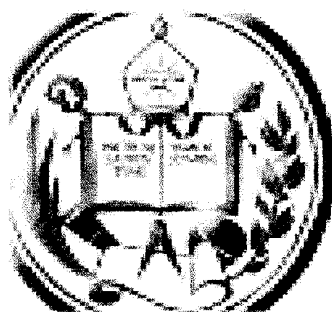


GN1077
+35a

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESTUDIOS DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCIÓN TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**



**UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MÉRIDA VENEZUELA**

www.bdigital.ula.ve

**ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS
ÚLTIMOS PASOS DE LA CARRERA DE IMPULSO Y EL
DESPEGUE DEL SALTO LARGO EN SEIS ATLETAS
CENTROAMERICANOS**

Autor: Lic. Arnadis Talavera
Prof. Tutor: Mcs. Antonio Hernández

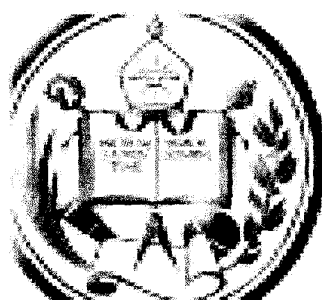
Mérida, Mayo de 2007

DONACION

SERBIULA
Tullo Febres Cordero

C.C. Reconocimiento

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESTUDIOS DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCIÓN TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**



**UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES**
MÉRIDA VENEZUELA

www.bdigital.ula.ve

**ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS
ÚLTIMOS PASOS DE LA CARRERA DE IMPULSO Y EL
DESPEGUE DEL SALTO LARGO EN SEIS ATLETAS
CENTROAMERICANOS**

**Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Educación
Física mención teoría y metodología del entrenamiento deportivo**

Autor: Lic. Arnadis Talavera
Prof. Tutor: Mcs. Antonio Hernández

Mérida, Mayo de 2007

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE GRAFICOS	vii
RESUMEN	viii

CAPITULO I

Planteamiento del Problema

Definición del Problema.....	1
Objetivos Generales y Específicos	3
Justificación.....	5
Delimitación.....	6

CAPITULO II

Antecedentes.....	8
Fundamentación Teórica.....	10
Biomecánica.....	10
Cinemática.....	12
Dinámica.....	16
Estática.....	16
Salto Largo.....	16
Carrera de Impulso.....	18
Velocidad en Carrera de Impulso.....	22
Los Últimos pasos de la Carrera de Impulso.....	24
Pique-Despegue.....	28
Definición de Términos.....	35
Descripción de las Variables.....	36

CAPITULO III

Metodología

Tipo de Investigación.....	46
Sujeto.....	46
Instrumentos.....	47
Procedimientos.....	47
Análisis de los Datos.....	52

CAPITULO IV

Análisis de los Resultados

Características Espaciales.....	54
Características Temporales.....	64
Características Espacio - Temporales.....	70
Posición Angular.....	74
Cantidad de Movimiento.....	78

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.....	80
Recomendaciones.....	82

Referencias.....	84
------------------	----

LISTA DE CUADROS

Cuadro		PP
1	Correlación entre velocidad de Carrera y Distancia del Salto en atletas de alto nivel.....	23
2	Longitud de los últimos tres pasos.....	24
3	Tiempo de Duración de las Fases de Apoyo y Vuelo de los últimos tres pasos.....	28
4	Tiempo de Ejecución para el Despegue.....	31
5	Angulo de Proyección.....	33
6	Velocidad Inicial y Angulo de proyección.....	34
7	Puntos Anatómicos para la estimación de las variables.....	49
8	Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas.....	50
9	Distancia Horizontal.....	55
10	Diferencias de altura del centro de gravedad entre el apoyo y despegue en el Penúltimo Paso.....	56
11	Diferencias de altura del centro de gravedad entre el apoyo y despegue en el Último Paso	57
12	Diferencias de altura del centro de gravedad entre el apoyo y despegue en el Despegue.....	58
13	Longitud de los últimos tres pasos.....	59
14	Diferencia de altura del centro de gravedad entre el despegue y vuelo de los dos últimos pasos.....	60
15	Tiempo de Apoyo del Antepenúltimo Paso.....	65
16	Tiempo de Apoyo del Penúltimo paso	66
17	Tiempo de apoyo del Último paso.....	67
18	Tiempo de apoyo del Despegue durante el Despegue	68
19	Tiempo de Vuelo de los dos últimos pasos entre el Penúltimo y Último Paso.....	69
20	Velocidad Horizontal, Vertical y Resultante del Penúltimo y Último paso.....	72
21	Velocidad Horizontal, Vertical y Resultante del Despegue.....	73
22	Pérdida de Velocidad entre el último paso y el despegue....	74
23	Angulo de proyección.....	75
24	Posición de Caída y de despegue de los tres últimos pasos y el despegue final	76
25	Máxima Flexión del Último Paso y despegue.....	77
26	Angulo de proyección del tobillo.....	78
27	Cantidad de movimiento que se adquiere en el despegue.....	79

LISTA DE GRAFICOS

Grafico	PP
1 Método de la Videográfico.....	13
2 Últimos pasos de la Carrera de Impulso en el Salto Largo.....	18
3 Valores promedio para el despegue, vuelo y aterrizaje de los últimos pasos de la carrera de impulso del salto largo.....	25
4 Despegue del salto largo	28
5 Velocidad resultante de proyección y sus componentes.....	31
6 Velocidad horizontal en la carrera.....	35
7 Velocidad vertical.....	35
8 Velocidad horizontal de despegue	36
9 Velocidad de proyección.....	36
10 Angulo de despegue	38
11 Flexión de rodilla.....	38
12 Posición de caída y de despegue.....	39
13 Angulo del tobillo en el despegue del salto largo.....	39
14 Altura del centro de gravedad en el apoyo.....	40
15 Altura del centro de gravedad corporal en el despegue.....	40
16 Tiempo de apoyo en la tabla	41
17 Distancia entre el penúltimo y último paso	41
18 Comportamiento del centro de gravedad corporal en la fase de pique y despegue	42
19 Tiempo de apoyo en el antepenúltimo paso	42
20 Tiempo de vuelo de los dos últimos pasos.....	43
21 Tiempo de apoyo en el Penúltimo Paso.....	43
22 Tiempo de apoyo en el despegue	44
23 Distancia horizontal.....	44
24 Cantidad de Movimiento.....	45
25 Puntos Anatómicos y Segmentos Corporales.....	51
26 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 1.....	59
27 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 2.....	61
28 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 3.....	62
29 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 4.....	62
30 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 5.....	63
31 Comportamiento del centro de Gravedad en la carrera de Impulso y en el Despegue sujeto 6.....	63

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESTUDIOS DE POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA
MENCIÓN TEORÍA Y METODOLOGÍA DEL
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.

**ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS
ÚLTIMOS PASOS DE LA CARRERA DE IMPULSO Y EL
DESPEGUE DEL SALTO LARGO EN SEIS ATLETAS
CENTROAMERICANO**

RESUMEN

Autor: Lic. Arnadis Talavera
Tutor: MCS. Antonio Hernández
Año: 2007

El objetivo de este estudio consistió analizar las características cinemáticas y dinámicas del despegue del salto largo ejecutado por seis atletas, participantes en el Campeonato Centroamericano Universitario 2006 realizado en el estado Carabobo. Para este estudio se realizó una investigación de campo, aplicando el método del análisis biomecánico cuantitativo mediante la videografía, utilizando una cámara Panasonic, que registra 60 imágenes por segundo, filmándose los saltos finales de dicha competencia y se empleó el Software HUMAN para la obtención de datos. Con los resultados obtenidos se procedió a realizar un análisis descriptivo y cuantitativo, para así comparar los valores con los resultados reportados en la bibliografía. Los resultados obtenidos indican que los atletas presentan una correcta estructura (corto, largo, corto) en los pasos finales de la carrera, sin embargo aunque el sujeto 1 (1,92 mts.) y 2 (1,17 mts.) están dentro de esta estructura, sus pasos finales son muy cortos para el penúltimo y último, los sujetos presentan un bajo tiempo de apoyo en la ejecución del pique-despegue en cuanto a la velocidad horizontal es baja en relación a la bibliografía y presentan una alta velocidad vertical de proyección (una media 3,82 mts/seg.), el ángulo de proyección estuvo dentro del rango (24,50°) reportado en la bibliografía, a excepción del sujeto 6 quien tuvo 27° para su proyección y esto es debido a la búsqueda del componente vertical, por consiguiente, se elaboraron una serie de recomendaciones para mejorar y desarrollar las variables mecánicas en busca de obtener mejores resultados.

Descriptor: Biomecánica, Salto Largo, Características Cinemáticas, y características Dinámicas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Definición del Problema.

Hoy en día el triunfo deportivo requiere de los progresos científicos que han alcanzado las ciencias aplicadas al deporte, que ayudan a los atletas a alcanzar un buen desempeño durante las competencias. Una de estas ciencias es la biomecánica, que según Hochmuth (1973), constituye un medio para el estudio de los movimientos del hombre y del animal desde el punto de vista de las leyes mecánicas, de una forma que muestra las causas y efectos de los mismos, dirigiéndose hacia el hallazgo de las formas perfeccionadas en las acciones motoras y al conocimiento de la ejecución más eficiente. En este sentido, el análisis biomecánico muestra una tendencia pedagógica, por cuanto permite conocer las particularidades y posibilidades para elaborar una metodología que lleve a lograr el perfeccionamiento técnico necesario en el estudio mecánico de deportes.

El deporte del Atletismo incluye el salto largo el cual es una especialidad del tipo campo, donde el objetivo que se persigue es alcanzar la mayor distancia horizontal posible a través de una auto proyección del cuerpo por lo tanto, esta requiere la ejecución de varias fases las cuales se mencionan a continuación: carrera de impulso, pique-despegue, vuelo y

caída. Sin embargo, está demostrado por diferentes investigadores, entre ellos Schmolinsky (1981), Hernández (1994), Hay (1998) y Azpeitia y Soto (1999), que la carrera de impulso y el despegue son las fases que más importancia tienen para lograr el objetivo principal del salto. Esto debido a que se presentan diversas variables mecánicas que deben ser analizadas en cualquier atleta que realice esta destreza. En el mismo sentido, se reconoce la importancia que aporta la ejecución de los pasos finales de la carrera de impulso antes del despegue (Hay, 1998), como consecuencia de las acciones que el saltador realiza momentos antes del despegue y que podrían estar incidiendo sobre algunas variables biomecánicas importantes que actúan en la fase pique-despegue y por ende en el resultado del salto.

Entre esas variables mecánicas que estarían afectando las fases mencionadas anteriormente se pueden nombrar el ángulo de despegue y la velocidad de proyección (Hernández 1994). No obstante, el objetivo principal del salto largo (distancia horizontal) puede verse afectado por los posibles errores en las otras variables mecánicas de los saltadores, entre ellas la velocidad horizontal en la carrera, la velocidad vertical en el pique-despegue, la estructura de los pasos finales en la carrera de impulso y el tiempo de ejecución en la fase pique-despegue.

Por tal motivo, esta investigación esta dirigida a estudiar las características mecánicas de los tres últimos pasos de la carrera de impulso y el despegue del salto largo en seis atletas participantes en el

campeonato Centroamericano Universitario 2006, con el propósito de comparar los resultados de los atletas en estudio con los datos reportados en la bibliografía consultada y de esta manera poder determinar cuales serian las posibles variables mecánicas que podrían estar influyendo en el resultado del salto largo.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar las características mecánicas de los últimos pasos de la carrera de impulso y el despegue del salto largo en seis Atletas del Campeonato Centroamericano.

Objetivos Específicos

- Determinar las características espaciales del salto largo, entre ellas:
 1. Longitud del Penúltimo paso.
 2. Longitud del Ultimo paso
 3. Diferencias de altura del centro de gravedad entre el apoyo y despegue.
 4. Diferencia de altura del centro de gravedad entre el despegue y vuelo de los dos últimos pasos.

- **Determinar las Características Temporales del salto largo, entre ellas:**
 1. Tiempo de apoyo de los tres últimos pasos y el Despegue.
 2. Tiempo de Vuelo de los dos últimos pasos y el Despegue.

- **Determinar las Características Espacio –Temporales del salto largo, entre ellas:**
 1. Velocidad Horizontal en la carrera de impulso.
 2. Velocidad Horizontal.
 3. Velocidad Vertical.
 4. Velocidad de Proyección.
 5. Pérdida de Velocidad entre el último paso y el despegue.

- **Determinar las Posiciones Angulares en el Salto Largo, entre ellas:**
 1. Angulo de proyección.
 2. Posición de Caída y de despegue de los tres últimos pasos y el despegue final.
 3. Máxima Flexión de la pierna de Pique de los tres últimos pasos y el despegue final.
 4. Angulo del Tobillo en el instante del despegue del salto largo

- **Determinar la Cantidad de Movimiento en la fase de despegue del salto largo, como característica dinámica del salto largo.**

JUSTIFICACIÓN

Cada día se considera la relevancia del aporte de la biomecánica a los entrenamientos deportivos. El rendimiento de los deportistas a lo largo de la historia se ha visto influenciado por múltiples factores entre los que se encuentra la genética, la calidad de vida, la alimentación, los controles fisiológicos, entre otros. Sin embargo, uno de los objetivos más importantes en la actualidad es, sin duda, el perfeccionamiento de las técnicas de entrenamiento (resultado de estudios biomecánicos) así como el empleo de recursos cada vez más moderno.

Con este estudio los entrenadores y los deportistas pueden aprovechar el análisis biomecánico del salto largo (en la carrera de impulso y el despegue) para conocer desde el punto de vista científico los posibles errores mecánicos de los atletas que realizan esta destreza, para lograr un mejor rendimiento deportivo, minimizar el riesgo de lesiones y realizar comparaciones en la mecánica del salto largo del atleta en los distintos momentos del ciclo de entrenamiento. Además de ser un apoyo en la introducción de un sistema novedoso al descifrar los beneficios y dificultades que se pueden encontrar en la ejecución del Salto Largo, involucrando así, al Laboratorio de Biomecánica del Departamento de Educación Física de la Universidad de los Andes y el deporte Universitario Centroamericano.

