral se ubican a ambos lados, es decir, son músculos bilaterales y pueden activarse de manera independiente para producir una acción articular y debido a la gran cantidad de músculos que participan en los diferentes movimientos que realiza la columna vertebral y de acuerdo con las regiones donde actúan, los músculos pueden ser agrupados para facilitar sus funciones articulares. Sin embargo, salvo el músculo cuadrado lumbar, todos los músculos vertebrales realizan flexión o extensión de la columna vertebral. (ver grafico 18).



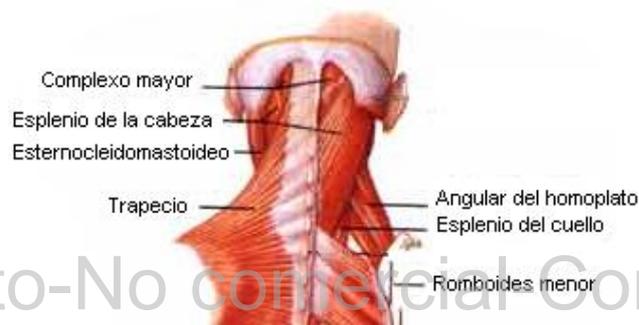
www.bdigital.ula.ve

**Grafico 18.** Músculos de la columna vertebral.

Tomado de Araucaria (2000), El sistema muscular.

- **Músculos de la columna cervical**

Hernández (2004), Este autor clasifica los músculos de la columna cervical en flexores: Esternocleidomastoideo, Escálenos (Anterior, Medio y Posterior), Grupo Prevertebral (Largo del cuello, Largo de la cabeza, Recto anterior de la cabeza y Recto lateral de la cabeza), músculos extensores: Esplenio de la cabeza y del cuello, Grupo vertebral posterior profundo (Inter transversal, Inter espinoso, Rotadores y Multifido), Semiespinoso cervical, Semiespinoso de la cabeza o Complejo mayor, Grupo de erectores vertebrales (Iliocostal cervical, Trasverso del cuello, Complejo menor y Espinoso cervical. (ver grafico 19).



**Grafico 19.** Músculos de la columna cervical región posterior.

Tomado de Araucaria (2000), El sistema muscular.

- **Músculos flexores de la columna dorso lumbar**

Hernández (2004), señala que aquí se encuentran los flexores y dentro de ellos están: el Grupo Abdominal (Recto anterior del abdomen, Oblicuo mayor, Oblicuo menor y transverso del abdomen), los extensores de la columna dorso lumbar: el Grupo vertebral posterior profundo (Intertransversos, Interespinosos, Rotadores y Multifido), Semiespinoso dorsal, Grupo de erectores vertebrales en las cuales se encuentran: (Iliocostal lumbar, Iliocostal dorsal y Dorsal largo). Además se encuentra el músculo flexor lateral puro de la columna dorso lumbar: el Cuadrado lumbar. Agrega, los músculos que actúan en los movimientos de la columna vertebral son numerosos, no obstante, en el análisis general del movimiento del cuerpo, estos pueden ser estudiados por grupos en función a las acciones que ejecutan. (Ver grafico 20).



**Grafico 20.** Músculos del abdomen.  
Tomado de Araucaria (2000),El sistema muscular.

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

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1- Tipo de Investigación**

Para la realización del siguiente estudio según el propósito principal del mismo, se pretendió realizar una investigación de campo. De igual manera la investigación es de tipo descriptiva y comparativa correlacional. Según Hernández, Fernández y Baptista (1997) los estudios correlacionales miden dos o más variables en las cuales se analizó si estaban relacionadas en los sujetos estudiados. Las características de los individuos y del entorno con el fin de obtener una visión general de las necesidades de la investigación a desarrollar y se utilizaron los procedimientos de la videografía para el análisis mecánico del movimiento humano, la fuerza de impacto ( $F_i$ ), velocidad de recepción ( $V_{recep}$ ), velocidad de proyección ( $V_{proy}$ ), velocidad horizontal de proyección ( $V_{x_{proy}}$ ), velocidad vertical de proyección ( $V_{y_{proy}}$ ), distancia horizontal que alcanza el balón ( $D_x$ ), ángulo de proyección ( $\theta_{proy}$ ), altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón ( $h_{max}$ ), del cabeceo por parte de seis jugadores de fútbol profesional.

### **3.2- Población y Muestra**

La población esta conformada por 22 jugadores de fútbol profesional del equipo estudiantes de Mérida, quienes fueron escogidos de manera intencional; en la modalidad de cabeceo con salto, de los cuales se utilizó una muestra de 6 de estos jugadores, quienes fueron escogidos de manera intencional.

### **3.3- Tipo de Muestreo**

Se empleó la técnica de muestreo no probabilística o seleccionada porque solo se escogieron aquellos jugadores que utilizaron la técnica del cabeceo frontal y lateral con salto en el fútbol.

### 3.4- Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es transversal no experimental, porque recolecta datos en un solo momento, y en un tiempo determinado (Hernández y otros, 1997).

### 3.5- Sistemas de variables

- ❖ Variable dependiente: Fuerza de Impacto
- ❖ Variables independientes:
  - Velocidad de recepción ( $V_{recep}$ )
  - Velocidad de proyección ( $V_{proy}$ )
  - Distancia Horizontal ( $D_x$ )
  - Velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ )
  - Velocidad vertical de proyección ( $V_y$ )
  - Ángulo de proyección del balón ( $\theta$ )
  - Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón ( $h_{max}$ )

### 3.6- Sistemas de hipótesis:

$H_0$  = Hipótesis Nula

$H_i$  = Hipótesis Alterna

- ❖ Hipótesis General:

$H_0$ = Las variables cinemáticas en estudio no influyen en la fuerza de impacto.

$H_i$ = Las variables cinemáticas en estudio si influyen en la fuerza de impacto.

❖ Hipótesis Específicas:

Ho= La velocidad de recepción ( $V_{recep}$ ) no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La velocidad de recepción ( $V_{recep}$ ) si influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Ho= La velocidad de proyección ( $V_{proy}$ ) no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La velocidad de proyección ( $V_{proy}$ ) si influye en la fuerza de impacto del cabeceo

Ho= La velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ ) no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La velocidad horizontal de proyección ( $V_x$ ) si influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Ho= La velocidad vertical de proyección ( $V_{oy}$ ) no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La velocidad vertical de proyección ( $V_{oy}$ ) si influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Ho= El ángulo de proyección ( $\theta$ ) no influye en la efectividad del cabeceo.

Hi= El ángulo de proyección ( $\theta$ ) si influye en la efectividad del cabeceo

Ho= La altura máxima ( $h_{max}$ ) alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón, no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La altura máxima ( $h_{max}$ ) alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón, si influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Ho= La distancia horizontal del balón ( $Dx$ ) lograda desde que se ejecuta el cabeceo hasta el momento que toca el suelo, no influye en la fuerza de impacto del cabeceo.

Hi= La distancia horizontal del balón (Dx) lograda desde que se ejecuta el cabeceo hasta el momento que toca el suelo, si influye en la fuerza de impacto del cabeceo

### **3.7- Recursos**

Para la recopilación de los datos se utilizó el siguiente material:

- Cámara de video SVHS, marca Panasonic, modelo AG-456-U con una velocidad de filmación de 60 imágenes /seg.
- Tripode
- Cinta de vídeo para un VHS.
- Una regla cuadrículada de 2.20 metros de longitud.
- Un televisor, marca Samsung, modelo CT20F
- Disquete de 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> para computadora.
- CD de grabación.
- Un video Casette Recording (VCR) Profesional modelo AG7350 para editar la cinta de video y obtener los esquemas de posturas.
- Una computadora Pentium III 750 GHz y 250 mem-RAN, para la realización del software Análisis Biomecánico del Movimiento ABIOMO, rediseñado por Hernández Antonio en versión 2.0, (2003).

### **3.8- Procedimientos**

Según las características de dicho estudio, se realizará la filmación de la destreza del cabeceo con salto en el fútbol, posteriormente se editará y se proyectará para obtener los esquemas de postura o videociclograma de los movimientos realizados por cada jugador filmado y que consiste básicamente en tres etapas:

### **3.8.1- Etapa pre-filmica**

Búsqueda y selección de la muestra.

Realización de solicitud de los permisos necesarios para llevar a cabo la filmación de la destreza deportiva.

Recolección de los datos personales de los sujetos seleccionados.

Recolección de los datos de la cámara.

### **3.8.2- Etapa filmica**

Los jugadores realizaron un acondicionamiento neuro muscular previo, se les dió instrucciones para la ejecución de la destreza, de la cual se tomara el mejor intento, cada jugador realizo 3 cabeceos frontales y tres cabeceos laterales a 25mts y 10mts respectivamente, en los cuales se tomo el mejor intento de cada tipo de cabeceo y de cada distancia. Se utilizó una cámara de video con una velocidad de filmación de 60 imágenes por segundo. La cámara se ubicó a una altura del suelo de 1.5mts perpendicular a la zona de filmación, a una distancia de aproximadamente 30mts en relación al punto de referencia en el (centro de un cuadrado construido con conos), dentro del cual se encontraba el sujeto al momento en que se realizaba la destreza.

### **3.8.3- Etapa post-filmica**

Esta se dividió en dos partes:

#### **3.8.3.1- Organización de los datos**

Consiste en proyectar el video obtenido en la recolección de los datos en la computadora mediante el uso de un VCR (luego de haber sido editada la filmación en el programa Paint (software para crear la base de datos) imagen por imagen con las cuales se trabajó), para trazar los esquemas de postura; posteriormente se desarrolló la digitalización manual de las coordenadas X y Y de los 21 puntos anatómicos y 14 segmentos corporales (Ver cuadros 3 y 4) y (Ver grafico 23 y 24), con los cuales se creó la base de datos.

### **3.8.3.2- Procesamiento de datos**

Se creó una base de datos en Visual Basic 3.0. Programa Abiomo, rediseñado por Hernández Antonio en versión 2.0. (2003), y los resultados se presentaron en cuadros.

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

### **Cuadro 3**

En este cuadro se encuentran los puntos anatómicos enumerados de acuerdo al orden en que se deben agregar a la base de datos del programa Abiomo.