Anteriormente los entrenadores de alto nivel obtenían sus experiencias a través de la observación en el campo de entrenamiento; el ojo del entrenador debía estar preparado para reconocer cuando una ejecución era correcta o si tenía alguna falla. Sin embargo, mediante la observación de este tipo, se podían escapar muchos de los errores que poseían los atletas en el momento de la ejecución de la destreza, en vista de esto se deben tomar los resultados de este estudio, para facilitar y otorgar los conocimientos válidos para los entrenadores y atletas sobre los posibles errores que presentan estos y así poder observar y analizar su ejecución, para posteriormente trabajar y mejorar al atleta durante sus entrenamientos deportivos.

www.bdigital.ula.ve

DELIMITACION

- En este estudio se filmaron a seis sujetos (hombres) pertenecientes a diferentes Selecciones de Atletismo de Universidades participantes.
- Los participantes son considerados atletas de alto nivel.
- Se utilizó el método del análisis Videográfico biomecánico computarizado bidimensional.
- En este estudio se analizaron los últimos tres pasos de la carrera de impulso y la fase de despegue del salto largo, específicamente características biomecánicas espaciales,

temporales, espacio-temporales, posiciones angulares y dinámica.

- Las condiciones en que se filmaron a los atletas fue en situación de competencia

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes

En la ciencia de la biomecánica se han realizado investigaciones en salto largo, pero solo las que surgen a partir de los años setenta se encargan de estudiar cuantitativamente los resultados ya que, investigaciones anteriores a esta fecha, sólo se encargaban de detallar su técnica cualitativa.

Nixdorf (1990), realizó un análisis a dieciséis atletas, finalistas del salto largo en las Olimpiadas de Seúl, estudiando la relación en la variación de la longitud del antepenúltimo y ultimo paso, de igual forma reporta que la velocidad horizontal que el saltador logra en la carrera de impulso es el factor más importante para alcanzar la mayor distancia en el salto largo. Sin embargo, refleja que los datos arrojados por los atletas en relación al componente vertical de la velocidad fueron más altos, con respecto a los estudios reportados anteriormente.

Hernández (1994) realizó un análisis cinematográfico de los últimos tres pasos de la carrera de impulso y el despegue del salto largo ejecutado por un atleta de la Selección Nacional Venezolana. Donde reportó una variación desproporcionada en la longitud del antepenúltimo y ultimo paso

de la carrera de impulso, obteniendo así un reducido ángulo de proyección en el despegue, lo cual afecta el objetivo principal del salto que es la distancia horizontal.

Hay (1998) reporta un trabajo, donde enfoca los avances que se han logrado en los últimos años en el salto largo; en el cual, reafirma la alta correlación entre la velocidad horizontal de la carrera de impulso y la distancia del salto, también presenta un análisis de los problemas señalados en investigaciones anteriores donde demuestra la necesidad de realizar investigaciones que sean de interés trascendental en realización de esta prueba.

A su vez, Soteldo (2003) a través de la videografía, analizó tres sujetos saltadores de largo de la selección de la Universidad de los Andes, Venezuela; y con la utilización del programa ABIOMO (Análisis Biomecánico del Movimiento) estudió los resultados del desplazamiento, velocidad y ángulo de proyección en el salto largo. Según los resultados arrojados, los sujetos en estudio sobrepasaron los ángulos de proyección promedio, lo que indica que estos se proyectan más verticalmente que de forma horizontal. Para la velocidad de proyección sólo uno de ellos está dentro del rango de la muestra de referencia. En relación a la velocidad horizontal de proyección sólo dos están en el promedio de la muestra de referencia, pero en la velocidad vertical de proyección, los dos sujetos que están dentro del promedio de referencia con respecto a la velocidad horizontal de proyección, están muy por arriba del promedio de la

velocidad vertical de proyección; lo que indica que estos sujetos buscan más altura que horizontalidad en el momento del despegue. Además se estudió el tiempo de apoyo en la fase pique despegue, encontrándose que sólo uno de ellos está dentro del rango promedio.

Los trabajos consultados muestran la necesidad de seguir estudiando biomecánicamente la especialidad del salto largo a través de estudios más específicos, de forma que permitan establecer las variables mecánicas que actúan en el resultado del salto.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Biomecánica

Según Aguado (1993), 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.

Por su parte Lopategui (2000) indica que el cuerpo humano es una máquina altamente sofisticada, compuesta de una variedad de máquinas. Tanto el cuerpo como los objetos (los implementos deportivos que emplea) deben seguir las leyes convencionales de la física. El estudio detallado de estas leyes y su aplicación a los seres vivientes (particularmente al humano) se conoce como biomecánica.

La biomecánica analiza en forma cualitativa y cuantitativa el movimiento humano, empleando las leyes de la física y mecánica para dichos propósitos.

El campo de la mecánica puede subdividirse en: la estática y la dinámica, Lopategui (2000), considera la estática como las estructuras y cuerpos rígidos en una estado inmóvil, y la dinámica, que estudia el cuerpo (o sus segmentos) y los implementos en un estado móvil. La **dinámica** se subdivide a su vez en: cinemática y cinética. La cinemática describe los movimientos, tales como: desplazamiento, velocidad y aceleración, independientemente de las fuerzas que actúan sobre el organismo humano o de los implementos que se emplean para los deportes. Por otro lado, la cinética estudia las causas que provocan el movimiento del cuerpo y objetos, incluyendo los conceptos de masa, fuerza y energía.

Azpeitia y Soto (1999), describen que los estudios biomecánicos se dividen en:

- 1.- Análisis teóricos
- 2.- Experiencias prácticas

Los análisis teóricos son de gran importancia siempre que puedan llegar a ser de utilidad en el rendimiento de los deportistas, sin embargo, nunca son una representación exacta del rendimiento deportivo, aunque pueden ser útiles para mejorar el gesto y el rendimiento en cualquier modalidad deportiva. Se debe recordar que los estudios reales deben de estar fundamentados en análisis teóricos previos.

En cambio, las investigaciones prácticas se realizan registrando entrenamientos o competencias reales de la actividad deportiva y analizando estos registros. Las aportaciones de la biomecánica al entrenamiento y rendimiento deportivo son muy diversas.

La Biomecánica ofrece a entrenadores y deportistas una ayuda en diferentes campos una de ellas es la evaluación Biomecánica para el control y seguimiento del deportista, considerando:

- 1.- La evaluación de la fuerza muscular
- 2.- Evaluación de la velocidad.
- 3.- Valoración de la resistencia.
- 4.- Seguimiento de la progresión del deportista.

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 en 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, corregir defectos y ayudar al entrenador, e incluso ayudar a prevenir determinadas lesiones.

Para el estudio de la cinemática del gesto deportivo se utiliza el método videográfico, en el análisis de diferentes destrezas deportivas, en el cual permite atribuir una posición espacial captada por una cámara en un ángulo de unos 90°. Para digitalizar las imágenes se utilizan modelos articulados por una serie de segmentos predeterminados y definidos por unos puntos.

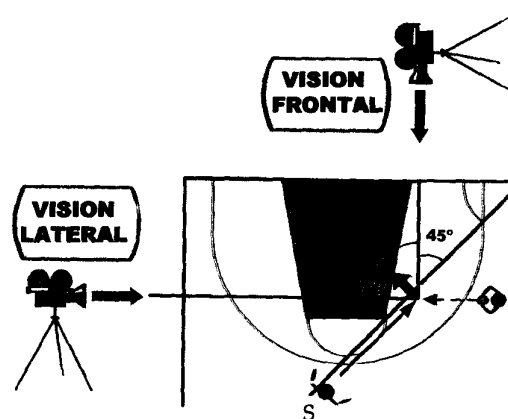


Gráfico 1. Método Videográfico

El análisis biomecánico permite saber con precisión cuál puede ser la mejor forma de ejecutar un determinado gesto deportivo, si presenta algún fallo y la forma de corregirlo, lo que conducirá a la obtención de una mejor marca o mayor rendimiento. Hasta los mejores atletas poseedores de un récord, podrían en muchos casos mejorar sus marcas modificando la técnica. Ello requiere un análisis muy preciso y complicado, pero que siempre da grandes frutos.

El análisis de los gestos deportivos desde un punto de vista biomecánico difiere mucho de unas actividades deportivas a otras. En algunas actividades (salto de longitud, salto de altura,...) se basan en la repetición de una serie de gestos continuados donde la precisión es una de las condiciones para conseguir una buena marca. Cuando hay algún fallo o descoordinación en ellas, se pierde una buena parte de la eficacia, imposible de compensar con las cualidades físicas que posea el atleta, ya **que se tratan de deportes cíclicos.**

Sin embargo, en otros deportes (fundamentalmente los de equipo, como el Voleibol) el análisis de los gestos es mucho más difícil ya que los movimientos no son predecibles, esto es debido a que en todo momento están en función de las reacciones del contrincante.

La posibilidad de hacer valoraciones fisiológicas a nivel de laboratorio o en el propio terreno deportivo (test de campo) permite conocer

individualmente las características de cada deportista, programando en función de ellos, los entrenamientos de manera individualizada.

Sin embargo, Azpeitia y Soto (1999) indican que en determinados deportes (saltos, lanzamientos,...), el componente técnico y por tanto biomecánico tiene una gran trascendencia a la hora de conseguir una marca. Es decir, en estas modalidades deportivas existe una técnica general de aplicación que es la más aconsejada para conseguir un buen resultado, y es la que el entrenador enseña a los atletas cuando éstos comienzan su aprendizaje, sin embargo, el principio de especificidad es un postulado universal dentro del mundo deportivo, y, por tanto, en este tipo de deporte.

Aunque existe una técnica “madre” eficaz desde un punto de vista biomecánico, está muy claro que cada atleta presenta unas características biotipológicas muy personales; esto requiere la introducción de la pauta de entrenamientos individualizados, ya que cada atleta precisa adaptar la llamada “técnica madre o técnica ideal” a sus condiciones antropométricas y, por tanto, la biomecánica ha de ser también individualizada.

Los deportistas, de forma inconsciente realizan una adaptación de la técnica a sus características, hecho que en muchos casos, los preparadores consideran como fallos técnicos.

Al no existir un análisis biomecánico previo para modificar la técnica madre en función de las características del atleta, en muchas ocasiones,

estas adaptaciones se convierten realmente en fallos técnicos importantes.

Dinámica

Rama de la biomecánica que se ocupa de los sistemas en un constante estado de reposo o movimiento uniforme

Estática

Rama de la biomecánica que se ocupa de los sistemas que no están en un estado de reposo o movimiento uniforme.

El salto Largo

El salto largo es una prueba del actual atletismo consistente en recorrer la máxima distancia posible en una carrilera a partir de un salto tras una carrera. La carrera previa debe realizarse dentro de un área existente para ello, que finaliza en una tabla de batida que indica el punto límite para realizar el impulso. La caída tiene lugar sobre un foso de arena. La distancia del salto se mide desde la tabla de batida hasta la marca más retrasada sobre la arena hecha por cualquier parte del cuerpo del atleta, y consta de cuatro partes: carrera, impulso, vuelo y caída.

El salto largo es una especialidad del atletismo del tipo campo, donde se transforma parte de la velocidad horizontal, lograda por el saltador durante la carrera de impulso, en velocidad vertical, que se obtiene mediante el salto (rechazo en la tabla), esto buscando alcanzar la mayor distancia horizontal

posible contraatacando la gravedad (Jaramillo, 1999). En Venezuela el record Nacional Universitario fue establecido por Miguel Padrón en los Juegos Nacionales Universitarios realizados en la ciudad de Valencia estado Carabobo en el año de 1992.

El atleta en esta especialidad debe realizar una carrera de aproximación a la tabla de pique, que le permita alcanzar una óptima velocidad horizontal para así transformar parte de ella en velocidad vertical e inicial de proyección, claro esta que debido a esta transformación habrá una pérdida en la velocidad horizontal, no obstante, el saltador debe procurar que tal pérdida sea mínima, de forma tal, que el salto no se vea afectado. Rodríguez y Zissu (1990), han manifestado que la longitud alcanzada durante el salto va depender de la velocidad horizontal lograda por el saltador y el ángulo de proyección del cuerpo que él logre en el momento del pique-despegue.

El salto largo tiene según Schmolinsky (1981), Pinar (1985), Rodríguez y Zissu (1990) y Jaramillo (1999) 4 fases, estas son: carrera de impulso, pique-despegue, vuelo y aterrizaje, sin embargo, las fases más importantes son las dos primeras y es en ellas donde se realizará una descripción técnica y mecánica la cual facilitará su investigación y así lograr el objetivo que se persigue con este estudio.

Fase N° 1: Carrera de Impulso.

Es la fase donde el atleta busca desarrollar la velocidad máxima controlable, para luego preparar las acciones de la fase pique despegue; generalmente el competidor realiza la carrera en una carrilera de 40 a 45 mts., teniendo como final la tabla de batida.