**Puntos anatómicos para la estimación de las variables.**

No	DESCRIPCIÓN
1	Punta de dedos pie derecho
2	Talón derecho
3	Tobillo derecho
4	Eje rodilla derecha
5	Eje cadera derecha
6	Eje cadera izquierda
7	Eje rodilla izquierda
8	Eje tobillo izquierdo
9	Eje talón izquierdo
10	Punta de dedos pie izquierdo
11	Punto medio entre los ejes de cadera der. e izq.
12	Séptima vertebral cervical
13	Centro geométrico de la cabeza
14	Extremo dedo medio mano derecha
15	Eje muñeca derecha
16	Eje codo derecho
17	Eje hombro derecho
18	Eje hombro izquierdo
19	Eje codo izquierdo
20	Eje muñeca izquierda
21	Extremo dedo medio mano izquierda

Tomado de: Hernández, A. Movimiento del cuerpo humano. Mérida - Venezuela. 2004.  
Pág. , 250

**Cuadro 4**

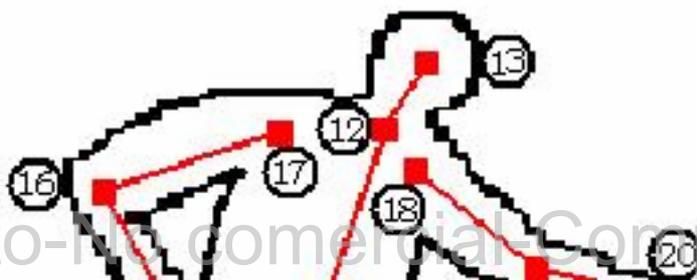
El siguiente cuadro hace referencia en un orden numérico a los segmentos corporales con su respectivo punto proximal y distal.

### Segmentos corporales

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	13	12
8	Tronco	12	11
9	Brazo derecho	17	16
10	Antebrazo derecho	16	15
11	Mano derecha	15	14
12	Brazo izquierdo	18	19
13	Antebrazo izquierdo	19	20
14	Mano izquierda	20	21

Tomado de: Hernández, A. Movimiento del cuerpo humano. Mérida - Venezuela. 2004.

Pág. , 251



www.bdigital.ula.ve

Grafico 21. Modelo anatómico para la estimación de los puntos anatómicos.

Tomado de: Hernández, A. Movimiento del cuerpo humano. Mérida - Venezuela.

2004. Pág.248 Imagen modificada por: Omar Mora y José Rodríguez.

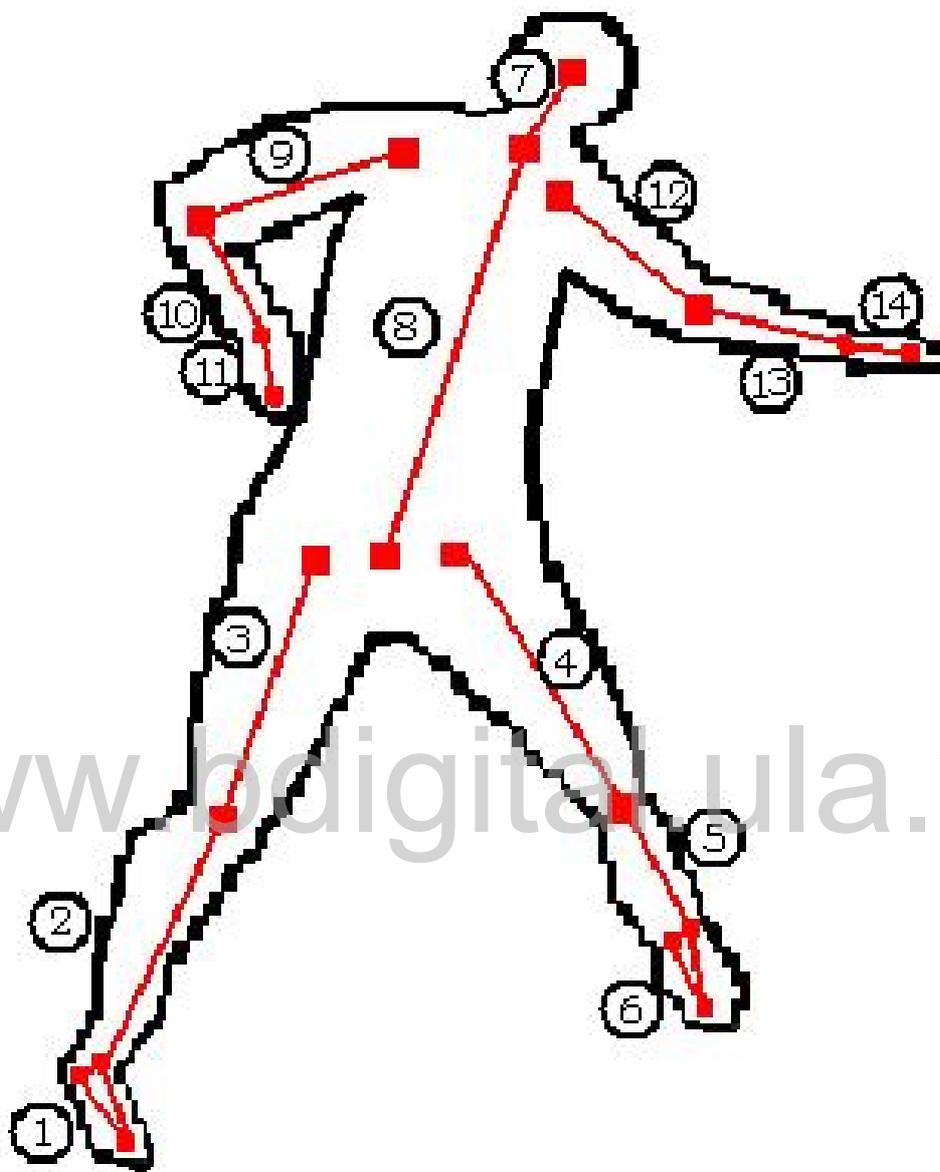


Grafico 22. Modelo anatómico para la estimación de los segmentos corporales.

### 3.9- Análisis de los Datos

En el presente estudio se emplearon los siguientes estadísticos:

**Estadística descriptiva:** media, desviación típica, valor mínimo, valor máximo; los cuales sirven para resumir la información, comparar y relacionar los datos de cada variable de estudio.

**Estadística correlacional:** correlación de Pearson.

#### **Variables Mecánicas:**

##### **Características Espaciales**

- Distancia horizontal ( $x_x$ ) lograda desde que ejecuta el cabeceo hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo.
- Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón.

##### ***Características Espacio –Temporales***

- Velocidad de Recepción ( $V_{recep}$ ).
- Velocidad de Proyección ( $V_{proy}$ ).
- Velocidad Horizontal de proyección ( $V_{ox}$ ).
- Velocidad Vertical de proyección ( $V_{oy}$ ).

##### ***Característica Cinética***

- Fuerza de impacto ( $F_i$ ) al momento de la recepción

## Posiciones Angular en el cabeceo

- Ángulo de proyección ( $\theta_{\text{proy}}$ ).

## CAPITULO IV ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En esta parte de la investigación se analizaron los resultados obtenidos de los seis jugadores de fútbol de Estudiantes de Mérida, a quienes se les aplicó un estudio para determinar si alguna de las variables mecánicas analizadas intervienen o afectan el cabeceo con salto en el fútbol.

Esta investigación permitió aceptar o rechazar hipótesis al medir la variable dependiente, fuerza de impacto, y las variables independientes, velocidad de recepción ( $V_{\text{recep}}$ ), velocidad de proyección ( $V_{\text{proy}}$ ), velocidad horizontal de proyección ( $V_{x_{\text{proy}}}$ ), velocidad vertical de proyección ( $V_{y_{\text{proy}}}$ ), Distancia Horizontal ( $Dx$ ), Angulo de proyección ( $\theta_{\text{proy}}$ ), Altura Máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón ( $h_{\text{max}}$ )

### 4.1- Característica Cinética

#### Fuerza de impacto $F_i$ (al momento de la recepción del cabeceo)

En el cuadro 5 se presentan los valores obtenidos de la fuerza de impacto que recibe el jugador en el momento del contacto con el balón, observándose para el cabeceo frontal en la distancia de 25 m que hay variación mínima entre los seis sujetos estudiados, con una media de 309.04Nw, al compararla con los datos aportados por los autores puede decirse que se encuentran muy por debajo, entre ellos Steven P. y otros (2003) y Kirkendal, y Garrett, (2001), ofrecen datos de 851-850Nw a 912Nw respectivamente y concluyen que estos producen traumatismos cerebrales, mientras que los datos resultantes de este estudio indican que en este valor (309.04Nw) no existen posibilidades de traumas cerebrales. En la distancia de 10m la fuerza de impacto en el cabeceo frontal arrojó como resultado una media de 199.35 Nw,

que al igual al resultado de los 25m no existen posibilidades de traumas cerebrales (Ver cuadro 5). mientras que para el cabeceo lateral a los 10m la fuerza de impacto arrojó como resultado una media de 198.94 Nw, (Ver cuadro 6), es importante destacar que los seis jugadores arrojaron valores similares en las diferentes distancias y tipos de cabeceo.

Cuadro 5

**A continuación se encuentran los valores correspondientes a la fuerza de impacto que reciben en la cabeza los jugadores, en las distancias de 25m y 10m en el cabeceo frontal, además de los resultados estadísticos.**

**Fuerza de impacto  $F_i$  (al momento de la recepción del cabeceo frontal a los 25m y 10m).**

Jugadores	Fuerza de impacto (Nw) a los 25m	Fuerza de impacto (Nw) a los 10m
1	316.23 Nw	195.92 Nw
2	307.79 Nw	202.11 Nw
3	309.31 Nw	204.36 Nw
4	324.37 Nw	204.75 Nw
5	310.47 Nw	204.60 Nw
6	286.07 Nw	184.37 Nw
Media	309.04 Nw	199.35 Nw
DT	12.79 Nw	8.07 Nw
Máxima	324.37 Nw	204.75 Nw
Mínima	286.07 Nw	184.37 Nw
Steven P. y otros (2003)	851Nw a 912Nw	

Kirkendal, y  
Garrett,  
(2001),

850Nw a 912Nw

Cuadro 6

**El siguiente cuadro muestra los valores correspondientes a la fuerza de impacto que reciben los jugadores al momento del cabeceo lateral, en la distancia de 10m, además los resultados estadísticos.**

**Fuerza de impacto  $F_i$  (al momento de la recepción del cabeceo lateral a los 10m).**

Jugadores	Fuerza de impacto (Nw) 10m
1	189.13 Nw
2	197.44 Nw
3	217.18 Nw
4	205.10 Nw
5	203.89 Nw
6	180.89 Nw
Media	198.94 Nw
DT	12.80 Nw
Máxima	217.18 Nw
Mínima	180.89 Nw

#### 4.2- Características Cinemáticas

**Distancia horizontal  $x_x$  (lograda desde que se ejecuta el cabeceo hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo).**

En los cuadros 7 y 8 se presenta la distancia horizontal alcanzada por la vertical imaginaria de la cabeza del jugador al suelo, hasta el punto donde el balón hace contacto con el suelo, en los cuales se pueden observar los resultados: en la distancia a los 25m en el cabeceo frontal se obtuvo una media de 15.03m con una desviación típica de (+-3,84); el índice de dispersión es bajo lo que indica que los valores se encuentran más homogéneos cerca del valor máximo (18,93m) obtenido por el jugador 6, ya que el valor mínimo es (8,82m), que fue alcanzado por el jugador 1. A los 10m en el cabeceo frontal la distancia alcanzó una media de 7.30m y una desviación típica de (+-1,47); el índice de dispersión es alto lo que indica que los valores se encuentran heterogéneos pero más cerca del valor mínimo (6,04m) obtenido por el jugador 6, ya que el valor máximo es (9,97m), y al no ser posible encontrar datos aportados por otros autores solo se da a conocer la comparación entre las distancias horizontales logradas por los jugadores analizados, en donde se observa que existe un mejor rendimiento al ejecutar el fundamento a una mayor distancia. (Ver cuadro 7).

Y en el cabeceo lateral a los 10m la distancia alcanzó una media de 6.40m, con una desviación típica de (+-2,6); el índice de dispersión es medio ya que los valores se encuentran entre el valor mínimo (3,24m) obtenido por el jugador 6, y el valor máximo (9,97m) alcanzado por el jugador 2, esto, debido a que 3 jugadores obtuvieron valores cerca del máximo y 3 jugadores obtuvieron valores cerca del mínimo, (Ver cuadro 8). Y al realizar la comparación de las distancias obtenidas por los tipos de cabeceo y a las diferentes distancias a los cuales fueron ejecutados se observa que, a menor distancia existe menos rendimiento en la ejecución del cabeceo frontal, por el contrario en el cabeceo lateral en la distancia de 10m el rendimiento fue mejor en comparación con el cabeceo frontal a los 10m, esto debido a que existe mayor flexión lateral de la columna cervical.

Cuadro 7

En el siguiente cuadro se observan las distancias que recorrieron los balones luego del cabeceo frontal de los jugadores en las distancias de 10m y 25m, además los resultados estadísticos.

Distancia horizontal  $x_x$  (lograda desde que ejecuta el cabeceo frontal a los 25m y 10m hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo).

www.bdigital.ula.ve

Jugadores	Distancia horizontal $x_x$ (mts) a los 25m	Distancia horizontal $x_x$ (mts) a los 10m
1	8.82 m	6.65 m
2	14.14 m	9.97 m
3	12.92 m	7.57 m
4	17.26 m	7.48 m
5	18.13 m	6.06 m
6	18.93 m	6.04 m
Media	15.03 m	7.30 m
DT	3.84 m	1.47 m

Máxima	18.93 m	9.97 m
Mínima	8.82 m	6.04 m

---

Cuadro 8

En el siguiente cuadro se puede observar las distancias que recorrieron los balones luego de ejecutarse el cabeceo lateral a los 10m, por los distintos jugadores, además los resultados estadísticos.

**Distancia horizontal  $x_x$  (lograda desde que ejecuta el cabeceo lateral a los 10m hasta el momento que el balón hace contacto con el suelo).**

Jugadores	Distancia horizontal $x_x$ (mts) 10m
1	5 m
2	9.47 m
3	4.13 m
4	9.29 m
5	8.75 m
6	3.24 m

---

Media	6.40 m
DT	2.6 m
Máxima	9.47 m
Mínima	3.24 m

---

### **Velocidad de recepción y velocidad de proyección del centro de gravedad del balón.**

En el cuadro 9 se observa el comportamiento de las velocidades de recepción y de proyección, en donde las medias de las velocidades de proyección en las diferentes distancias, siempre son mayores que la velocidad de recepción. Y se hace hincapié en el cabeceo frontal a los 10m donde la media de la velocidad de proyección obtuvo un valor de 12,07m/s, mientras la media de la velocidad de recepción fue de 7,93m/s, valores muy por encima de los otros resultados ya que entre ellas existe una diferencia de 4,14m/s, lo que indica que probablemente la ejecución técnica en este cabeceo a esta distancia se realizó mejor. Es por esto que en esta tabla se puede observar la influencia que tiene el recibir el balón a cierta velocidad y además al acoplarla con la buena ejecución del cabeceo se puede determinar como aumenta la velocidad de proyección. En el cabeceo frontal a los 25m la media de la velocidad de proyección dio como resultado 13,80m/s y la desviación típica fue de (+0,86), lo que indica el índice de dispersión es que los datos obtenidos por los jugadores son homogéneos, observando que la máxima fue de 14,82m/s obtenida por el jugador 1, mientras la mínima fue de 12,95m/s obtenida por el jugador 3. Y lo que se observa en los cabeceos frontales y laterales en la

distancia de 10m es que los valores continúan siendo homogéneos. En las velocidades de recepción en el cabeceo frontal y lateral no se observa mayor diferencia ya que la media del cabeceo frontal es de 7,93m/s y la media del cabeceo lateral en esta distancia es de 7,98m/s, en el cabeceo frontal a los 25m la media de la velocidad de recepción es de 12,59m/s y observando la máxima con un valor de 13,97m/s se puede decir que es baja ya que al indagar en otros estudios se encontró que Steven P. y otros (2003) y Kirkendal, y Garrett, (2001), ofrecen unos datos de la velocidad de recepción que oscilan entre los 17,88m/s y 18,06m/s. También se puede observar que en el cabeceo frontal a los 25m la mayoría de los jugadores no cabecearon con la suficiente potencia ya que los valores no arrojaron gran diferencia entre la velocidad de recepción y la de proyección. (ver cuadro 9).

www.bdigital.ula.ve

#### Cuadro 9

En el siguiente cuadro se han los valores obtenidos de las velocidades tanto de recepción como de proyección, alcanzada por el balón luego de ejecutarse los cabeceos frontal y lateral respectivamente y en las diversas distancias, además los resultados estadísticos.

Velocidad de recepción, velocidad de proyección del centro de gravedad del balón a las diferentes distancias y tipos de cabeceo.

	25m	25m	10m	10m	10m	10m
Jugador	frontal	frontal	frontal	frontal	lateral	lateral
	$V_{recep.}$	$V_{proy}$	$V_{recep.}$	$V_{proy.}$	$V_{recep}$	$V_{proy.}$
	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)

1	13.97	14.82	7.82	11.46	7.52	6.12
2	12.74	13.16	8.07	13.25	7.82	13.8
3	12.19	12.95	8.07	13.25	8.65	11.96
4	12.84	12.98	8.16	12.65	8.52	13.91
5	12.31	14.61	8.16	11.54	8.16	9.90
6	11.46	14.26	7.32	10.27	7.23	9.93
Media	12.59	13.80	7.93	12.07	7.98	10.94
DT	0.84	0.86	0.33	1.18	0.57	2.95
Máxima	13.97	14.82	8.16	13.25	8.65	13.91
Minima	11.46	12.95	7.32	10.27	7.23	6.12

Steven

P.

17,8

y otros

8

(2003)

Kirkend

al,

18,0

y

6

Garrett,

(2001),

Velocidad de proyección horizontal y vertical del centro de gravedad del balón a las diferentes distancias y tipos de cabeceo.

En el cuadro 10 se puede observar el comportamiento de las velocidades tanto horizontal como vertical y los promedios que arrojaron los jugadores; la velocidad de proyección horizontal a los 25m en el cabeceo frontal, obtuvo una media de 11,2m y una desviación típica de (+-3,92) lo que indica que el índice de dispersión es alto, por lo tanto los valores se encuentran más homogéneos hacia el valor máximo (15m/s); la velocidad vertical media fue de 5,9m con una desviación típica de (+-4,76) lo que indica que el índice de dispersión es alto, mostrando lo heterogéneo de los valores e indicando que estos se encuentran

más cerca del valor mínimo (-0,6m/s); en los cabeceos tanto frontal como lateral a los 10m las medias de las velocidades horizontales fue de 12m y 10,6m, mientras sus desviaciones típicas son de (+-1,2) y (+-3,03), respectivamente, indicando que los índices de dispersión se aproximan más hacia los valores máximos, al igual que en el cabeceo frontal a los 25m, pero el índice de dispersión de las velocidades verticales en los cabeceos frontales y laterales a los 10m se aproximan más hacia los valores máximos muy por el contrario a el cabeceo frontal a los 25m, al no encontrar datos suministrados por autores en otras investigaciones no se pudo realizar las comparaciones con ellos, pero al comparar las velocidades obtenidas por los jugadores analizados en este estudio se dice que:

Al observar los resultados de la velocidad frontal horizontal a los 25m y al compararla con los resultados de la velocidad frontal horizontal a los 10m se encuentra la diferencia observada en la velocidad vertical lo que llega a variar en gran medida a la velocidad de proyección del centro de gravedad del balón, al igual sucede en la velocidad de proyección en el cabeceo lateral a los 10m. Acentuando que en los cabeceos a los 10m la mayor velocidad la obtuvo el cabeceo lateral con una máxima de 13,8m/s.

#### Cuadro 10

En el siguiente cuadro se observan los valores de las velocidades de proyección horizontal y vertical del centro de gravedad del balón en los diferentes cabeceos y a las diferentes distancias, además los resultados estadísticos.