Esta primera fase tiene como finalidad lograr la óptima velocidad horizontal controlable en el instante antes del despegue. Dyson (1978), realizó un análisis de la carrera de impulso, dividiéndola en dos partes: la primera consiste en ejecutar una carrera de incremento progresivo de la velocidad con el fin de que el atleta alcance una rapidez óptima y una segunda parte, que refiere a la preparación del saltador para el despegue, principalmente en los últimos tres pasos de la carrera (Ver Grafico 2)

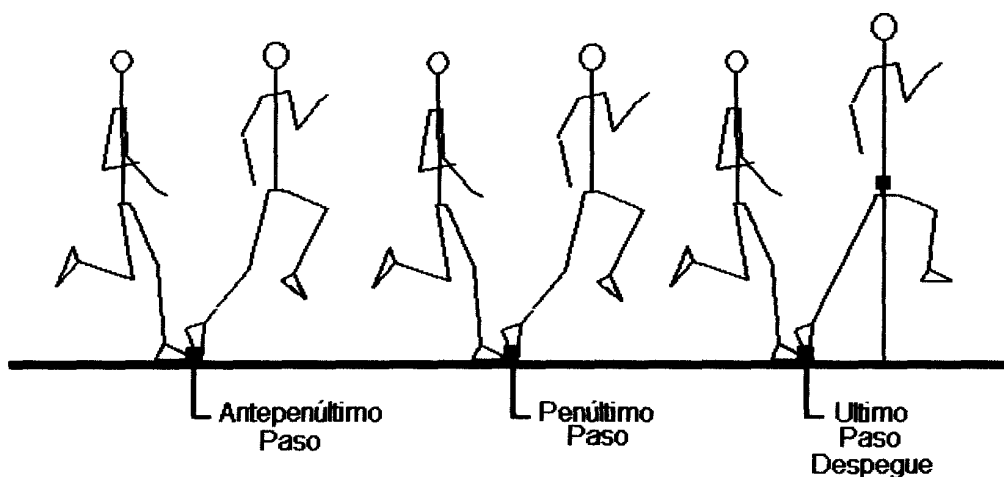


Gráfico 2. Últimos pasos de la Carrera de Impulso en el Salto Largo

No obstante, Schmolinsky (1981), considera que los aspectos más importantes de una buena carrera de impulso son: la longitud de la carrera, el ritmo de la carrera, la posición para situar el pie de batida y su precisión y simetría con la tabla.

Por otra parte, Pinar (1985), reporta que para que el atleta alcance una velocidad máxima en la carrera de impulso se debe considerar la longitud de esta, indicando que 60 metros es ideal para desarrollar una carrera óptima para el salto. Sin embargo, resalta que el esfuerzo máximo del saltador esta situado al final de la carrera, y no al comienzo, por lo tanto la aceleración debe ser progresiva, como lo reporta Dyson (1978).

Houvion, Prost y Raffin (1986), describen la carrera de impulso de la siguiente forma: primero debe ser progresivamente acelerada de un extremo a otro, segundo los apoyos de los pasos finales preparan acciones rápidas sobre la tabla, tercero la carrera debe ser relajada con la pelvis alta y finalmente la velocidad óptima debe lograrse en los tres últimos pasos.

Donskoi y Zsatsiorski (1988) citado por Hernández (1994) indicaron que la carrera de impulso logra dos objetivos: " La creación de la velocidad necesaria para el despegue y la creación de las condiciones óptimas para la interacción de apoyo. También, manifestaron que la mayor velocidad de la carrera de impulso se alcanza entre los 40 y 50 metros, es decir, de 19 a 24 pasos de carrera, siendo los 3 o 4 últimos pasos los que preparan el despegue.

Rodríguez y Zissu (1990), señalan que la carrera de impulso debe hacerse aceleradamente progresiva, con el fin de que el atleta alcance la velocidad óptima, la cual se debe lograrse en los 3-4 pasos antes de la

tabla, Donskoi y Zsatsiorski (1988), indican que el saltador prepara la fase de pique-despegue, en una longitud de la carrera que varia de 35 – 45 metros dándole oportunidad al atleta que logre el 95% de su rapidez. Sin embargo, estos autores describen otras partes que son importantes para el desenvolvimiento de la carrera y lo hacen de la siguiente manera:

1. La longitud de la carrera depende de:

- La velocidad del atleta.
- De la capacidad de aceleración del atleta.
- Alta rapidez del atleta.

2. Particularidades de la carrera.

- El atleta debe ser veloz.
- El atleta debe ser preciso y estable

3. Últimos Pasos

- El atleta debe preparar las acciones para la fase Pique-Despegue.
- Estructura de los Últimos Tres Pasos:
 - ❖ Antepenúltimo paso: Corto.
 - ❖ Penúltimo paso: Largo.
 - ❖ último paso: Corto.

Hernández (1994), indica que el objetivo importante de esta fase consiste en que el atleta alcance la máxima velocidad horizontal en el momento del despegue.

Hay (1998), en su investigación reporta tres tareas primordiales que se deben considerar cuando se realiza la carrera de impulso, ellas son:

- a. Velocidad: Desarrollar la mayor velocidad horizontal posible que pueda ser utilizada efectivamente durante el despegue.
- b. Posición: Ajustar la ubicación del cuerpo en los pasos finales para llegar a una posición óptima para el despegue.
- c. Confianza: Hacer contacto con la tabla de despegue con seguridad y efectividad.

Jaramillo (1999), reporta que la carrera de aproximación debe ser progresivamente acelerada y tan larga (35 - 45 metros) que le permita alcanzar una óptima velocidad al saltador sobre la tabla de batida, además indica que los últimos pasos de la carrera son de preparación al salto, siendo el último ligeramente más corto y el centro de gravedad debe bajar para obtener una buena postura en el despegue.

En relación a lo expuesto anteriormente, se observa como la mayoría de los autores concuerdan que los objetivos que el atleta debe considerar durante esta fase están bien definidos y se encuentran sujetos unos a otros, de modo que se le debe dar la importancia que ameritan para su realización. Debido a esto, esta investigación, hará una descripción

específica de dos elementos necesarios de la carrera de impulso estos son: la velocidad y los últimos pasos de la carrera de impulso.

Velocidad en Carrera de Impulso.

Schmolinsky (1981), Rodríguez y Zissu (1990) y Jaramillo (1999), recomiendan a los saltadores considerar la longitud de la carrera de impulso, ya que en ella es donde el atleta desarrolla la máxima rapidez de la carrera, estos autores señalan un rango de 35 a 45 metros de longitud para desarrollar una elevada rapidez en la carrera hacia la tabla, siempre con la finalidad de alcanzar una mayor distancia horizontal.

Pinar (1985), manifiesta que los atletas se encuentran con distancias que no superan los 55 metros, donde momentos antes de los tres ó cuatro últimos pasos alcanzan el 95 % de su velocidad máxima.

Rodríguez y Zissu (1990), señalan que la longitud de la carrera de impulso debe ser lo más corta posible, en la cual el atleta logre desarrollar la máxima rapidez, 4-5 pasos antes del pique. Indicando que cuando el saltador alcance el 95% de su rapidez máxima se debe encontrar a unos 10 metros de la tabla.

Considerando lo anterior, Hay (1998), reporta en su investigación una correlación ($r = 0,95$), entre la velocidad horizontal que se obtiene en la carrera de impulso y la distancia del salto (Ver Cuadro 1).

El cuadro indica la relación de la velocidad lograda por los atletas momentos antes de ejecutar el salto con la distancia oficial lograda

durante la competencia, pero además, indica la distancia total que logró el atleta, esta distancia se toma desde el lugar donde saltó el atleta, es decir, más atrás de la tabla de pique. Como se observa entre mayor sea la velocidad lograda por el saltador mayor será la distancia conseguida.

Cuadro 1

Correlación entre la velocidad en Carrera y la Distancia del Salto en Atletas de Alto Nivel.

Atletas	Velocidad (m/s)	Distancia Oficial (m)	Distancia Real (m)
Lewis	10, 0	8, 72	8, 90
Powell	10, 0	8, 49	8, 57
Myricks	9, 8	8, 27	8, 44
Evangelista	9, 5	8, 80	8, 14
Corgos	9,3	7, 99*	8, 09
Szalma	9,6	8, 00	8, 16
Brige	9,6	7, 97	8, 07
Voloshin	8,8	7, 87*	7, 93

La correlación entre la velocidad y la distancia oficial y real fue = 0, 95

* El autor analizo el 2° mejor salto

Fuente: Datos tomados de Nixdorf (1990) citado por Hernández (1994)

Los últimos pasos de la carrera de impulso

Una vez que el atleta ha logrado alcanzar aproximadamente el 95% de su máxima velocidad durante la carrera, él dará inicio a la preparación de la segunda fase del salto largo: el pique-despegue. Rodríguez y Zissu (1990), indican que esta preparación en la última parte de la carrera de impulso se realiza mediante el cambio de la estructura de los últimos 3-4

pasos. Así lo reportan otros autores (Dyson 1978; Schmolinsky 1981; Houvion, Prost y Raffin 1986; Hernández 1994; Hay 1998 y Jaramillo 1999), tales investigadores reflejan que generalmente, se produce un alargamiento del penúltimo paso y acortamiento del último, y esto es debido a la postura que va adquiriendo el saltador para preparar las acciones finales en la carrera y el salto mismo en el momento de llegada a la tabla de pique. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2

Longitud de los últimos tres pasos .

Autores	Antepenúltimo Paso (m)	Penúltimo Paso (m)	Último Paso (m)
Javer, 1969	2, 03	2, 37	2,06
Armstrong, 1983	2, 24	2, 43	2, 19
Hay-Miller, 1985	2, 19	2, 24	2, 09
Nixdorf, 1988	2, 10	2, 24	2, 01
Zissu, 1987	2, 19	2,45	2, 20
Nixdorf, 1990	2, 34	2, 40	2,22
Hernández,1994	2, 09	2, 58	1, 93

Fuente: Datos tomados de Hernández, 1994

No obstante, Jarver (1983) citado por Hernández (1994), manifiesta que los saltadores de largo no tienen estandarización en los cambios de

longitud de los pasos, es decir, la diferencia entre los últimos dos pasos varia en relación a las particularidades individuales de cada atleta. Contrario a esto otros investigadores entre ellos: Rodríguez y Zissu (1990), Hernández (1994), Hay (1998) y Jaramillo (1999), han evidenciado que la distancia entre los pasos finales varían, indicando que el segundo paso es más largo que el tercero y el primer paso de carrera antes de la tabla de pique.

En otro sentido, se observa que los atletas de esta especialidad adquieren distintas posiciones angulares en el momento del aterrizaje, durante cada fase de apoyo en los dos últimos pasos de la carrera de aproximación. Houvion, Prost y Raffin (1986); Rodríguez y Zissu (1990), señalan que tal posición permite ubicar el tronco más hacia la vertical y por consiguiente aumentar la flexión de la rodilla en la pierna que ejecuta la fase de apoyo, esto produce que el centro de gravedad descienda levemente en el penúltimo paso, lo cual producirá que el último paso se acorte.

Hay (1998), en su investigación presenta los valores correspondientes a la longitud horizontal del despegue, el vuelo y el aterrizaje de los últimos cuatro pasos de la carrera de impulso en 5 atletas destacando que para la fase de aterrizaje los valores correspondiente eran entre 0 a 80 cm, para

la fase de despegue de 0 a 80 cm, y en la fase de vuelo de 0 a 160 cm. Ver Grafico 3.

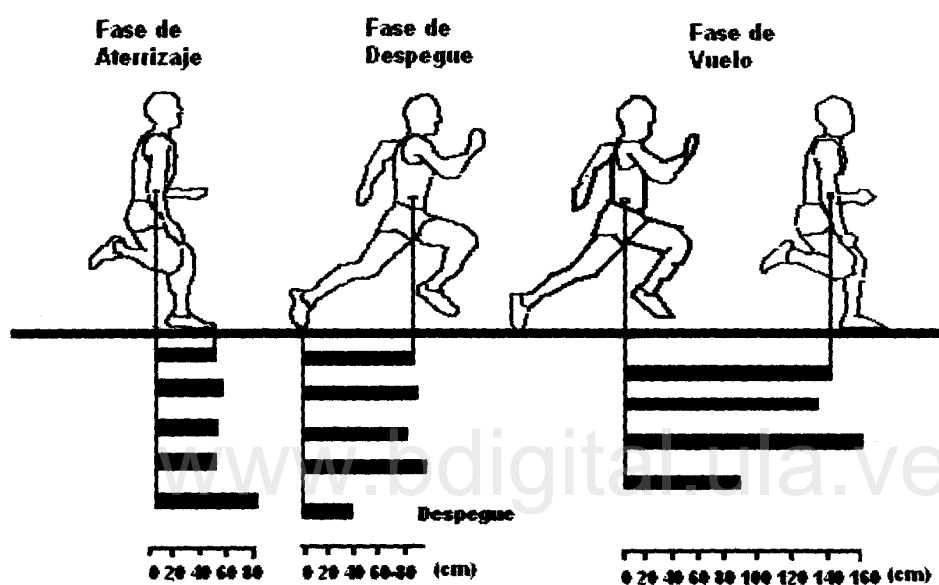


Gráfico 3. Valores promedio para el despegue, vuelo y aterrizaje de los últimos pasos de la carrera de impulso en el salto largo. Tomado de: Hay (1998)

Es evidente en este grafico, el momento cuando aumenta la longitud del despegue y se reduce la distancia del aterrizaje, mientras que la fase del vuelo se inclina a ser más larga, bajo esta perspectiva, Hay (1998) expresó que la altura del centro de gravedad durante las fases de apoyo de los últimos pasos son prácticamente idénticos de la misma forma lo reporta Hernández (1994) en su investigación. Contrario a esto Houvion, Prost y Raffin (1986), señalan una considerable baja del centro de

gravedad corporal en el penúltimo paso y es debido al largo paso que se origina en el.

Durante la fase de amortiguación de cada paso el atleta realiza varias acciones que preparan la ejecución del despegue, tales acciones producen una baja en la velocidad del centro de gravedad, seguido por un aumento de la misma velocidad durante cada fase de apoyo de la carrera. En relación a esto, Hay (1998) en su trabajo señala valores idénticos en la velocidad de los últimos pasos de la carrera de impulso, indicando una disminución grande en la altura del centro de gravedad y un pequeño aumento en la distancia de contacto del ultimo paso, Sin embargo, Hernández (1994) citando a Nixdorf (1990), reporta que la rapidez promedio de los últimos 5 pasos es solamente un indicador de velocidad inicial que el atleta tendrá para realizar las acciones del despegue.