Velocidad de proyección horizontal y vertical del centro de gravedad del balón a las diferentes distancias y tipos de cabeceo.

	25m	25m	10m	10m	10m	10m
Jugador	frontal	frontal	frontal	frontal	lateral	lateral
	V <sub>horiz.</sub>	V <sub>vert.</sub>	V <sub>horiz.</sub>	V <sub>vert.</sub>	V <sub>horiz.</sub>	V <sub>vert.</sub>
	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
1	15	-0.6	11.40	-1.2	6	1.2
2	5,4	12	13.2	1.2	13.8	0
3	12,6	3	13.2	-1.2	11.4	-3.6
4	7,2	10.8	12.6	-1.2	13.8	0.11
5	13,8	4.8	11.4	-1.8	9.6	2.4
6	13,2	5.4	10.2	-1.2	9	-4.2
Media	11.2	5.9	12	-0.9	10.6	-0.68
DT	3.92	4.76	1.2	1.06	3.03	2.65
Máxima	15	12	13.2	1.2	13.8	2.4
Mínima	5.4	-0.6	10.2	-1.8	6	-4.2

**Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón.**

En el cuadro 11 se observa la altura máxima alcanzada por cada jugador al momento del impacto con el balón, en el cabeceo frontal a los 25m se tiene una media de 2,24m y una desviación típica de (+-0,10), el índice de dispersión muestra como los jugadores alcanzaron una altura muy semejante, donde el que obtuvo el valor máximo fue el jugador 6 (2,35m) y la mínima la alcanzó el jugador 3 (2,08m), en el cabeceo frontal a los 10m se encuentra una media de 2,30m y una desviación típica de (+-0,21) lo que indica el índice de dispersión es que aquí se encuentra la sección más homogénea hacia el valor máximo que es de 2,44m alcanzada por el jugador 4 y debido a esto se tiene que fue el

jugador que ejecutó esta parte técnica con mejor rendimiento. En el cabeceo lateral a los 10m ocurre algo muy parecido al cabeceo frontal a los 25m, sin embargo se encuentran las menores alturas conseguidas por los jugadores.

www.bdigital.ula.ve

#### Cuadro 11

En el siguiente cuadro se observan los datos de la altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón en los diferentes cabeceos y distancias, además los resultados estadísticos.

#### **Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón.**

	25m	10m	10m
Jugador	frontal	frontal	lateral
	$h_{\text{máx.}}$	$h_{\text{máx.}}$	$h_{\text{máx.}}$
	(m)	(m)	(m)

1	2,32	2,37	2,41
2	2,21	1,89	2,31
3	2,08	2,30	1,95
4	2,29	2,44	2,15
5	2,16	2,34	1,89
6	2,35	2,43	2,15
Media	2,24	2,30	2,14
DT	0,10	0,21	0,20
Máxima	2,35	2,44	2,41
Mínima	2,08	1,89	1,89

www.bdigital.ula.ve

#### 4.3- Posiciones angulares del balón

##### Angulo de proyección del balón luego del cabeceo frontal a los 25m y 10m

En el cuadro 12 se presentan los diferentes ángulos de proyección del balón en el momento del cabeceo, en donde se observa que la media del ángulo de proyección en el cabeceo frontal a los 25m es de 29,21°, y la desviación típica de (+-26,27) lo que indica que, el índice de dispersión que presentan los jugadores objeto de este estudio es alto al igual que en los cabeceos frontal y lateral a los 10 m, respectivamente, debido a estos resultados se puede observar que no existió un punto de referencia exacto hacia donde los jugadores deberían cabecear el balón, ya que el mismo fue

proyectado en algunos casos hacia arriba, al frente o hacia abajo. Al observar el cuadro 10 y comparar las velocidades horizontales y verticales y el ángulo de proyección de estos jugadores, se puede decir, que cuando la velocidad horizontal es mayor a la velocidad vertical el ángulo se encuentra más cerca de los  $0^\circ$ , lo que quiere decir que cuando el balón sale proyectado más a la vertical que a la horizontal la velocidad horizontal disminuye, por lo tanto la velocidad de proyección también disminuye y en consecuencia aumenta el ángulo de proyección. Y si lo que se deseaba era mayor distancia horizontal, los ángulos tendrían que ser positivos cerca de los  $0^\circ$ , y en gran parte estos valores se encuentran en el cabeceo frontal a los 25m, lo que indica que el balón salió proyectado un poco hacia arriba y al frente. Pero al no encontrar datos que suministren información sobre el ángulo de proyección del balón de estudios realizados se llevo a cabo la comparación entre los jugadores analizados en este estudio,

www.bdigital.ula.ve

#### Cuadro 12

En el siguiente cuadro se observan los datos de los ángulos de proyección del balón en los diferentes cabeceos y distancias, además los resultados estadísticos.

#### **Angulo de proyección del balón luego del cabeceo frontal y lateral a los 25m y 10m**

	Frontal	Frontal	Lateral
Jugadores	Angulo de proyección	Angulo de proyección	Angulo de proyección
	$(\theta_{\text{proy}})$ 25m	$(\theta_{\text{proy}})$ 10m	$(\theta_{\text{proy}})$ 10m

---

1	-2.29°	-6.01°	11.31°
2	65.77°	5.19°	0°
3	13.39°	-5.19°	- 17.53°
4	56.31°	-5.44°	0.46°
5	19.18°	-8.97°	14.04°
6	22.25°	-6.71°	- 25.02°

---

Media	29.21°	-4.52°	-2.79°
DT	26.27°	4.95°	15.57°
Máxima	65.77°	5.19°	14.04°
Mínima	-2.29°	-8.97°	- 25.02°

---

www.bdigital.ula.ve

#### 4.4- Características Estructurales

Análisis muscular de la columna cervical y dorso lumbar del cabeceo con salto frontal y lateral a los 25m y 10m.

En el análisis muscular realizado se puede observar que en el cabeceo frontal el músculo que actúa como principal en la flexión de la columna cervical es el esternocleidomastoideo, el cual trabaja en conjunto con unos músculos accesorios denominados los tres escálenos y los músculos prevertebrales, en la columna dorso lumbar actúan como músculos principales los abdominales acotando que trabajan los músculos derechos e izquierdos y en la cual se lleva a cabo una contracción concéntrica ya que el músculo realiza una tensión y su longitud se acorta.

En el cabeceo lateral se observa que los músculos que actúan como principales en la flexión lateral de la columna cervical son: el esternocleidomastoideo, los tres escálenos, los erectores de la columna, esplenios, semiespinoso cervical, complejo mayor e íntertransverso; los cuales trabajan en conjunto con los músculos prevertebrales que actúan como accesorios, aquí al igual que en el cabeceo lateral se realiza una contracción concéntrica, sin olvidar que los músculos nombrados son del lateral izquierdo de la columna cervical y dorso lumbar ya que el cabeceo se ejecutó hacia ese lado.

En los siguientes cuadros se observa el análisis muscular de algunos jugadores estudiados, en los cuales indicaran los músculos principales y accesorios que intervienen en las acciones:

Cuadro 13

Análisis del movimiento: columna cervical, dorso lumbar lumbar del cabeceo frontal a los 25mts y 10mts respectivamente jugador: Josimar García

Nombre de la Articulación	Posición Inicial	Fig.	Acción Articular Observada	Tipo de contracción	Grupo muscular activado	Músculos específicos que intervienen
Columna cervical	Extensión	1-7	Flexión	Concéntrica	Flexores	* Esternocleidomastoideo ° Tres escálenos ° Músculos pre-vertebrales Nota: Izquierdos y derechos.
Columna dorso-lumbar	Extensión	1-7	Flexión	Concéntrica	Flexores	* Músculos abdominales: (Recto mayor, Oblicuo mayor, Oblicuo menor) ° (Psoas y transverso del abdomen) Nota: Izquierdos y derechos.

\* músculos principales

° músculos accesorios

Cuadro 14

Análisis del movimiento: columna cervical, lumbar y torácica cabeceo lateral a los 10mts Fabio Rodighero

Nombre de la Articulación	Posición Inicial	Fig.	Acción Articular Observada	Tipo de contracción	Grupo muscular activado	Músculos específicos que intervienen
Columna cervical	Flexión lateral derecha	1-7	Flexión lateral izquierda	Concéntrica	Flexores	* Esternocleidomastoideo * Tres escálenos ° Músculos prevertebrales * Erectores de la columna * Esplenios * Semiespinoso Cervical * Complejo Mayor * Músculos Espinales: intertransversos. Nota: Músculos Izquierdos.
Columna dorso-lumbar	Flexión lateral derecha	1-7	Flexión lateral izquierda	Concéntrica	Flexores	* Oblicuos: Mayor y Menor * Cuadrado Lumbar * Erectores de la columna. (Iliocostal Dorsal, Iliocostal Lumbar, Dorsal Largo) * Músculos Espinales: intertransversos. ° Recto Mayor Nota: Músculos Izquierdos.

\* músculos principales

° músculos accesorios

#### 4.4- Correlación de Pearson

Los resultados arrojados por la correlación de Pearson demuestran lo siguiente:

##### **Relación entre la variable dependiente con las independientes**

- La variable dependiente fuerza de impacto (FI) en el cabeceo a los 10m, es 0,994, esto indica que hay una correlación altamente significativa y es directamente proporcional con la velocidad de recepción del balón (Vrb), además con 0,807 en la velocidad de proyección del balón (Vpb) y con 0,794 en la velocidad horizontal de proyección del balón (Vhpb), lo que indica que con estas variables también existe una correlación significativa y es directamente proporcional.
- La variable dependiente fuerza de impacto (FI) en el cabeceo lateral, es 0,966, esto indica que hay una correlación altamente significativa y es directamente proporcional con la velocidad de recepción del balón (Vrb).
- La variable dependiente fuerza de impacto (FI) no va a tener ningún tipo de relación con las variables independientes: Distancia horizontal (Dh), Velocidad vertical de proyección del balón (Vvpb), Ángulo de proyección del balón (Apb) o Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón (hmax)

##### **Relación entre la variables independientes**

- La variable independiente distancia horizontal (Dh) en el cabeceo a los 25m, es  $-0,783$  esto indica que hay una correlación significativa y es inversamente proporcional con la velocidad de recepción del balón (Vrb).