En el Cuadro 3, se reportan los resultados obtenidos del tiempo de vuelo y apoyo de los últimos pasos registrados por Hernández (1994), donde este mismo autor citando a Donskoi y Zsatsiorski (1988) revela que los cambios de la velocidad que experimenta el centro de gravedad durante los tres últimos pasos de la carrera, dependen del tiempo de apoyo y del vuelo en cada paso, además de la longitud de ellos mismos.

Cuadro 3

Tiempo de Duración de las Fases de Apoyo y Vuelo de los últimos tres pasos.

	Antepenúltimo Paso		Penúltimo Paso		Último Paso	
	Apoyo (seg.)	Vuelo (seg.)	Apoyo (seg.)	Vuelo (seg.)	Apoyo (seg.)	Vuelo (seg.)
Tiempo	0,11	0,11	0,11	0,17	0,13	0,07

Fuente: Datos tomados de Hernández (1994)

En relación a lo anterior Hay (1998), describe un aumento del tiempo de apoyo y una disminución del tiempo de vuelo entre el penúltimo y último paso; de manera tal que esta variación produce una pérdida de la velocidad en el momento del despegue.

Fase N° 2: Pique - Despegue

Esta es la segunda fase del salto largo, y es en ella donde los saltadores deben preparar todas las acciones para el despegue en tan solo 0.12 segundos, como lo señala Jaramillo (1999), de ahí que sea una fase con muchas dificultades ya que en este corto tiempo se han de realizar todos los movimientos del pique en secuencia apropiada y bien coordinada, pues en ella se refleja el éxito del salto. Ver Gráfico 4.



Gráfico 4. Despegue del salto largo

Schmolinsky (1981), considera que esta fase se subdivide en tres: El apoyo, la absorción del impacto y la extensión activa en el despegue, no obstante, refleja la importancia que tiene la velocidad de despegue, la altura del centro de gravedad y el ángulo de la misma en el momento del despegue.

Mientras que, Dyson (1978) y Pinar (1985), describen que en el momento en que el saltador coloca el pie encima de la tabla de pique da inicio a la amortiguación y con ello la flexión de la rodilla en la pierna de despegue. En el instante de la absorción del impacto se reduce brevemente la velocidad horizontal del atleta y esto es debido a que se crea la velocidad vertical.

Por su parte Rodríguez y Zissu (1990), reportaron que en esta fase se debe obtener un nuevo componente vertical, sin desperdiciar la velocidad obtenida durante la carrera de impulso y que además la eficiencia de la fase de despegue va a depender de:

1. La cantidad de fuerzas que se accionan simultáneamente.
2. La longitud de la trayectoria del centro de gravedad durante la fase.
3. La duración de esta acción.

Por otra parte, Jaramillo (1999), describe que el pie llega a la tabla de pique apoyado sobre su planta, ejecutando una ligera flexión de la rodilla, rápidamente y con gran tensión extiende la extremidad inferior de apoyo, para que en el instante preciso en que el centro de gravedad sobrepase su vertical de inicio al vuelo.

Sin embargo, Muller y Ritzdorf (2000), indican que el principal objetivo de esta fase se fundamenta en Maximizar la velocidad vertical y minimizar la pérdida de velocidad horizontal, reafirmando lo indicado por Dyson (1978); Pinar (1985) y Rodríguez y Zissu (1990).

Hernández (1994), reporta en su investigación los valores expuestos por; Jarver (1971); Dyson (1978); Toomsalum (1983); Zissu (1987) y Nixdorf (1990), quienes indicaron los valores de la pérdida de velocidad horizontal para el despegue, los cuales oscilan entre el 6% y el 18%. De hecho, Schmolinsky (1981) y Soteldo (2003), señalan que la pérdida de la velocidad horizontal será mayor a medida que los saltadores busquen aumentar el ángulo de proyección. Por lo cual, debe entenderse que en la fase pique-despegue el saltador debe demorarse lo menos posible en abandonar la tabla para que sea más eficiente el salto. (Ver cuadro 4).

Cuadro 4

Tiempo de Ejecución para el Despegue

Autores	Tiempo (Seg.)
Schmolinsky (1981)	0,12 – 0,13
Houvion, Prosa y Raffin (1986)	0,12
Rodríguez y Zissu (1990)	0,12
Nixdorf (1990)	0,11
Hernández (1994)	0.15
Jaramillo (1999)	0,12 – 0,14
Muller y Ritzdorf (2000)	0,12 – 0,13

Fuente: Datos tomados de los siguientes Autores: Schmolinsky (1981); Houvion, Prosa y Raffin (1986); Rodríguez y Zissu (1990); Nixdorf (1990); Hernández (1994); Jaramillo (1999); Muller y Ritzdorf (2000).

www.bdigital.ula.ve

En relación con lo anterior, Schmolinsky (1981), reporta que el atleta al dejar de tener contacto con el terreno al momento después del despegue generara un ángulo de proyección de inicio para el vuelo. Pero además, indica que también se forma una velocidad inicial de proyección (V_o) la cual va a ser el factor más trascendental para el éxito del salto largo, y esta va a depender del valor obtenido en la velocidad horizontal (V_{ox}) y vertical (V_{oy}) de proyección, alcanzada momentos antes del despegue. Ver Gráfico 5.

V_o = Velocidad inicial resultante de proyección

V_{ox} = Velocidad horizontal de proyección

V_{oy} = Velocidad vertical de proyección

Θ = Angulo de proyección

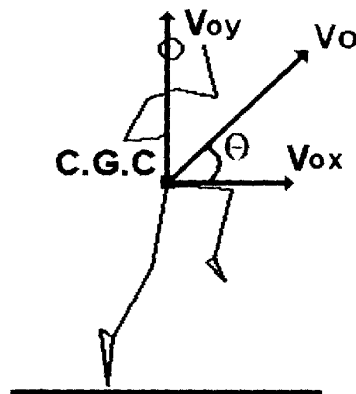


Gráfico 5. Velocidad resultante de Proyección y sus Componentes.

Dyson (1978), hace referencia sobre la relación entre la velocidad horizontal y la vertical en el momento de la batida (entendiéndose por batida el rechazo que se realiza el atleta en la tabla de pique para proyectarse a la fosa del salto largo), reportando una relación de 2:1 correspondiente a un ángulo de despegue, en relación a esto Schmolinsky (1981) y otros autores establecen valores óptimos para el ángulo de proyección (ver cuadro 5). Sin embargo, Dyson (1978) reporta que el ángulo preciso de proyección va a depender de la carrera, de los pasos finales y de la experiencia que tenga el saltador.

Cuadro 5

Ángulos de proyección

Autores	Angulo de Proyección (grados)
Schmolinsky (1981)	18° - 22°
Houvion, Prosa y Raffin (1986)	18° - 20°
Zissu (1987)	18° - 22°
Rodríguez y Zissu (1990)	16° - 22°
Jaramillo (1999)	18° - 25°

Fuente: Datos tomados de los siguientes Autores: Schmolinsky (1981); Houvion, Prost y Raffin (1986); Zissu (1987); Rodríguez y Zissu (1990); Jaramillo (1999)

Por otro lado, Hernández (1994) citando a Zissu (1987), reporta los valores de la velocidad inicial de proyección y su respectivo ángulo de proyección expuestos en su investigación. (Ver cuadro 6)

Cuadro 6**Velocidad Inicial y Angulo de Proyección**

Atletas /País	Performance (m)	Velocidad Inicial (m/s)	Angulo de Proyección (grados)
G. Bell (USA)	7,77m.	9,10	21.5°
R. Boston(USA)	8,28m.	9,54	19.5°
J. Owens (USA)	8,13m.	9,20	22.0°
J. Roberson (USA)	8,10m.	9,31	19.1°
E. Shelby (USA)	7,49m.	8,80	21.1°
I. Ter-Ovan (URSS)	7,49m.	8,80	18.5°

Fuente: Datos tomados de Hernández (1994) citando a Zissu, (1987).

Como se observa, en la bibliografía investigada se indican algunas de las variables mecánicas que intervienen en los cambios estructurales de los últimos pasos de la carrera de impulso y además se señalan las variables que intervienen en el resultado del salto.

Definición de Términos

Centro de Gravedad Corporal (CGC) : Se define como el punto alrededor del cual la masa del cuerpo se encuentra concentrada. Es el punto donde convergen todas las fuerzas gravitatorias que actúan sobre la masa corporal.

Distancia de despegue (D1): Es la distancia horizontal entre el centro de gravedad del cuerpo en el momento del despegue y el extremo final del pie de despegue del atleta.

Trayectoria: Es la línea que escribe un cuerpo en su desplazamiento.

Velocidad: Es la magnitud medida por el cociente entre el desplazamiento y el tiempo empleado a realizar dicho desplazamiento.

www.bdigital.ula.ve

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

VELOCIDAD HORIZONTAL EN LA CARRERA (V_x): Es el componente de la velocidad expresado en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad horizontal del Centro de Gravedad alcanzada por el saltador, durante la carrera. (Ver gráfico 6)

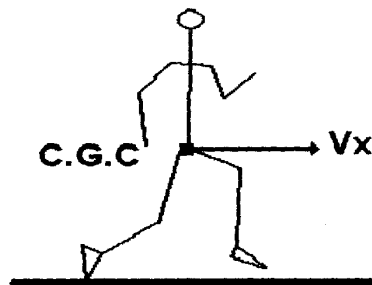


Gráfico 6. Velocidad Horizontal de la Carrera

VELOCIDAD VERTICAL (V_{oy}): Es el componente de la velocidad vertical expresada en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad vertical del Centro de Gravedad del saltador alcanzada, en el momento en que inicia la fase de vuelo. (Ver gráfico 7).

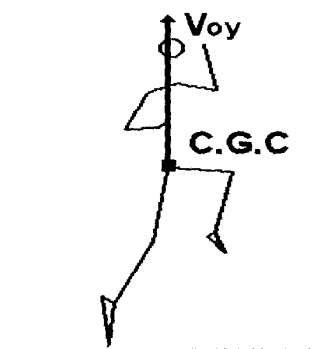


Gráfico 7. Velocidad Vertical

VELOCIDAD HORIZONTAL DEL DESPEGUE (V_{ox}): Es el componente de la velocidad expresado en metros sobre segundos, la cual indica la máxima velocidad horizontal alcanzada por el saltador en el despegue. (Ver gráfico 8)

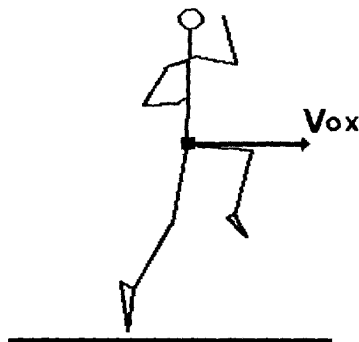


Gráfico 8. Velocidad Horizontal de Despegue

VELOCIDAD DE PROYECCION (V_o): Es el componente de la velocidad expresado en metros sobre segundos, que indica la velocidad resultante del Centro de Gravedad del saltador, la cual se da por la velocidad horizontal de la carrera y la velocidad vertical en el momento de la fase pique despegue. (Ver gráfico 9)

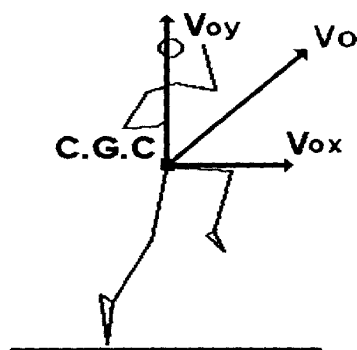


Gráfico 9. Velocidad de Proyección

MATEMATICAMENTE: $V_o = V_{ox} * \cos \alpha$ y $V_o = V_{oy} * \sin \alpha$

ANGULO DE PROYECCION (θ): Es el ángulo formado entre la horizontal y la dirección de la velocidad resultante del Centro de Gravedad del saltador en el inicio de la fase de vuelo. (Ver gráfico 10)

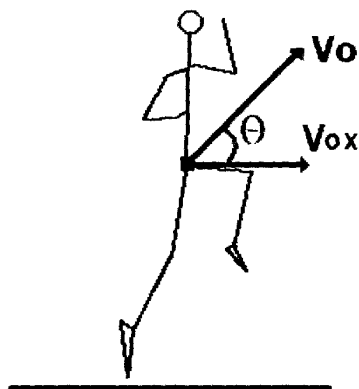


Gráfico 10. Angulo de Proyección

MATEMATICAMENTE: $\theta = \text{ARC TANG. } V_{ox} / V_{oy}$

FLEXION DE LA RODILLA (δ): Es el ángulo formado por la articulación de la rodilla, entre el segmento muslo y el segmento pierna en el momento de amortiguación durante la fase de apoyo. (Ver gráfico 11)

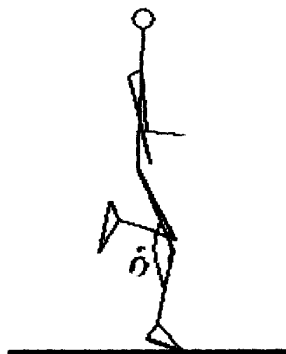


Gráfico 11. Flexión de Rodilla

POSICIÓN DE CAÍDA Y DE DESPEGUE: Son los ángulos formados por la articulación del tobillo y la horizontal en el momento de amortiguación durante la fase de apoyo y el despegue en la fase de la carrera. (Ver gráfico 12)

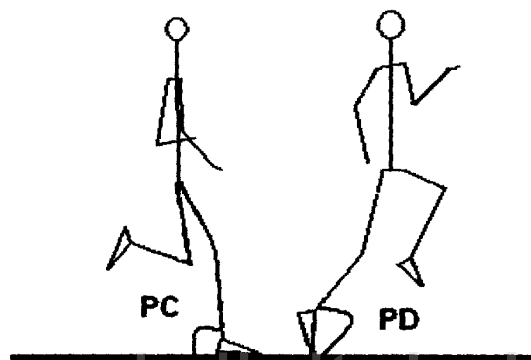


Gráfico 12. Posición de Caída y de Despegue

ANGULO DEL TOBILLO EN EL DESPEGUE DEL SALTO LARGO: Es el ángulo formado por la articulación del Tobillo y la horizontal durante la fase pique-despegue del salto largo. (Ver gráfico 13)