- La variable independiente distancia horizontal ( $D_h$ ) en el cabeceo a los 10m, es 0,799 y 0,793 esto indica que hay una correlación significativa y es directamente proporcional con la velocidad horizontal de proyección del balón ( $V_{hpb}$ ) y velocidad de proyección del balón ( $V_{pb}$ ) respectivamente, pero además es de 0,923 y 0,938 lo que indica que hay una correlación altamente significativa y es directamente proporcional con velocidad vertical de proyección del balón ( $V_{vpb}$ ) y ángulo de proyección del balón ( $A_{pb}$ ) respectivamente.
- La variable independiente distancia horizontal ( $D_h$ ) en el cabeceo lateral no posee relación con ninguna variable independiente.
- La variable independiente distancia horizontal ( $D_h$ ) en los cabeceos estudiados en las diversas distancias no posee relación con las variables independientes: ángulo de proyección del balón ( $A_{pb}$ ) o Altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón ( $h_{max}$ )
- La variable independiente velocidad de proyección del balón ( $V_{pb}$ ) en el cabeceo a los 25m, es 0,754 esto indica que hay una correlación significativa y es directamente proporcional con la velocidad horizontal de proyección del balón ( $V_{hpb}$ ). Además con las otras variables independientes que intervienen no posee ninguna relación.
- La variable independiente velocidad de proyección del balón ( $V_{pb}$ ) en el cabeceo a los 10m, es 0,782 esto indica que hay una correlación significativa y es directamente proporcional con la velocidad de recepción del balón ( $V_{rb}$ ), además es de 1,000 lo que indica que es altamente significativa y es directamente proporcional con la velocidad horizontal de proyección del balón ( $V_{hpb}$ ).
- La variable independiente velocidad vertical de proyección del balón ( $V_{vpb}$ ) en los diferentes cabeceos y distancias, es 0,991, 0,997 y 0,991 respectivamente por el cual es altamente significativo y presenta una correlación directamente proporcional con el ángulo de proyección del

balón (A<sub>pb</sub>), además es  $-0,939$  lo que indica que hay una correlación altamente significativa y es inversamente proporcional con la velocidad horizontal de proyección del balón (V<sub>hpb</sub>).

- La variable independiente velocidad horizontal de proyección del balón (V<sub>hpb</sub>) en el cabeceo a los 25m es  $-0,974$  lo que indica que hay una correlación altamente significativa y es inversamente proporcional con el ángulo de proyección del balón (A<sub>pb</sub>).
- La variable independiente velocidad horizontal de proyección del balón (V<sub>hpb</sub>) no posee ninguna relación con la variable: altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón (h<sub>max</sub>).

La correlación de Pearson también muestra que la variable independiente altura máxima alcanzada por el jugador al momento del impacto con el balón (h<sub>max</sub>) no posee relación con ninguna de las otras variables independientes.

A continuación se observan los cuadros de los resultados estadísticos de la correlación de Pearson:

### Cuadro 15

Correlaciones de Pearson en los cabeceos a los 25m

		FI 25mts	Dh 25mts	Vpb 25mts	Vvpb 25mts	Vhpb 25mts	Vr 25mts	Apb 25mts	hmax 25m
FI 25mts	C P	1,000	-,387	-,268	,098	-,274	,729	,169	,018
Dh 25mts	C P		1,000	-,114	,510	-,192	-,783	,394	,222
Vpb 25mts	C P			1,000	-,654	,754	,204	-,674	,349
Vvpb 25mts	C P				1,000	-,939	-,241	,991	-,487
Vhpb 25mts	C P					1,000	-,011	-,974	,608
Vr 25mts	C P						1,000	-,129	-,103
Apb 25mts	C P							1,000	-,544
hmax 25m	C P								1,000

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

FI: Fuerza de impacto

Dh: Distancia horizontal

Vpb: Velocidad de proyección del balón

Vvpb: Velocidad vertical de proyección del balón

Vhpb: Velocidad horizontal de proyección del balón

Vr: Velocidad de recepción

Apb: Angulo de proyección del balón

hmax: altura máxima

### Cuadro 16

Correlaciones de Pearson en los cabeceos a los 25m

		FI 10mts	Dh 10mts	Vpb 10mts	Vvpb 10mts	Vhpb 10mts	Vr 10mts	Apb 10mts	hmax 10m
FI 10mts	C P	1,000	,410	,807	,081	,794	,994	,092	-,707
Dh 10mts	C P		1,000	,793	,923	,799	,422	,938	-,270
Vpb 10mts	C P			1,000	,504	1,000	,782	,538	-,651
Vvpb 10mts	C P				1,000	,511	,112	,997	-,027
Vhpb 10mts	C P					1,000	,768	,547	-,637
Vr 10mts	C P						1,000	,116	-,648
Apb 10mts	C P							1,000	-,047
hmax 10m	C P								1,000

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

FI: Fuerza de impacto

Dh: Distancia horizontal

Vpb: Velocidad de proyección del balón

Vvpb: Velocidad vertical de proyección del balón

Vhpb: Velocidad horizontal de proyección del balón

Vr: Velocidad de recepción

Apb: Angulo de proyección del balón

hmax: altura máxima

### Cuadro 17

Correlaciones de Pearson en los cabeceos a los 25m

		FI lateral	Dh lateral	Vpb lateral	Vvpb lateral	Vhpb lateral	Vr lateral	Apb lateral	hmax lateral
FI Lateral	C P	1,000	,296	,480	,498	,072	,966	,103	-,594
Dh Lateral	C P		1,000	,542	,616	,714	,376	,642	-,007
Vpb Lateral	C P			1,000	,994	-,189	,558	-,263	-,247
Vvpb Lateral	C P				1,000	-,093	,576	-,164	-,193
Vhpb Lateral	C P					1,000	,093	,991	,144
Vr Lateral	C P						1,000	,106	-,580
Apb Lateral	C P							1,000	,172
hmax lateral	C P								1,000

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

FI: Fuerza de impacto

Dh: Distancia horizontal

Vpb: Velocidad de proyección del balón

Vvpb: Velocidad vertical de proyección del balón

V<sub>hpb</sub>: Velocidad horizontal de proyección del balón

V<sub>r</sub>: Velocidad de recepción

A<sub>pb</sub>: Angulo de proyección del balón

h<sub>max</sub>: altura máxima

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

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

El propósito fundamental de esta investigación fue detectar que variables independientes actúan sobre la variable dependiente (Fuerza de impacto) en la ejecución del cabeceo con salto en el fútbol. Este estudio se realizó a seis jugadores del equipo estudiantes de Mérida, luego de haber expuesto lo anterior se concluye de la siguiente manera:

1. La fuerza de impacto a la cual se expusieron los jugadores se observan datos muy por debajo de los suministrados por los estudios que realizaron los autores Steven P. y otros (2003) y Kirkendal, y Garrett, (2001), (850Nw a 912Nw), además, ellos comentan sobre un posible micro traumatismo a nivel cerebral si el balón golpea a un jugador con la fuerza antes mencionada, esto indica que los resultados tomados de esta investigación permiten concluir que aquí no hay posibilidad de ningún trauma cerebral, ya que la fuerza máxima de impacto es la del jugador 4 de 324Nw, (ver cuadro 6), además de esto también se puede concluir, que la fuerza de impacto va a depender en gran medida de la velocidad de recepción del balón, velocidad de proyección del balón y velocidad horizontal de proyección del balón, como se puede ver estas variables independientes si influyen sobre la variable dependiente fuerza de impacto, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.
2. La distancia horizontal media registrada en el cabeceo frontal a los 25m por los jugadores es de 15,03m en donde el jugador seis fue el que

obtuvo la distancia máxima con 18,93m y la distancia mínima es del jugador dos con 8,92m, por lo tanto se concluye que, en este tipo de cabeceo a esta distancia el jugador seis realizó un despeje y el jugador dos ejecuto un cabeceo de definición o pase corto. Al igual que en los cabeceos frontal y lateral a los 10m los jugadores pudieron haber buscado la misma meta. Como ya se sabe la distancia horizontal es afectada por otras variables independientes y no por la variable dependiente, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

3. La media de la velocidad de recepción del balón que alcanzaron los seis jugadores analizados es baja en comparación a las reportadas por los autores Steven P. y otros (2003) y Kirkendal, y Garrett, (2001), (17,88m/s y 18,06m/s), en la cual se concluye que una disminución o un aumento excesivo podría repercutir en la fuerza de impacto y por ello la variable independiente velocidad de recepción si influye en la variable dependiente fuerza de impacto, por lo tanto se rechaza la hipótesis específica nula y se acepta la alterna.

4. En la media de la velocidad de proyección del balón lograda por los seis jugadores no se consiguió gran variabilidad pero se debe decir que el componente de la velocidad de proyección como lo es la velocidad horizontal va a repercutir en gran medida, debido a que si aumenta la velocidad horizontal disminuye la velocidad vertical y esto trae como consecuencia que se logre una mayor distancia horizontal pero al adquirir un ángulo de proyección negativo la distancia horizontal va a disminuir. Haciendo una interpretación de lo antes expuesto, se concluye que, la velocidad de proyección debe estar compuesta en gran medida por la componente horizontal y en menor proporción por la componente

vertical, además de obtener un ángulo con valores positivos lo cual va a depender de la calidad técnica del jugador. Como se puede observar la variable independiente velocidad de proyección si va a influir en la variable dependiente fuerza de impacto, entonces se acepta la hipótesis general alterna y se rechaza la nula.

5. En la velocidad horizontal de proyección los valores medios obtenidos por los jugadores no varían en gran medida. Sin embargo, aclarando que cuando aumenta la velocidad horizontal disminuye la velocidad vertical y viceversa, esto afecta de alguna manera la velocidad de proyección y conociendo que la variable independiente velocidad de proyección del balón varia a la variable dependiente fuerza de impacto, se concluye que se acepta la hipótesis general alterna y se rechaza la nula.

6. En la velocidad vertical de proyección se puede decir que, el resultado promedio de los jugadores es bajo ya que un aumento excesivo traería como consecuencia una disminución de la distancia horizontal del balón, entonces se concluye que, la variable independiente velocidad vertical de proyección del balón no influye en la variable dependiente fuerza de impacto entonces se acepta la hipótesis general nula y se rechaza la alterna.

7. El promedio de los ángulos de proyección del balón en los jugadores analizados si varían en gran medida, lo que permite concluir que unos jugadores realizan el fundamento del cabeceo más dirigido hacia arriba, abajo o hacia adelante. Y como esta variable solo afecta la velocidad vertical de proyección del balón se concluye que la variable independiente ángulo de proyección del balón no influye sobre la variable

dependiente fuerza de impacto por lo tanto se acepta la hipótesis general nula y se rechaza la alterna.

8. Con respecto a las alturas máximas conseguidas por los jugadores se concluye que no viene a afectar ninguna variable independiente debido a esto tampoco influye en la variable dependiente fuerza de impacto por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna.

### **Recomendaciones**

En función de los resultados obtenidos del estudio comparativo realizado a seis jugadores de fútbol profesional del equipo de estudiantes de Mérida en el fundamento del cabeceo frontal y lateral con salto se recomienda:

- 1) Presentar estos resultados a los entrenadores y atletas que conviven día a día con esta disciplina deportiva del fútbol, y específicamente a los jugadores involucrados.
- 2) Mejorar la técnica del cabeceo tanto frontal como lateral en los jugadores ya que por muy pequeño que parezca el error técnico puede perjudicar en gran medida el resultado.
- 3) Ir al encuentro del balón, no esperarlo ya que esto provocaría que la fuerza de impacto produzca daños momentáneos como mareos y hasta pérdida del conocimiento.
- 4) Mejorar la velocidad de proyección ya que esta es considerado el motor principal para la máxima distancia horizontal.

- 5) Al momento del cabeceo realizarlo en la máxima altura ya que se puede alcanzar una mayor distancia horizontal, pero sin intentar aumentar la velocidad vertical de proyección del balón, debido a que esta disminuiría la velocidad horizontal de proyección del balón.
- 6) Aumentar el ángulo de proyección a valores positivos ya que esto permitirá una mayor distancia horizontal.
- 7) Tomar en cuenta en los procesos de planificación específica el fortalecimiento de los grupos musculares que intervienen en el fundamento del cabeceo frontal y lateral en el fútbol.
- 8) Que los entrenadores se informen más sobre la biomecánica deportiva, ya que esta brinda la posibilidad de conocer otros factores que van más allá de los que están a simple vista, trayéndole satisfactorios resultados, y así contribuir con la evolución del deporte en nuestro país.
- 9) Que esta investigación sirva como motivación para otros investigadores que deseen realizar un estudio de este tipo.

## REFERENCIAS

- Aguado, X. (1993). Eficacia y Técnica Deportiva. España. INDE Publicaciones
- Araucaria, (2000). El sistema muscular. Extraído abril 26, 2005, de la World Wide Web: <http://www.araucana2000.cl>.
- Azpeitia, J y Soto, J. (1999). Biomecánica y Entrenamiento Deportivo. Argentina, Pila Teleña.
- Babbs. (2001). Biomechanics of heading a soccer ball: implications for player safety. Extraído febrero 20, 2005 de la World Wide Web: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=12806070&dopt=Abstract.htm](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12806070&dopt=Abstract.htm)
- Bauer J. A., Thomas T. S., Cauraugh J. H., Kaminski T. W., Hass C. J. (2001). Afecta las fuerzas y la actividad del músculo del cuello la dirección del cabeceo de los jugadores femeninos colegiales del fútbol. Extraído febrero 21, 2005 de la World Wide Web: <http://www.tiburonsoccer.org/equipment/safety1.htm>
- Bayly P. y Genin I. (2003). Mecánicas de lesión traumática suave del cerebro. Extraído febrero 23, 2005 de la World Wide Web: <http://biomechanics.wustl.edu/research/brain.injury>
- Berrio, A. (1978). ¿Quieres ser futbolista?. Barcelona España, Hispano Europea.

Brett E. Y Suarez W. (1993). Física. Caracas Venezuela, Logos C.A

Busch, W. (1976). Fútbol en la escuela. Buenos Aires: Kapelusz.

Clues, A. (1982). Fútbol para entrenadores y jugadores. México: Continental.

Draskovic, D. (1989). FÚTBOL, seleccionar, enseñar, perfeccionar, entrenar, competir. Quito Ecuador: Luz de América.

El web de la espalda. (2003). Entrenamiento en gimnasios. Extraído mayo 13, 2005. de la World Wide Web: <http://www.espalda.org>

Expertos del fútbol. (2005). Cabecear un balón de fútbol. Extraído marzo 09, 2005. de la World Wide Web: <http://www.expertfootball.com>

Greenwood, Michels, Weisweiler y otros. (1987). Fútbol, entrenamiento al estilo Europeo. Barcelona España: Hispano Europea.

Grosser, M., Bruggemann, P. y Zintl, F. (1990). Alto Rendimiento Deportivo, Planificación y Desarrollo. México: Roca, S.A.

Gurtubay, F. (2005). Ejercicios para fortalecer el cuello. Extraído mayo 16, 2005. de la World Wide Web: <http://www.radioformula.com.mx/rf2001.asp?ID2=28735>

Hernández, A. (1994) Características biomecánicas de los tres últimos pasos de la carrera de impulso y despegue del salto largo de Miguel Padrón. Mérida - Venezuela.. Pag, 31

Hernández, A. (2.003). ABIOMO 2.0 - Análisis Biomecánico del Movimiento Humano”, Software, Laboratorio de Biomecánica, Dpto. de Educación Física. ULA. Mérida

Hernández, A. (2.004). El Movimiento del Cuerpo Humano. Mérida Venezuela. ULA.

Hernández, Collado y Baptista (1997) Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas Venezuela.

Infofitness, (2002). La sesión de 10 minutos. Extraído marzo 23, 2005. de la World Wide Web: <http://www.shoppingba.infobae.com>

Kirkendall D. y Garrett G. (2001). Heading in Soccer: Integral Skill or Grounds for Cognitive Dysfunction? 26/02/05 de la World Wide Web: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=161559>

Lopategui E. (2000). Articulaciones y movimientos. Extraído Noviembre 25, 2005, de la World Wide Web: <http://www.saludmed.com/>

Lopategui, E. (2000). Principios de Biomecánica. San Juan – Puerto Rico Interamericana, S.A.

Musculación.net. (2005). Ejercicios, Entrenamientos y Rutinas. Extraído abril 25, 2005. de la World Wide Web: <http://www.musculacion.net>

Naunheim RS, Bayly PV, Standeven J, Neubauer JS, Lewis LM, Genin GM. (2003). Linear and angular head accelerations during heading of a soccer ball. Extraído febrero 20, 2005. de la World Wide Web: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=12900697.htm](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12900697.htm)

Navarro, F (1978), Pedagogía de la Natación. Madrid España. Miñón.

Olivares, H., Pila, A., (1978). Guía práctica del entrenador de fútbol. Madrid: Augusto E. Pila Teleña.

Paint, (2000), Crea y modifica dibujos. Muestra y modifica fotografías digitalizadas. Aplicación de Windows Profesional.

Puleva salud. (2005). Ejercicios para tú cuello. Extraído abril 19, 2005. de la World Wide Web: <http://www.pulevasalud.com>

Steven P. Broglio, Yan-Ying Ju, Michael D. Broglio, y Timothy C. Venderse, (2003). The Efficacy of Soccer Headgear. 19/02/05 de la World Wide Web: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=233175.htm>

Sneyers, J., (1989). FÚTBOL, Manual de entrenamiento. Barcelona España Hispano Europea.

Tavard, A. (1997). Enciclopedia Metódica. Barcelona Agrupación editorial, S.A.

Ulloa, J. (2001). Papel de la velocidad en los resultados en los lanzamientos. 12/03/04 de la World Wide Web: <http://www.efdeportes.com>

Vargas R. (1998). Teoría del entrenamiento. México Universidad Autónoma de México.

Wilson, J. (2003), Física. Segunda Edición. Editorial Progreso, S.A de C.V. Colombia Sta. Ma. La Rivera

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

## ANEXOS

### Ejercicios para mejorar el fundamento técnico del cabeceo en el fútbol frontal y lateral.

1. Los jugadores forman un círculo de unos 15 metros de diámetro. Uno de ellos se coloca en el centro y lanza el balón por turno hacia los compañeros, y este se lo devuelve con la cabeza a las manos. Los jugadores se turnan en el centro para que todos adquieran la misma práctica en el juego de cabeza. (Clues, A. 1982). (Ve grafico 23).
2. Los jugadores forman un círculo de 15 metros de diámetro, pero en vez de cabecear desde posiciones estacionarias trotan suave alrededor del círculo en cualquiera de las dos direcciones, un jugador que se ubica en el centro les lanza el balón por turno. Después de un período de práctica, trotando en la dirección contraria, para practicar el juego de cabeza por el otro lado. Este ejercicio constituye un excelente entrenamiento en desviar el balón con la cabeza. (Clues, A. 1982). (Ve grafico 23).



- ←→ M. de los jugadores
- Jugadores
- Trayectoria del balón

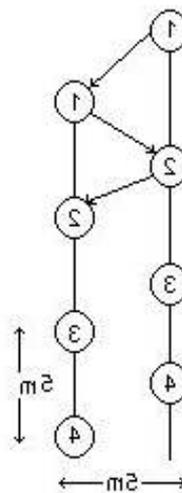
**Grafico 23.** Ejercicio 1 y 2.

Tomado de: Clues, A. (1982), Fútbol para entrenadores y jugadores. México. Pag. 46.

www.bdigital.ula.ve

3. Los jugadores se alinean en dos columnas colocados de frente y separados unos cinco metros entre sí. Las columnas, que también distarán cinco metros, se escalonan de forma que cada jugador se encuentre frente al espacio libre entre dos jugadores de la columna opuesta. El ejercicio empieza lanzando el balón al primer jugador de una columna, quien lo golpea de cabeza de la de enfrente, éste, a su vez, lo cabecea hacia el segundo de la primera columna, y así sucesivamente hasta que el balón recorra ambas en toda su longitud. (Clues, A. 1982). (Ver grafico 24).