Gráfico 13. Angulo del Tobillo en el Despegue del Salto Largo

ALTURA DEL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL APOYO (h_1): Es el espacio vertical desde el Centro de Gravedad Corporal, hasta el nivel de la carrilera en el instante de la entrada en la tabla de apoyo. (Ver gráfico 14)

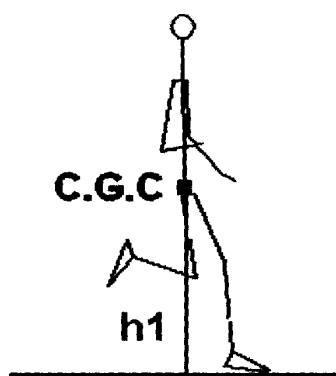


Gráfico 14. Altura del Centro de Gravedad en el Apoyo

ALTURA DEL CENTRO DE GRAVEDAD CORPORAL EN EL DESPEGUE

(h_2): Es el espacio vertical desde el Centro de Gravedad Corporal del saltador hasta el nivel de la carrilera en el instante del despegue. (Ver gráfico 15)

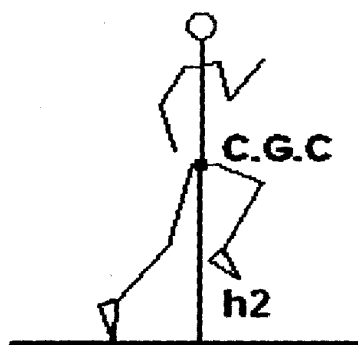


Gráfico 15. Altura del Centro de Gravedad Corporal en el Despegue

TIEMPO DE APOYO EN LA TABLA (TAT): Es el tiempo en segundos que transcurre cuando el saltador permanece en contacto con la tabla de pique, con la finalidad de proporcionar el rechazo y así obtener el impulso para el vuelo del salto. (Ver gráfico 16)

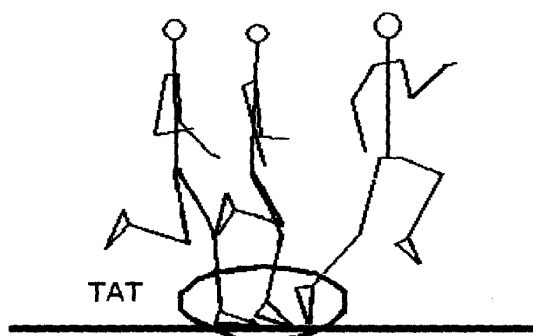


Gráfico 16. Tiempo de Apoyo en la Tabla

DISTANCIA ENTRE EL PENÚLTIMO Y ÚLTIMO PASO (DPUP): Es el espacio horizontal que se encuentra entre el penúltimo y último pasó de la carrera del saltador; medido desde el impulso del pie izquierdo, hasta el apoyo del pie derecho, en el instante antes de iniciar el despegue. (Ver gráfico 17)

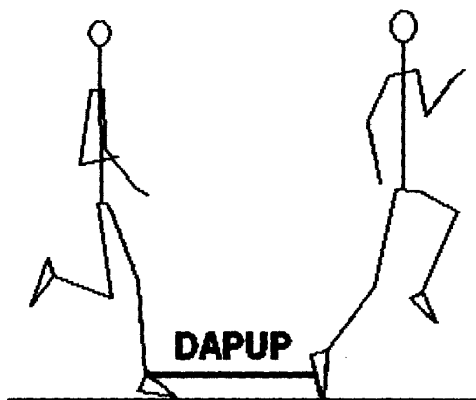


Gráfico 17. Distancia entre el Penúltimo y Ultimo Paso

COMPORTAMIENTO DEL CENTRO DE GRAVEDAD CORPORAL EN LA FASE PIQUE DESPEGUE (CGCFPD): Es la trayectoria recorrida por el Centro de Gravedad Corporal, desde el momento en que el pie del atleta hace contacto con la tabla de pique y el momento en que el mismo pie deja de hacer contacto con la tabla de pique. (Ver gráfico 18)

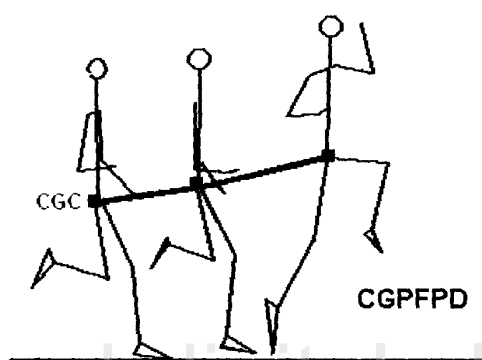


Gráfico18. Comportamiento del Centro de Gravedad Corporal en la Fase Pique Despegue

TIEMPO DE APOYO EN EL ANTEPENÚLTIMO PASO (TAAP): Es el tiempo expresado en segundo que transcurre cuando el atleta apoya su pie en la carrilera durante la carrera de aproximación. (Ver gráfico 19)

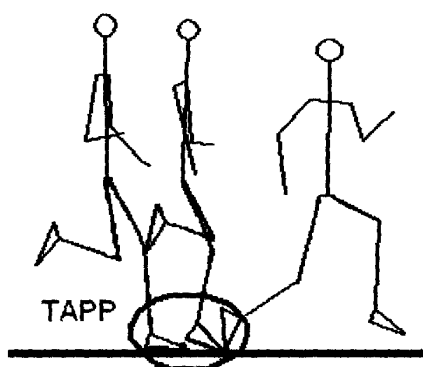


Gráfico 19. Tiempo de Apoyo en el Antepenúltimo Paso

TIEMPO DE VUELO DE LOS DOS ÚLTIMO PASOS (TVDUP): Es el tiempo que transcurre cuando el atleta se encuentra en la fase de vuelo de la carrera sobre la carrilera, durante la carrera de aproximación y antes del pique en la tabla. (Ver gráfico 20)

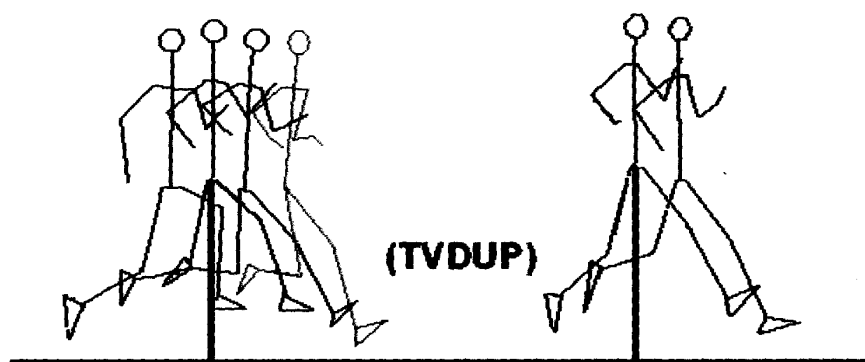


Gráfico 20. Tiempo de Vuelo en los dos últimos pasos

TIEMPO DE APOYO EN EL PENÚLTIMO PASO (TAPP): Es el tiempo que transcurre cuando el atleta apoya el pie correspondiente en la carrilera, durante la carrera de aproximación y antes del pique en la tabla. (Ver gráfico 21)

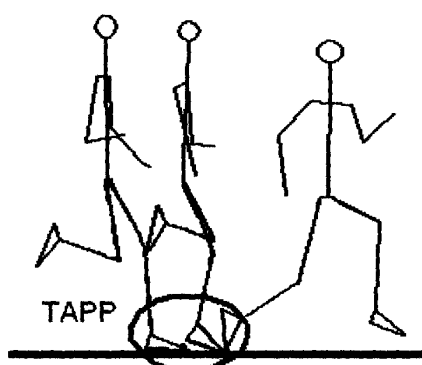


Gráfico 21. Tiempo de apoyo en el Penúltimo Paso

TIEMPO DE APOYO EN EL DESPEGUE (FASE PIQUE DESPEGUE): Es el tiempo que transcurre, desde el momento que el saltador hace contacto con la tabla de pique hasta el momento que se despegue de esta. (Ver gráfico 22)



Gráfico 22. Tiempo de Apoyo en el Despegue

DISTANCIA HORIZONTAL (D_x) Es el espacio horizontal expresado en metros, esta se mide desde el borde de la tabla de pique cercano a la fosa de arena hasta la marca o huella más cercana a la tabla de pique dejada por el saltador en la fosa de salto en el momento del aterrizaje. (Ver gráfico 23)

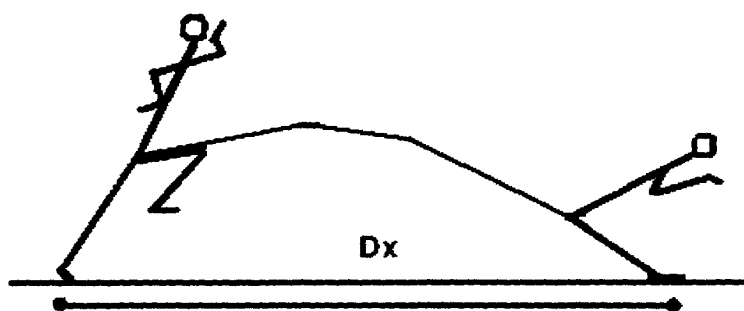


Gráfico 23. Distancia Horizontal

CANTIDAD DE MOVIMIENTO: Es el producto de la masa del atleta por su velocidad alcanzada en el momento de su proyección. (Ver gráfico 24)

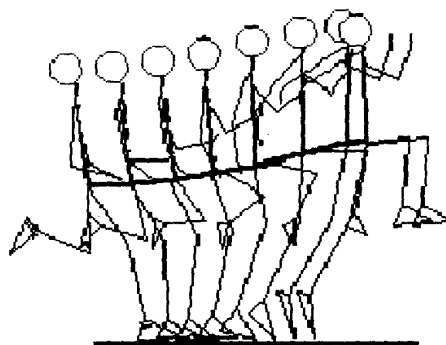


Gráfico 24. Cantidad de Movimiento

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO IV

METODOLOGIA

Tipo de Investigación

El análisis biomecánico de las acciones motoras, en una determinada destreza deportiva, esta basada fundamentalmente en el registro de las características de los movimientos.

De acuerdo al propósito de este estudio se realizó una investigación de campo (la cual se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos. Sabino (2002)), dicho estudio apoyado en el método de la videografía bidimensional, el cual consiste en registrar los diferentes saltos ejecutados por los seis atletas objeto de este estudio, con la finalidad de analizar cuantitativamente las características mecánicas de los últimos tres pasos de la carrera de impulso y el despegue del salto largo.

Sujetos

Esta investigación se realizó con seis (6) sujetos masculinos que participaron en el Campeonato Centroamericano Universitario realizado en el Estado Carabobo.

Instrumentos

Los recursos que se utilizaron para la recolección de los datos en este estudio fueron los siguientes:

- Una (1) cámara de video marca Panasonic, tipo SVHS AG456-U, con una velocidad de 60 imágenes por segundo.
- Software HUMAN.
- Una (1) cinta de SVHS.
- Una (1) computadora para realizar los cálculos.
- Un nivel de 2 metros de largo para calcular la escala de filmación.

Procedimiento para la recolección de datos:

Esta investigación se desarrolló, como se describe a continuación:

1). Etapa I: Pre-Fílmica

- ❖ Búsqueda y selección de la muestra
- ❖ Búsqueda y selección del sitio de filmación.
- ❖ Recolección de los datos personales de los sujetos seleccionados.
- ❖ Recolección de los datos de la cámara.
- ❖ Datos ambientales de filmación.

2). Etapa II Fílmica.

- ❖ Realización de la filmación:

Ejecución de la destreza deportiva para determinar las estructuras de movimiento. Cada sujeto realizó 6 intentos en condiciones reales de competencia (3 de eliminatoria y 3 de finales) reglamentaria y fue tomado en cuenta el resultado de la destreza.

3). Etapa III. Post- Filmica.

❖ Organización de los datos:

- Se procedió a reproducir la cinta de filmación con el VHS, y se seleccionaron las imágenes. Posteriormente se proyectaron las imágenes en un computador utilizando el Software HUMAN (Duck, 2005) en el que se marcaron los diferentes puntos anatómicos del cuerpo y se elaboraron los esquemas de postura. Se utilizaron los 21 puntos anatómicos y los 14 segmentos corporales (ver cuadros 7, 8 y gráfico 6). Estos fueron introducidos en la computadora para realizar los cálculos utilizando el Software HUMAN, el cual arrojó los resultados del desplazamiento vertical, horizontal, velocidad de proyección horizontal y vertical y ángulo de posiciones.

Cuadro 7

Punto Anatómicos para la estimación de las variables

Nº	Descripción
1	Punta de pie derecho
2	Talón derecho
3	Eje Tobillo derecho
4	Eje rodilla derecha
5	Eje cadera derecha
6	Distal Tronco
7	Eje cadera izquierda
8	Eje rodilla izquierda
9	Eje tobillo izquierdo
10	Talón izquierdo
11	Punta de pie izquierdo
12	Séptima vértebra cervical
13	Vertex
14	Eje hombro derecho
15	Eje codo derecho
16	Eje muñeca derecha
17	Punta de Mano Derecha
18	Eje hombro izquierdo
19	Eje codo izquierdo
20	Eje muñeca izquierda
21	Punta de Mano Derecha

Cuadro 8

Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas.