④ Jugadores

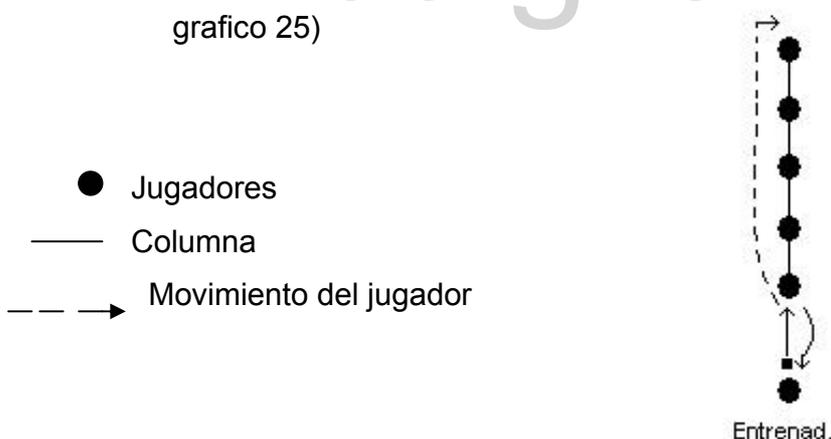


- Trayectoria del balón
- Columnas

Grafico 24. Ejercicio 3.

Tomado de: Clues, A. (1982), Fútbol para entrenadores y jugadores. México. Pag. 46.

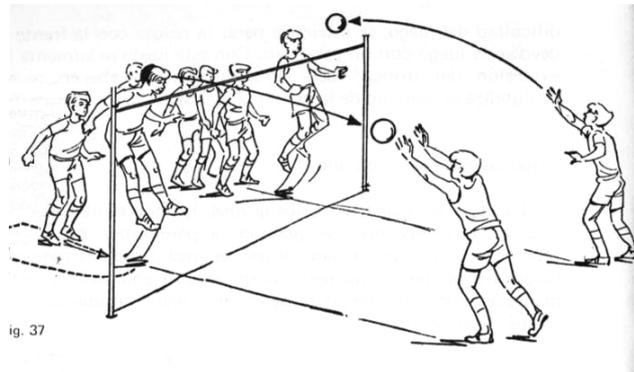
4. Un grupo de jugadores se forma en línea recta dando frente al entrenador que se coloca a la cabeza de la fila. Este lanza el balón al primer jugador, el cual lo devuelve de cabeza y sale corriendo a la parte final de la línea recta que formaron los jugadores. El entrenador repite esta maniobra con el segundo jugador y así sucesivamente hasta que todos los jugadores realicen este fundamento. (Clues, A. 1982). (Ver grafico 25)



**Grafico 25.** Ejercicio 4.

5. Cabeceo sobre una cuerda: Su finalidad realizar el cabeceo con salto, se colocan dos columnas de uno de los lados donde se coloca la cuerda, al otro lado, se colocan dos jugadores que serán los encargados de lanzar el balón a cada una de las columnas que se encuentran ubicadas en el

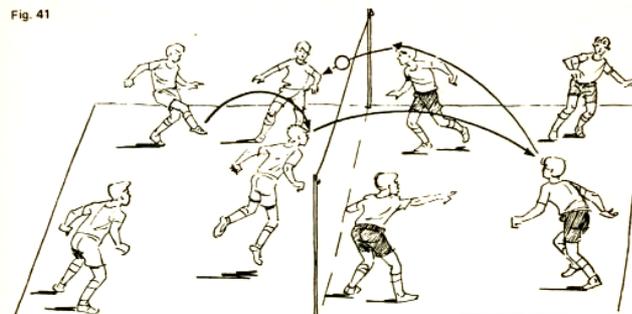
otro extremo, el jugador que lanza el balón lo hará de manera tal que la misma pase rasante por encima de la cuerda. La tarea de cada uno de los otros jugadores de la columna consiste en saltar a tiempo, cabecear el balón hacia las manos del lanzador y correr a ubicarse detrás de la columna. (Busch, W. 1976). (Ver grafico 26)



**Grafico 26.** Ejercicio 5.

Tomado de: Busch W. (1976) Fútbol en la escuela. Buenos Aires Argentina. Pag.38.

6. Tenis de cabeza en el fútbol: Compiten cuatro jugadores en cada campo, dos como delanteros y dos como zagueros. El pase del balón al campo adversario está a cargo de los primeros y se hace por intermedio de cabezazos, en tanto que los segundos son los encargados de pasar el balón a los delanteros, para lo cual pueden recurrir tanto al cabezazo como al puntapié. (Busch, W. 1976). (Ver grafico 27)



**Grafico 27.** Ejercicio 6.

Tomado de: Busch W. (1976) Fútbol en la escuela. Buenos Aires Argentina. Pag.41

7. Juego de cabeza en el fútbol por pareja: Dos jugadores se ubican enfrentados, a una distancia de tres a cinco metros, y cabecean el balón del uno al otro. Variante. Uno de los jugadores cabecea; el otro ataja el balón con las manos y la devuelve de inmediato al jugador que está realizando el fundamento para continuar con el mismo. (Busch, W. 1976). (Ver grafico 28).

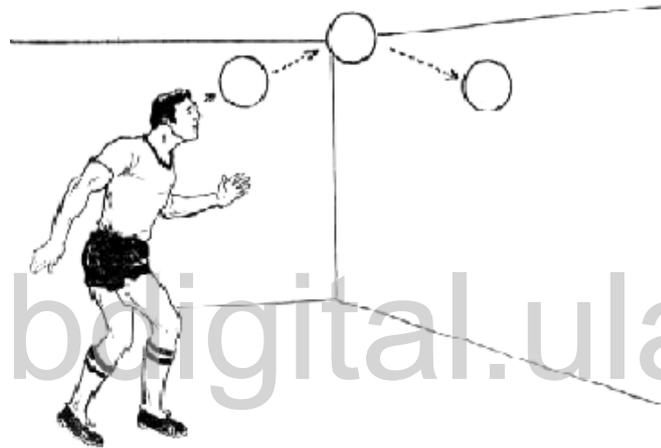


**Grafico 28.** Ejercicio 7.

Tomado de: Busch W. (1976) Fútbol en la escuela. Buenos Aires Argentina. Pag.35  
Modificado por: Omar Mora y José Rodríguez

8. Toque del balón con la cabeza rebotándolo contra la pared: Impulsando el balón con las manos contra la pared, a una altura de unos cincuenta centímetros más de tu estatura; te colocas a unos dos metros aproximadamente de distancia, recibes el balón con la parte frontal de la cabeza donde se inicia el cabello, das un toque para que vuelva a la pared para que rebote sobre ella y regrese a la cabeza; si la pared es larga y algo alta, debes ir cambiando de posición hacia la derecha y hacia la izquierda para acostumbrarte a moverte rápido. Cuando hayas dominado este ejercicio a la distancia de dos a tres metros de la pared,

debes ir retirándote, gradualmente, hasta que llegues a la distancia máxima que se pueda, para acostumbrarse a generar contundencia y seguridad en este toque. Este ejercicio se puede realizar ubicando el cuerpo en tres posiciones (parado, apoyado en el suelo con las articulaciones de las rodillas y sentado sobre el suelo). (Berrio, A. 1978). (Ver grafico 29)



**Grafico 29.** Ejercicio 8.

Tomado de: Berrio, A. (1978) ¿Quieres ser futbolista? Barcelona España. Pag. 60.

9. Toque del balón con el lateral derecho e izquierdo de la cabeza sobre la pared: Procede igual que el ejercicio anterior, únicamente que se recibe el balón con la parte derecha o izquierda de la cabeza para acostumbrarse a dar los toques laterales. (Berrio, A. 1978). (Ver grafico 30).

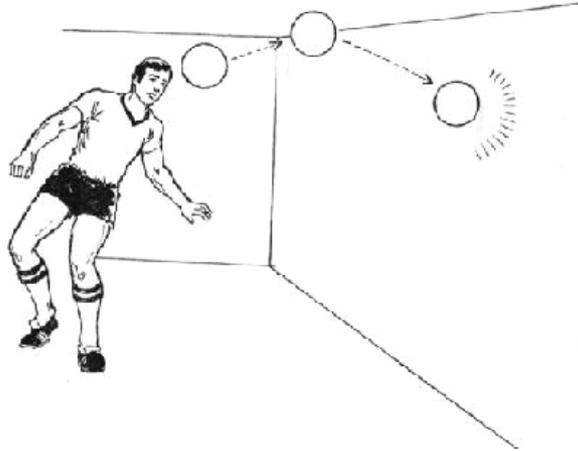
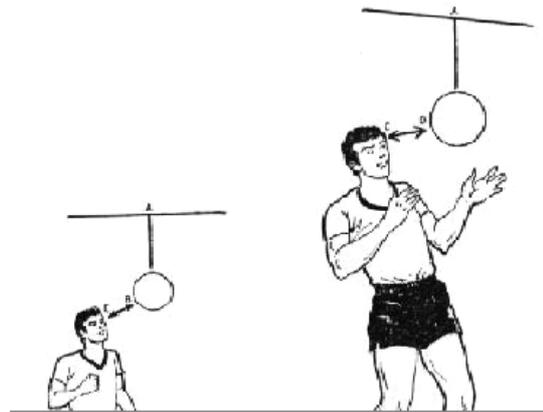


Grafico 30. Ejercicio 9.

www.bdigital.ula.ve

Tomado de: Berrio, A. (1978) ¿Quieres ser futbolista? Barcelona España. Pag. 61.

10. La horca: Utilizando una malla, se cuelga el balón de una superficie alta, el jugador saltará tratando de conseguir la altura del balón y luego ejecutará el fundamento del cabeceo. Al graduar bien la altura del balón, se puede dar un ritmo uniforme a cada salto. Al principio la altura será menor, sobrepasando apenas la del propio jugador que va a ejercitarse, a medida que el jugador perfeccione el cabeceo se va aumentando gradualmente la altura del balón. (Olivares, H., Pila, A. 1978). (Ver grafico 31).