SEGMENT DATA and ABSOLUTE ANGLE TABLE						X
	Segment	Proximal (Vertebral)	Distal	W _i	R _{pi}	K _g
▲ 1	pie derecho	talón derecho	punta de pie	0.014200	0.429000	0.468000
2	pierna derecha	rodilla derecha	talón derecho	0.045200	0.433300	0.322000
3	muslo derecho	cadera derecha	rodilla derecha	0.100700	0.433300	0.500000
4	tronco	distal tronco	sepiña cervical	0.569000	0.495000	0.583000
▼ 5	cabeza cuello	vertebra	sepiña cervical	0.761000	0.433300	0.495000
▲ 6	pie izquierdo	talón izquierdo	punta de pie	0.014200	0.429000	0.323000
7	pierna izquierda	rodilla izquierda	talón izquierdo	0.453000	0.433300	0.302000
8	muslo izquierdo	cadera izquierda	rodilla izquierda	0.100700	0.433300	0.475000
9	brazo derecho	hombro derecho	codo derecho	0.263000	0.436000	1.000000
▼ 10	antebrazo derecho	codo derecho	muñeca derecha	0.156000	0.433300	1.000000
11	mano derecha	muñeca derecha	punta de mano	0.006400	0.506000	1.000000
12	brazo izquierdo	hombro izquierdo	codo izquierdo	0.026300	0.436000	1.000000
13	antebrazo izquierdo	codo izquierdo	muñeca izquierda	0.156000	0.433300	1.000000
▼ 14	mano izquierda	muñeca izquierda	punta de mano	0.006400	0.506000	1.000000

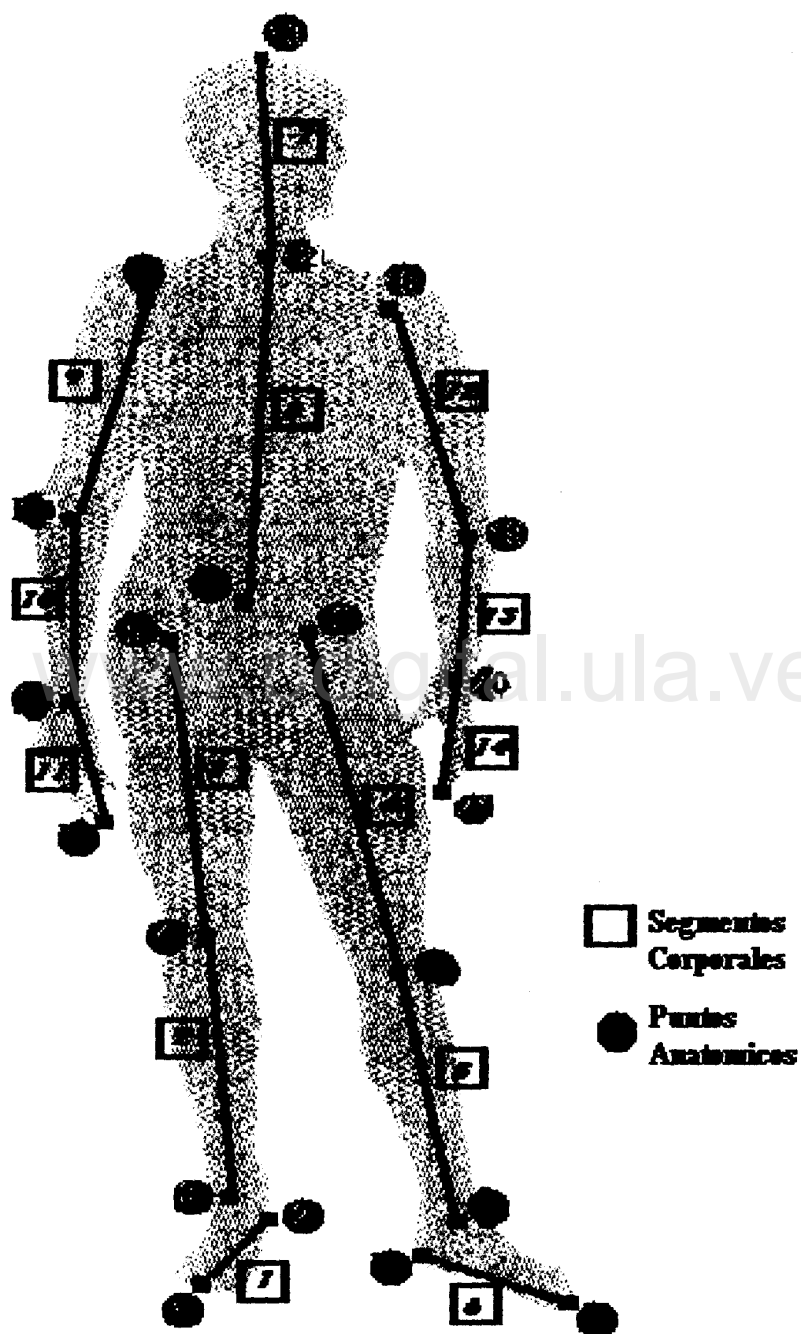


Gráfico 25. Puntos Anatómicos y Segmentos Corporales utilizados para hallar las características del software Human

Análisis de los datos

Para analizar los resultados obtenidos en este trabajo se utilizaron los datos arrojados en el mejor intento realizado por los saltadores, en cada una de las variables estudiadas, a los cuales se le realizó un análisis descriptivo cuantitativo.

Las características Mecánicas estudiadas fueron las siguientes:

Características Espaciales

1. Distancia del Penúltimo paso.
2. Distancia del Último paso.
3. Distancia Horizontal.
4. Altura del centro de gravedad entre el apoyo y despegue.
5. Altura del centro de gravedad entre el despegue y vuelo de los dos últimos pasos.

Características Temporales

3. Tiempo de apoyo del Antepenúltimo Paso.
4. Tiempo de apoyo del Penúltimo Paso.
5. Tiempo de apoyo del Último Paso.
6. Tiempo de apoyo del Despegue.
7. Tiempo de Vuelo de los dos últimos pasos y el Despegue.

Características Espacio –Temporales

6. Velocidad Horizontal en la carrera.
7. Velocidad Horizontal de Proyección en el Despegue.

8. Velocidad Vertical de Proyección en el Despegue.
9. Velocidad de Proyección.
10. Pérdida de Velocidad entre el último paso y el despegue.

Posiciones Angulares en el Salto Largo

11. Angulo de proyección.
12. Posición de Caída y de despegue de los tres últimos pasos y el despegue final.
13. Flexión de la rodilla de los tres últimos pasos y el despegue final.
14. Angulo del Tobillo en el instante del despegue del salto largo

Características Dinámica

15. Cantidad de Movimiento en la fase de despegue del salto largo.

CAPITULO IV

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En este trabajo se estudiaron características cinemáticas, dinámicas y posiciones angulares que intervienen en los tres últimos pasos de la carrera de impulso y el despegue, del salto largo ejecutado por seis atletas participantes en el Campeonato Centroamericano Universitario realizado en el estado Carabobo, estos atletas fueron los finalistas de esta competición.

Los resultados obtenidos en ésta investigación, permitieron realizar el análisis de las diferentes variables mediante la comparación de resultados presentados en trabajos relacionados, esto permitió determinar los posibles errores de los saltadores participantes en este estudio.

CARACTERÍSTICAS ESPACIALES

Distancia Horizontal

En el cuadro 9 se presentan los valores de la distancia horizontal (Objetivo Principal de la destreza del Salto Largo) oficial alcanzada por los atletas durante la competencia, en el se puede observar que los saltadores se encuentran por encima del record nacional universitario establecido por Miguel Padrón de 7,46 metros realizados en la ciudad de Valencia de 1992. No obstante, la competición es de carácter centroamericano donde estos atletas son de alto nivel competitivo. De igual forma se observa los lugares obtenidos por los atletas durante la competición, estableciendo una marca

para el primer lugar de 7,94 mts por el sujeto 1 y para el último lugar 7,49 mts por el sujeto 6.

Cuadro 9

Distancia Horizontal.

Sujeto	Distancia Horizontal (Mts)
1	7.94
2	7.60
3	7.59
4	7.53
5	7.49
6	7.49
Media	7,60
Desv. Típica	0,17
Rango	0,45
Mínimo	7,49
Máximo	7,94

Altura del Centro de Gravedad

En el cuadro 10 se reporta la diferencia de altura del centro de gravedad (desplazamiento vertical) en el Penúltimos paso de la carrera de impulso, en estos resultados se observa la diferencia existente en el momento del despegue con relación a la fase de apoyo de la carrera, manifestando esto la elevación que tiene el centro de gravedad dentro de la fase de despegue de la carrera donde el atleta empieza a preparar las acciones para la fase pique-despegue del salto largo. En otras palabras la

fase del despegue origina la mayor diferencia en los seis sujetos, la elevación del centro de gravedad del sujeto 1 es de: 0.09 mts, el sujeto 2 es de: 0.09 mts, el sujeto 3: 0,08mts; el sujeto 4: 0,09mts; el sujeto 5: 0,08 mts y el sujeto 6: 0,11 mts.

Cuadro 10

Diferencias de altura del C.G. entre el apoyo y despegue del Penúltimo Paso

Sujetos	Paso	Apoyo (mts.)	Despegue (mts.)	Diferencia (mts.)
1	Penúltimo	0.79	0.88	0.09
2	Penúltimo	0,84	0.93	0,09
3	Penúltimo	0,88	0.96	0,08
4	Penúltimo	0,90	0.99	0,09
5	Penúltimo	0,85	0.93	0,08
6	Penúltimo	0,89	1.00	0,11
Media		0,85	0,94	
Desv. Típica		0,04	0,04	
Rango		0,11	0,12	
Mínimo		0,79	0,88	
Máximo		0,90	1,00	

En el cuadro 11 se indica la diferencia de altura del centro de gravedad (desplazamiento vertical) en el último paso de la carrera de impulso, estos resultados muestran que al igual que en el Penúltimo paso la

mayor diferencia se crea en la fase despegue de la carrera en los seis sujetos, la elevación del centro de gravedad del sujeto 1 es de: 0.05 mts, el sujeto 2 es de: 0.01 mts, el sujeto 3: 0,03mts; el sujeto 4: 0,01mts; el sujeto 5: 0,01 mts y el sujeto 6: 0,01 mts.

Cuadro 11

Diferencias de altura del C.G. entre el apoyo y despegue del Último Paso

Sujetos	Paso	Apoyo (mts.)	Despegue (mts.)	Diferencia (mts.)
1	Último	0.86	0.91	0.05
2	Último	0.96	0.97	0.01
3	Último	0.90	0.93	0.03
4	Último	0.95	0.96	0.01
5	Último	0.92	0.93	0.01
6	Último	0.98	0.99	0.01
Media		0,93	0,94	
Desv. Típica		0,04	0,02	
Rango		0,12	0,08	
Mínimo		0,86	0,91	
Máximo		0,98	0,99	

En el cuadro 12 se reporta la diferencia de altura del centro de gravedad (desplazamiento vertical) en Despegue en el momento de su proyección hacia la fosa del salto largo, en los resultados arrojados en la tabla anteriores (10 y 11) se observa que la mayor diferencia se genera en la fase de apoyo del último paso, demostrando así que este cambio en el resultado del penúltimo paso ocurre con el objeto de preparar las acciones

para el rechazo. No obstante, se observa que en la fase del despegue se origina la mayor diferencia en los seis sujetos, la elevación del centro de gravedad del sujeto 1 es de: 0.31 mts, el sujeto 2 es de: 0.18 mts, el sujeto 3: 0,27mts; el sujeto 4: 0,17 mts; el sujeto 5: 0,19 mts y el sujeto 6: 0,13 mts. Esto ocurre porque los atletas buscan aumentar relativamente el componente vertical de proyección para la fase de vuelo del salto largo.

Cuadro 12

Diferencias de altura del C.G. entre el apoyo y despegue del Despegue

Sujetos	Paso	Apoyo (mts.)	Despegue (mts.)	Diferencia (mts.)
1	Despegue	0.79	1.10	0.31
2	Despegue	0.94	1.12	0.18
3	Despegue	0.89	1.16	0.27
4	Despegue	0.98	1.15	0.17
5	Despegue	0.85	1.04	0.19
6	Despegue	0.99	1.12	0.13
Media		0,90	1,11	
Desv. Típica		0,07	0,04	
Rango		0,20	0,12	
Mínimo		0,79	1,04	
Máximo		0,99	1,16	

Distancia entre el Antepenúltimo, Penúltimo y Ultimo Paso

En el cuadro 13 se presenta la distancia de los tres últimos pasos, que como lo reporta Rodríguez y Zissu (1990), el Antepenúltimo paso es corto en relación al Penúltimo paso siendo este el mayor de los tres pasos

finales ya que el último paso es el más corto de los tres, es decir, que los tres pasos finales siguen una estructura de “Corto, Largo, Corto”. En relación a este estudio todos los sujetos reportaron la estructura de los pasos observada en la bibliografía consultada.

Cuadro 13

Longitud de los últimos Tres pasos.

Sujetos	Antepenúltimo (mts.)	Penúltimo (mts.)	Último (mts.)
1	1.90	1.96	1.70
2	1.21	2.62	1.17
3	1.80	2.15	1.59
4	1.70	2.14	1.62
5	1.69	2.07	1.62
6	1.79	2.52	1.67
Media	1,68	2,24	1,56
Desv. Típica	0,24	0,26	0,19
Rango	0,69	0,66	0,53
Mínimo	1,21	1,96	1,17
Máximo	1,90	2,62	1,70

Diferencia de altura del Centro Gravedad entre el despegue y vuelo de los dos últimos pasos

El cuadro 14 indica la diferencia en la altura del centro de gravedad entre el despegue y la mayor altura de la fase de vuelo del penúltimo y último paso, donde se observa como se presenta una diferencia en la altura del centro de gravedad entre la fase despegue y vuelo del último paso (sujeto 1: 0.03; sujeto 2: 0.02; sujeto 3: 0,03; sujeto 4: 0,06; sujeto 5: 0,08 y sujeto 6:

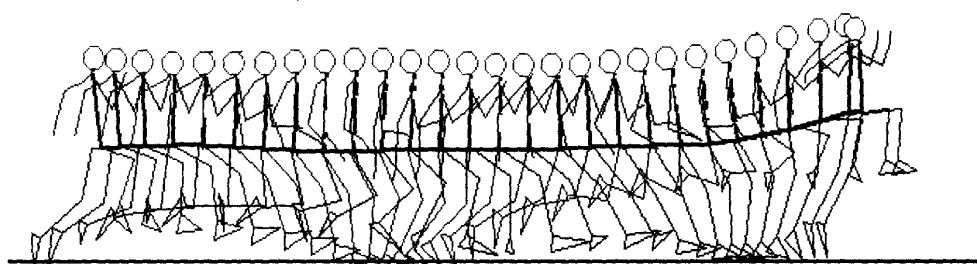
0,04), al compararlo con los registros establecidos por Nixdorf (1990) y Hay (1998), los cuales registran un valor diferencial de 0,09 se observa que solo el sujeto 5 se encuentra cerca del valor señalado por los autores y el resto de los atletas presentan una diferencia en la elevación del centro de gravedad la cual fue imperceptible, originando una fase de vuelo baja en el último paso.

Cuadro 14

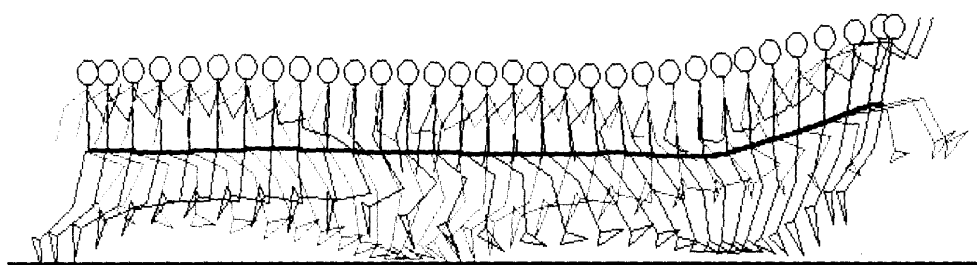
Diferencia de altura del C.G. entre el despegue y vuelo de los dos últimos pasos

Sujeto	Pasos	Despegue (mts.)	Vuelo (mts.)	Diferencia (mts.)
1	Penúltimo paso	0.93	0.95	0.02
	Ultimo paso	0.85	0.88	0.03
2	Penúltimo paso	0.97	0.98	0.01
	Ultimo paso	0.94	0.96	0.02
3	Penúltimo paso	0.96	0.97	0.01
	Ultimo paso	0.90	0.93	0.03
4	Penúltimo paso	0.99	1.01	0.02
	Ultimo paso	0.95	1.01	0.06
5	Penúltimo paso	0.93	0.95	0.02
	Ultimo paso	0.88	0.95	0.08
6	Penúltimo paso	1.00	1.02	0.02
	Ultimo paso	0.96	1.00	0.04
Penúltimo	Media	0,95	0,98	
	Desv. Típica	0,02	0,02	
	Rango	0,07	0,07	
	Mínimo	0,93	0,95	
	Máximo	1,00	1,02	
Ultimo	Media	0,93	0,92	
	Desv. Típica	0,04	0,06	
	Rango	0,14	0,16	
	Mínimo	0,85	0,85	
	Máximo	0,99	1,01	

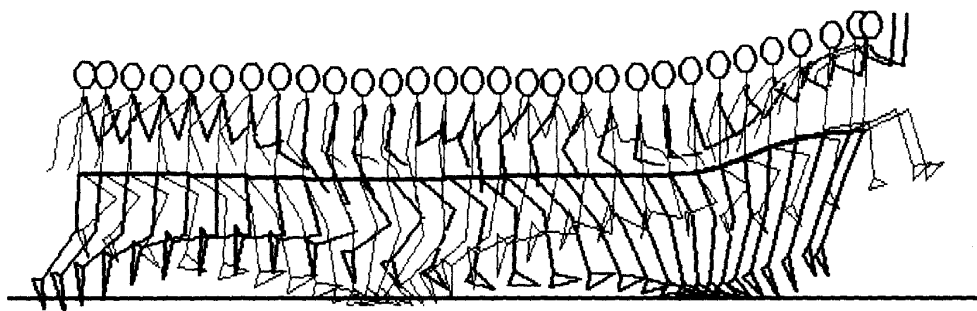
Comportamiento del centro de Gravedad en la Carrera de impulso y el Despegue



Gráficos 26. Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 1

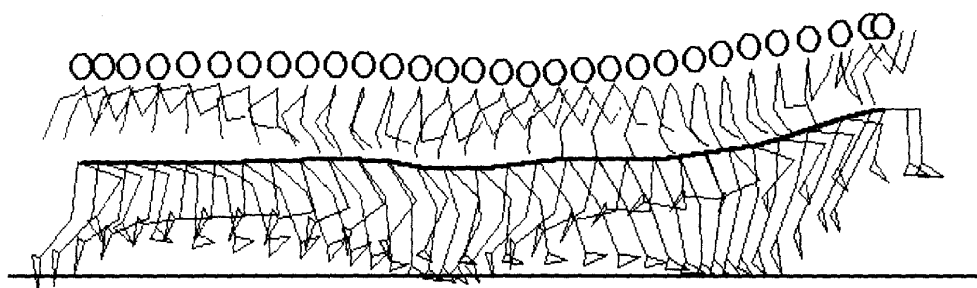


Gráficos 27. Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 2

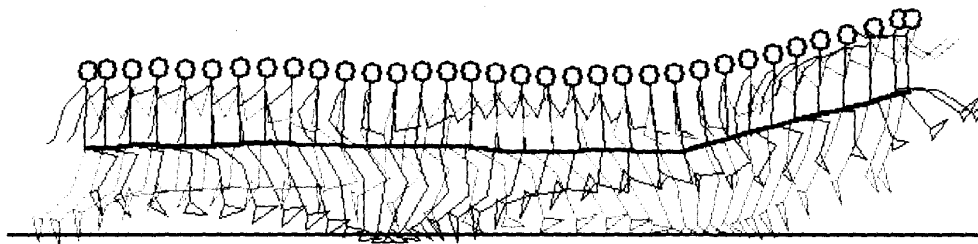


Gráficos 28. Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 3

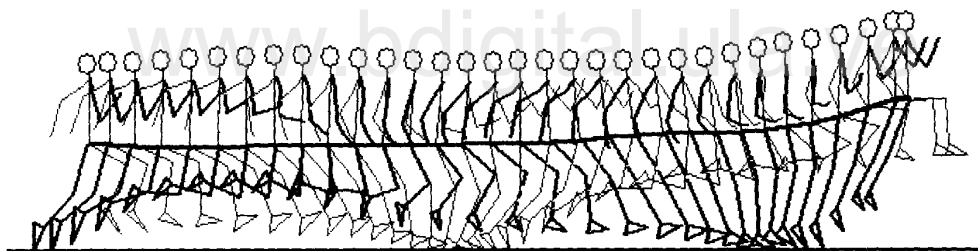
www.bdigital.ula.ve



Gráficos 29. Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 4



Gráficos 30. Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 5



Gráficos 31 Comportamiento del Centro de Gravedad durante la Carrera de impulso y el Despegue del sujeto 6

Como se puede observar los sujetos desplazan el centro de gravedad durante la carrera de impulso como especie de una onda y es debido a que en los últimos pasos de la carrera los atletas están preparando las acciones que involucran la ejecución del despegue. En el momento en que los atletas pisan sobre la superficie de la pista, el centro de gravedad baja, como consecuencia de la flexión de las rodillas y caderas. En la fase de vuelo de la

carrera, el centro de gravedad corporal es ligeramente más alto, ya que el cuerpo se encuentra en el espacio. La variación del centro de gravedad es un movimiento normal (ondulante) (Dyson, 1978). De manera general, el centro de gravedad de los atletas, en el momento del pique, baja ligeramente motivado a la flexión de la articulación de la rodilla, la cual ocurre con la finalidad de alcanzar la mayor longitud horizontal, (Dyson, 1978) desplazándose posteriormente el centro de gravedad hacia arriba y adelante en busca del ángulo de despegue adecuado para una mayor distancia horizontal.

En el momento del despegue la amortiguación del pie de pique produce que se reduzca ligeramente la velocidad horizontal del centro de gravedad del cuerpo; para que al final de despegue, se pueda crear la velocidad vertical del centro de gravedad del cuerpo. La amortiguación realizada por los atletas genera una gran tensión, extendiéndose rápida y violentamente en el instante preciso en que el centro de gravedad sobrepasa la vertical del pie de apoyo.

CARACTERÍSTICAS TEMPORALES

Tiempo de Apoyo en los dos Últimos Pasos y el Despegue

El cuadro 15 reporta el tiempo de apoyo del Antepenúltimo paso, donde se observan valores iguales, cercanos y por encima de el valor reportado en la bibliografía consultada donde Hernández (1994) citando a Nixdorf, (1990); nos indica que para el Antepenúltimo paso el valor es igual a 0,09 seg. y los sujetos de esta investigación reportaron Sujeto 1: 0,08 seg.;

Sujeto 2: 0,09 seg. (Igual a la Bibliografía); Sujeto 3: 0,08 seg.; Sujeto 4: 0,11 seg.; Sujeto 5: 0,08 seg.; Sujeto 6: 0,09 Seg. (Idéntico a lo reportado por los autores), los sujetos de esta investigación se encuentran cercanos al tiempo de apoyo de Antepenúltimo, esto se origina a que los atletas están preparando las acciones correspondiente a la fase que sigue (Pique-Despegue).

Cuadro 15

Tiempo de Apoyo del Antepenúltimo Paso

Sujeto	Paso	Tiempo (seg.)
1	Antepenúltimo	0,08
2	Antepenúltimo	0,09
3	Antepenúltimo	0,08
4	Antepenúltimo	0,11
5	Antepenúltimo	0,08
6	Antepenúltimo	0,09
Antepenúltimo	Media	0,08
	Desv. Típica	0,011
	Rango	0,03
	Mínimo	0,08
	Máximo	0,11

En el cuadro 16 se presenta el tiempo de apoyo del Penúltimo paso, donde se destaca la similitud de los sujetos 2, 4 y 6 con el valor reportado por Hernández (1994) citando a Nixdorf, (1990); donde indica para el penúltimo paso un valor de 0,08 seg. No obstante, los sujetos 1, 5 y 3 obtuvieron un registro de 0,08 Seg. por debajo pero cercanos a este valor registrado en la bibliografía consultada.

Cuadro 16

Tiempo de Apoyo del Penúltimo paso

Sujeto	Paso	Tiempo (seg.)
1	Penúltimo	0,08
2	Penúltimo	0,09
3	Penúltimo	0,08
4	Penúltimo	0,11
5	Penúltimo	0,08
6	Penúltimo	0,09
Penúltimo	Media	0,08
	Desv. Típica	0,011
	Rango	0,03
	Mínimo	0,08
	Máximo	0,11

En el cuadro 17, se observa el tiempo de apoyo del Último paso, destacando el contraste que existe entre los valores reportados en la bibliografía consultada y los resultados obtenidos en este estudio ya que los sujetos obtuvieron tiempos más altos y uno más bajo que los reportados por

Hernández (1994) citando a Nixdorf, (1990) estableciendo para el último paso un tiempo igual a: 0,10 seg. Los sujetos de esta investigación obtuvieron: Sujeto 1: 0,11 Seg.; Sujeto 2: 0,13 Seg.; Sujeto 3: 0,11 Seg.; Sujeto 4: 0,13 Seg.; Sujeto 5: 0,09 (Único Atleta por debajo de lo reportado por el Autor consultado), Sujeto 6: 0,11 Seg. Este mayor tiempo en el apoyo de sus pasos va incrementa a medida que se acercan a la tabla de pique, esto origina un incremento en la pérdida de velocidad horizontal que traen los atletas pudiendo así afectar el objetivo del salto largo (Distancia Horizontal).

Cuadro 17
Tiempo de apoyo del Último paso

Sujeto	Paso	Tiempo (seg.)
1	Ultimo	0,11
2	Ultimo	0,13
3	Ultimo	0,11
4	Ultimo	0,13
5	Ultimo	0,09
6	Ultimo	0,11
Último	Media	0,11
	Desv. Típica	0,01
	Rango	0,04
	Mínimo	0,09
	Máximo	0,13

En el cuadro 18, se reporta el tiempo de apoyo del Despegue, observándose que existen valores similares a los reportados en la bibliografía consultada Hernández (1994) citando a Nixdorf, (1990) estableció para el Despegue un tiempo igual a: 0,11 seg. tales fueron arrojados por los Sujetos 1, 3 y 6. los Sujetos 2 y 4 obtuvieron valores por encima del Autor 0,13 Seg. Este tiempo mayor les va incrementar la pérdida de velocidad horizontal que han logrado durante la carrera y el Sujeto 5 estuvo por debajo 0,09 Seg. Este tiempo le disminuye el porcentaje de pérdida de velocidad al momento de Autoproyectarse a la fosa de Salto largo.