**Grafico 31.** Ejercicio 10.

www.bdigital.ula.ve

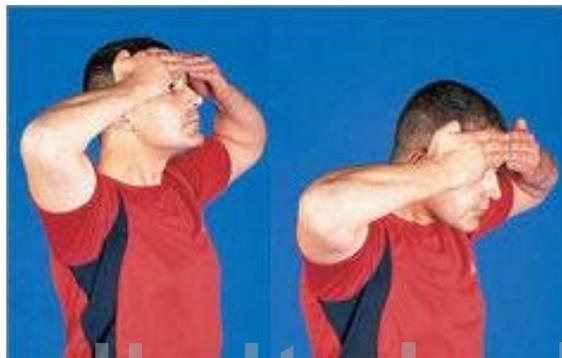
Tomado de: Berrio, A. (1978) ¿Quieres ser futbolista? Barcelona España. Pag. 69.

### **Ejercicios para fortalecer los músculos de la columna cervical, dorso lumbar y abdominal**

- **Columna cervical**

PulevaSalud (2005), "En muchos deportes un cuello fuerte es fundamental; además, en la vida diaria, una musculatura de la cabeza lo suficientemente fuerte evitará molestias cervicales, contracturas y otros problemas derivados de la sobrecarga que producen sencillos actos cotidianos". (Gurtubay F. 2005), agrega que se debe aplicar una resistencia con la mano de un (25%). Además ofrecen tres ejercicios para fortalecer los músculos que permiten al cuello ejecutar algunos movimientos:

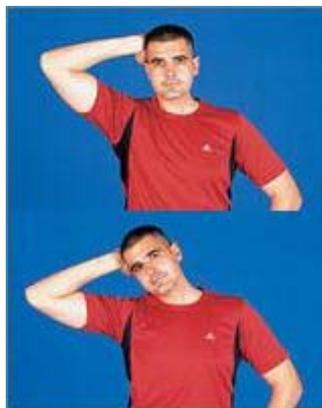
1. Flexión frontal: Sentado con la cabeza vertical y presionando las manos sobre la frente mientras se hace fuerza con la cabeza para llevarla adelante. Comienza con la frente mirando hacia el techo y avanza la cabeza hasta que quede casi horizontal orientada hacia abajo. (Ver grafico 32)



**Grafico 32.** Ejercicio 1.

Tomado de la World Wide Web, PulevaSalud. 19 de abril 2005.

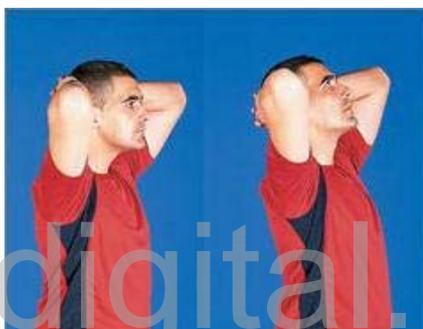
2. Flexión lateral: Apoyando la mano en la sien, se trata de llevar la cabeza hacia el hombro ofreciendo resistencia con el brazo. El movimiento ha de ir desde la vertical hasta que la oreja queda prácticamente apuntando hacia el techo. Realizarlo para ambos lados. (Ver grafico 33).



**Grafico 33.** Ejercicio 2.

Tomado de la World Wide Web, PulevaSalud. 19 de abril 2005.

3. Flexión posterior: Colocar las dos manos sobre la parte alta de la columna cervical y presionar adelante con los brazos mientras, se desplaza la cabeza atrás. Se tonificaran los músculos de la zona cervical. (Ver grafico 34).



**Grafico 34.** Ejercicio 3.

Tomado de la World Wide Web, PulevaSalud. 19 de abril 2005.

- **Columna dorso lumbar**

1. Remo con cable sentado (laterales, sección media de la espalda), Se sostiene una barra recta con las palmas de las manos a la anchura de los hombros y los brazos rectos al frente, las rodillas flexionadas, la espalda recta, y el cuerpo doblado ligeramente hacia delante a partir de la cintura. Halar la barra hacia el abdomen, tratando de llevar los codos hacia atrás (tratar de unir los omóplatos para una contracción máxima), Luego regresar lentamente a la posición inicial y repetir para evitar demasiada

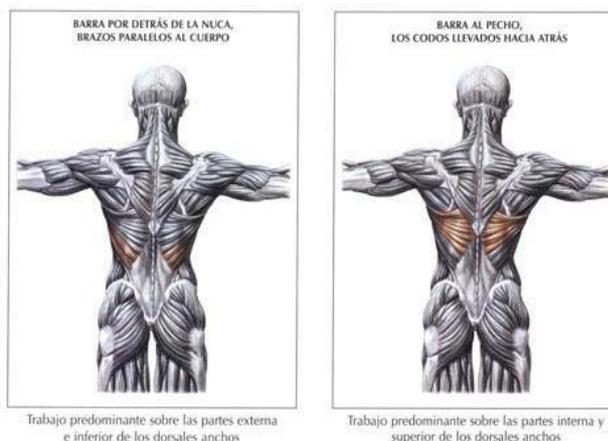
tensión lumbar, se debe tratar de que la parte inferior de la espalda no participe en el movimiento. (Info Fitness, 2002).

2. En suspensión en la barra fija, manos muy separadas en pronación:

Inspirar y efectuar una tracción hasta que la columna cervical llegue casi a tocar la barra. Espirar al final del movimiento. Este ejercicio, que exige una cierta fuerza, es excelente para desarrollar el conjunto de los músculos de la espalda.

Variantes: Ampliando el volumen del tórax, se puede efectuar la tracción hasta el mentón. Para aumentar la intensidad, cargarse sujetando pesos a la cintura. A nivel biomecánico, cabe señalar que desplazando los codos hacia el tronco, el movimiento solicita principalmente las fibras externas del dorsal ancho y desarrolla la espalda en longitud.

Llevando los codos hacia atrás, aumentas el volumen para llevar el mentón a la barra, el movimiento solicita principalmente las fibras superiores y centrales del dorsal ancho así como las del redondo mayor. Este ejercicio desarrolla la espalda en grosor. Durante el acercamiento de los omoplatos, también se accionan el romboide y la porción inferior del trapecio. (Musculación.net 2005). (Ver grafico 35).

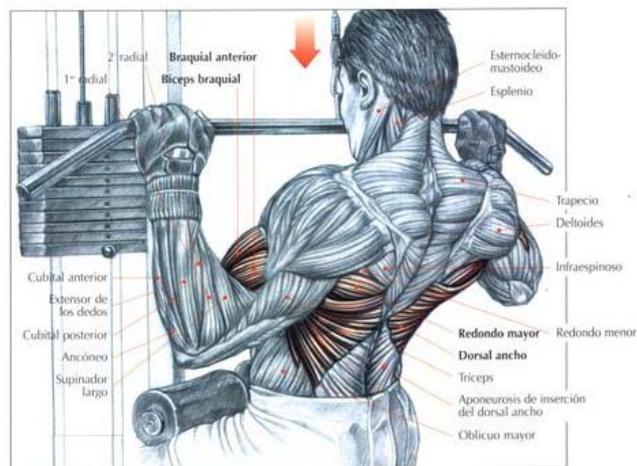


**Grafico 35.** Ejercicio 2.

Tomado de la World Wide Web, Musculación. 25 de abril 2005.

Polea al pecho: sentado frente al aparato, las extremidades inferiores estarán fijas, para luego agarrar la barra con las manos en pronación, las mismas deben estar separadas una de otra. Inspirar y halar de la barra hasta la altura del mentón, aumentando el volumen del pecho y llevando los codos hacia atrás. Espirar al final del movimiento. Este ejercicio es excelente para desarrollar la espalda en grosor, trabaja principalmente las fibras superiores y centrales del dorsal ancho. (Musculación.net 2005). (Ver grafico 36).

www.bdigital.ula.ve



**Grafico 36.** Ejercicio 3.

Tomado de la World Wide Web, Musculación. 25 de abril 2005.

Remo horizontal con barra, manos en posición de pronación, el cuerpo debe estar de pie, las rodillas ligeramente flexionadas y el tronco inclinado unos 45°, la columna vertebral debe estar extendida con la barra asida en pronación, las manos separadas una distancia superior a la anchura de los hombros: inspirar y luego se efectúa un bloqueo respiratorio y una contracción isométrica de la banda abdominal, halar la barra hasta el pecho para volver a la posición de partida y espirar, este ejercicio solicita el dorsal ancho, el redondo mayor, el deltoides posterior, los flexores de los brazos bíceps, miembro de los omoplatos, el romboides y el trapecio; la posición inclinada del tronco solicita los músculos espinosos en isometría. (Musculación.net 2005). (Ver grafico 37).

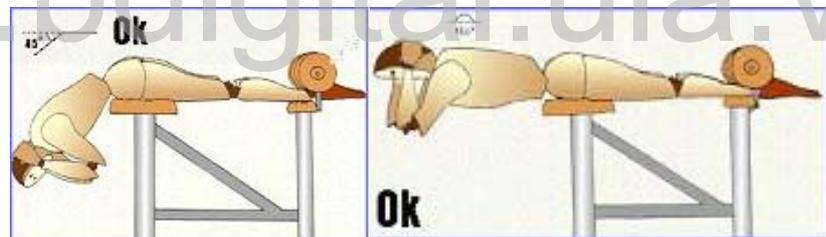


**Grafico 37.** Ejercicio 4.

Tomado de la World Wide Web, Musculación. 25 de abril 2005.

Dorsales: colocarse en posición decúbito ventral sobre la máquina, de la cadera hacia abajo flexionar y extender la columna lumbar. Evitar sobrepasar 180° cuando se extienda la columna vertebral, pues de lo contrario se sobrecarga la musculatura

dorso-lumbar y la articulación facetaría. Haga el movimiento lentamente y con un límite concreto, evitando dar una hiperextensión que provoque fácilmente contracturas de la musculatura. Por otra parte, la musculatura lumbar trabaja esencialmente para extender la columna vertebral cuando está flexionada unos 45°, no tiene sentido que se flexione más. Si se hace, al extender la columna vertebral trabajarán más los músculos de los glúteos y la parte posterior del muslo, pero no los de la espalda. Las extensiones o "hiperextensiones" son ejercicios eficaces para desarrollar la musculatura lumbar cuando se hacen correctamente, pero que pueden desencadenar lesiones en caso contrario. (Espalda.org. 2003). (Ver grafico 38).



**Grafico 38.** Ejercicio 5.

Tomado de la World Wide Web, Espalda.org. 13 de mayo 2003.