Cuadro 18

Tiempo de apoyo del Despegue durante el Despegue

Sujeto	Paso	Tiempo (seg.)
1	Despegue	0,11
2	Despegue	0,13
3	Despegue	0,11
4	Despegue	0,13
5	Despegue	0,09
6	Despegue	0,11
Despegue	Media	0,11
	Desv. Típica	0,01
	Rango	0,04
	Mínimo	0,09
	Máximo	0,13

Tiempo de Vuelo de los dos Últimos Pasos

El cuadro 19 presenta el tiempo de vuelo de los últimos pasos, donde Zissu, (1987) estableció que la duración del vuelo del penúltimo paso es mayor al tiempo del último paso. La permanencia del vuelo del Penúltimo y Último paso para los sujetos de esta investigación fue sujeto 1: 0,09 y 0,07 Seg. Sujeto 2: 0,09 y 0,06 seg.; Sujeto 3: 0,06 y 0,04 seg.; Sujeto 4: 0,08 y 0,06 seg.; sujeto 5: 0,08 y 0,04 seg.; sujeto 6; 0,12 y 0,08 seg. Indicando que los valores del Penúltimo paso se encuentran por debajo de lo establecido por Nixdorf (1990) quien establece para el Penúltimo paso: 0,13 seg. y para el ultimo paso 0,07 Seg. el sujeto 1 esta similar a este valor, los sujetos 2, 3, 4 y 5 por debajo de el y el sujeto 6 por encima 0,08 seg, esto puede deberse a que los atletas tiene la longitud de los pasos más cortos que los reportados por el autor, pudiendo considerarse que no se están preparando correctamente para las acciones del despegue, consiguiendo así afectar el objetivo principal del salto. Se observa que se cumple el principio de los pasos finales largo-corto. Lo que señala más tiempo de vuelo en el penúltimo paso que en el último paso

Cuadro 19

Tiempo de Vuelo de los dos últimos pasos entre el Penúltimo y Último Paso

Sujeto	Pasos	Tiempo (seg.)
1	Penúltimo paso	0,09
	Ultimo paso	0,07
2	Penúltimo paso	0,09
	Ultimo paso	0,06
3	Penúltimo paso	0,06
	Ultimo paso	0,04
4	Penúltimo paso	0,08
	Ultimo paso	0,06
5	Penúltimo paso	0,08
	Ultimo paso	0,04
6	Penúltimo paso	0,12
	Ultimo paso	0,08

CARACTERÍSTICAS ESPACIO –TEMPORALES

Velocidad horizontal, Vertical y de Proyección

Para poder lograr la mayor distancia horizontal posible en el salto largo los atletas de esta especialidad deben transformar la velocidad de carrera en velocidad inicial de proyección durante la fase del pique –

despegue. Este es el factor más importante para lograr el objetivo del salto, pero para esto el atleta solo tiene un tiempo muy corto (0,12 seg.).

El cuadro 20 expresa los resultados obtenidos en la velocidad horizontal, vertical y de proyección del Penúltimo y Último paso. Los valores de la velocidad horizontal arrojan para el Penúltimo paso una media de 6,50 mts/seg. y para el Último paso de 8,84 mts/seg. En la Velocidad Vertical la media del Penúltimo paso es de 0,98 mts/seg. y para el Último 1,34 mts/seg. y finalmente la media de la Velocidad Resultante es de 6,59 mts/seg. para el Penúltimo y para el Ultimo paso es de 8,98 mts/seg. Encontrándose por debajo de lo establecido por la bibliografía consultada, con excepción de la velocidad vertical, en el Último paso que está por encima de lo establecido por Hernández (1994), donde registra que la velocidad horizontal para el Penúltimo paso es de 9,11 mts/seg. y para el Ultimo de 9,07 mts/seg. La velocidad Vertical del Penúltimo paso 2,20 mts/seg. y para el Ultimo de 0,25 mts/seg. y la Velocidad Resultante para el Penúltimo paso es de 9,37 mts/seg. y el Ultimo de 9,07 mts/seg. El aumento de la velocidad Vertical para el ultimo es un factor que va ha incidir en la pérdida de velocidad al momento de autoproyectarse a la fosa del salto largo y por ende afectar el resultado del salto.

Cuadro 20

Velocidad Horizontal, Vertical y Resultante del Penúltimo y Último paso

Sujeto	Paso	Vh (m/s)	Vy (m/s)	VR (m/s)
1	Penúltimo	5,92	0,42	5,93
	Último	9,60	0,80	9,65
2	Penúltimo	5,36	0,44	5,37
	Último	9,06	0,31	9,05
3	Penúltimo	6,64	0,26	6,65
	Último	8,67	0,85	8,71
4	Penúltimo	7,80	1,76	7,99
	Último	9,14	1,43	9,25
5	Penúltimo	7,43	1,59	7,59
	Último	8,17	2,00	8,41
6	Penúltimo	5,87	1,46	6,04
	Último	8,42	2,68	8,83
Penúltimo	Media	6,50	0,98	6,59
	Desv. Típica	0,95	0,67	1,01
	Rango	2,44	1,50	2,62
	Mínimo	5,36	0,26	5,37
	Máximo	7,80	1,76	7,99
Último	Media	8,84	1,34	8,98
	Desv. Típica	0,52	0,87	0,43
	Rango	1,43	2,37	1,24
	Mínimo	8,17	0,31	8,41
	Máximo	9,60	2,68	9,65

En el cuadro 21 se presentan los resultados obtenidos en la velocidad horizontal, vertical y resultante en el momento del Despegue de los atletas. Los valores de la velocidad Resultante arrojan una media de 8,24 mts/seg. encontrándose por debajo de lo establecido por los autores consultados (8,80 – 9,54 mts/seg), donde Zissu 1987, reporta velocidades entre 8,80 – 9,54 m/s y Jaramillo entre 9,03 – 9,50 m/s. de igual forma se observa que en los valores registrados en la velocidad vertical obtenidos en el estudio presentan una media de 3,82 mts/seg, los atletas aumentan

considerablemente su velocidad vertical, en el momento del despegue y esto es debido a la búsqueda de más altura, lo cual origina una pérdida de velocidad horizontal, y por consiguiente afectara el objetivo del salto largo: distancia horizontal.

Cuadro 21

Velocidad Horizontal, Vertical y Resultante del Despegue

Sujeto	Paso	Vh (m/s)	Vy (m/s)	VR (m/s)
1	Despegue	8,57	3,92	9,42
2	Despegue	8,76	3,39	9,39
3	Despegue	8,16	3,96	9,06
4	Despegue	8,45	3,70	9,22
5	Despegue	8,27	3,78	9,09
6	Despegue	7,27	3,80	8,20
Despegue	Media	8,24	3,82	9,06
	Desv. Típica	0,52	0,09	0,44
	Rango	1,49	0,26	1,22
	Mínimo	7,27	3,70	8,20
	Máximo	8,76	3,96	9,42

El cuadro 22 reporta la pérdida de velocidad horizontal que es ocasionada por las acciones del despegue, que el atleta ejecuta a medida que va avanzando en los pasos finales antes de llegar a la tabla de pique, la velocidad horizontal al igual que la velocidad de proyección se ve afectada de forma negativa. Los sujetos de esta investigación están por debajo de los valores promedios reportados por Dyson (1978) y Zissu (1987) los cuales

señalan que no debería ser superior al 12%, no obstante el sujeto 1 (10,72%) y el sujeto 6 (11,01%) los cuales poseen un porcentaje alto en su pérdida de velocidad en comparación con el resto de los competidores, esto puede ser el factor a mejorar en su ejecución y lograr mejores marcas personales.

Cuadro 22

Pérdida de Velocidad entre el último paso y el despegue

Sujeto	Velocidad	Ultimo paso	Despegue	Perdida	%
1	Vh (m/s)	9,60	8,57	1,03	10,72
2	Vh (m/s)	9,06	8,76	0,30	3,31
3	Vh (m/s)	8,67	8,16	0,51	5,88
4	Vh (m/s)	9,14	8,45	0,69	7,54
5	Vh (m/s)	8,42	8,27	0,15	1,78
6	Vh (m/s)	8,17	7,27	0,90	11,01

POSICIÓN ANGULAR

Angulo de Proyección

Durante las acciones que realiza el atleta para comenzar el despegue se inician diferentes posiciones angulares en diversas articulaciones del cuerpo, además, se origina un ángulo de proyección cuando abandona la tabla de pique y da inicio la fase de vuelo del salto largo; en relación al

ángulo de proyección se observa como el cuadro 23 refleja que los sujetos 5 primeros atletas estuvieron dentro del rango establecido por Jarver, (1971) el cual reporta ángulos entre 15° y 25°; Nixdorf, 1990 entre 18.4° y 26,6° y Jaramillo 1999 entre 18° y 25°, no así el sujeto 6, el cual tuvo un ángulo de proyección de 27° esto debió a la búsqueda de altura vertical perjudicando así su resultado durante la competición.

Cuadro 23

Angulo de proyección

Sujetos	Angulo de proyección
1	25°
2	21°
3	26°
4	24°
5	24°
6	27°
Media	24,50
Desv. Típica	2,07
Rango	6,0
Mínimo	21
Máximo	27

Posición de Caída y de Despegue de los Tres Últimos Pasos

El cuadro 24 reporta los valores obtenidos en este estudio para la posición de despegue, obteniendo valores del penúltimo paso, ultimo paso y despegue, los cuales se encuentran por debajo en relación a Hernández (1994), el cual reporta para el penúltimo paso = 114.04 °; ultimo paso = 119.85 ° y para el despegue 110.47°; observándose que los atletas de esta

investigación se encuentran por encima de los valores mencionados. Lo cual indica que estos atletas no realizan una flexión adecuada al movimiento.

Cuadro 24

Posición de Caída y despegue de los últimos pasos y el despegue final

Sujeto 1	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	140,74°
Ultimo paso	138,91°	136,47°
Despegue	148,49°	157,70°
Sujeto 2	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	142,46 °
Ultimo paso	148,09 °	144,43 °
Despegue	170,51 °	169,98 °
Sujeto 3	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	141,21 °
Ultimo paso	157,21 °	132,54 °
Despegue	169,92 °	175,73 °
Sujeto 4	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	149,96 °
Ultimo paso	167,49 °	131,51 °
Despegue	175,74°	169,53 °
Sujeto 5	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	144,68 °
Ultimo paso	156,72 °	136,96 °
Despegue	172,43 °	166,83 °
Sujeto 6	Caída	Despegue
Penúltimo paso	-----	152,22 °
Ultimo paso	160,22 °	143,31 °
Despegue	177,77 °	171,41 °

Flexión de la Rodilla

El cuadro 25 presenta los valores arrojados en la flexión de la rodilla en la pierna de pique en el despegue, en relación a estos, Hernández (1994)

reporta un rango entre 29 - 38 ° y Jaramillo (1999) entre 31 - 40 °, lo que indica que en promedio los atletas de este estudio se encuentran dentro de estos valores reportados por ambos autores.

Cuadro 25

Máxima Flexión de la rodilla del Último Paso y despegue.

Sujeto	Pasos	Máxima Flexión Rodilla
1	Ultimo paso	48,8 °
	Despegue	35°
2	Ultimo paso	38,42°
	Despegue	33,81°
3	Ultimo paso	38,01°
	Despegue	31,54°
4	Ultimo paso	45,39°
	Despegue	32,01°
5	Ultimo paso	36,57°
	Despegue	39,86°
6	Ultimo paso	40,59°
	Despegue	24,66°
Ultimo Paso	Media	41,29 °
	Desv. Típica	4,79 °
	Rango	12,23 °
	Mínimo	36,57 °
	Máximo	48,80 °
Despegue	Media	32,81 °
	Desv. Típica	4,98 °
	Rango	15,20 °
	Mínimo	24,66 °
	Máximo	39,86 °

Angulo de Proyección del Tobillo

En el cuadro 26 establece que dentro de las acciones que realizan los atletas para auto-proyectarse, se encuentra una posición angular que ha venido teniendo connotación en el resultado del salto pero que no había sido

considerada en anteriores investigaciones y es el ángulo de extensión del tobillo durante el despegue; dicho ángulo es originado cuando el atleta abandona la tabla de pique y da inicio a la fase de vuelo del salto largo.

Cuadro 26

Angulo de proyección del tobillo

Sujeto	Fase	Angulo del Tobillo
1	Despegue	154,54°
2	Despegue	140,09°
3	Despegue	143,73°
4	Despegue	143,78°
5	Despegue	138,35°
6	Despegue	143,58°
Media		144,01 °
Desv. Típica		5,63 °
Rango		16,19 °
Mínimo		138,35 °
Máximo		154,54 °

Cantidad de Movimiento

En el cuadro 27 se obtuvo la cantidad de movimiento que adquieren los atletas en la fase pique-despegue y aunque no se encontró bibliografía para realizar su respectiva comparación, se considera importante ya que en ella se emplea la masa corporal de atleta y la velocidad horizontal de proyección de él mismo. Además podemos ver en los resultados que el atleta que obtuvo mayor cantidad de movimiento fue el que ganó la competición.

Cuadro 27

Cantidad de movimiento que se adquiere en el despegue

Sujeto	Peso del Atleta	Velocidad (Mts)	Cantidad de Movimiento
1	86Kg	8,57	737,02 Kg-m/s
2	86Kg	8,76	701,76 Kg-m/s
3	78Kg	8,16	636,48 Kg-m/s
4	79Kg	8,45	667,55 Kg-m/s
5	80 kg	8,27	581,6 Kg-m/s
6	75 kg	7,27	545,25 Kg-m/s
Media			733,35Kg-m/s
Desv. Típica			72,21Kg-m/s
Rango			210,70Kg-m/s
Mínimo			720,14Kg-m/s
Máximo			816,14Kg-m/s

Para finalizar, se refleja en que los atletas presentan algunas similitudes y diferencias en relación a las variables estudiadas y comparadas con la bibliografía consultada; por lo que es imprescindible seguir trabajando en esta especialidad con la meta de identificar el comportamiento biomecánico de las variables mecánicas en su totalidad que actúan en el desempeño del salto largo, y así conocer los elementos que influyen para alcanzar el objetivo de esta destreza deportiva.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación consistió en analizar las características biomecánicas de los 3 últimos pasos de la carrera de impulso y el despegue del salto largo, realizado por 6 sujetos participantes en el Campeonato Centroamericano Universitario realizado en el Estado Carabobo, de igual forma se determinaron las variaciones de la longitud y velocidad en los dos últimos pasos antes del despegue y las variables que afectan para un efectivo despegue.

En vista del objetivo planteado se puede concluir que:

1. En relación a la longitud de los tres últimos pasos los atletas presentan la relación Corto-Largo-Corto como lo especifica la bibliografía consultada. Sin embargo, los sujetos 1 y 2 aunque presentan esta relación en la estructura de los pasos, poseen los valores más altos y bajos en la longitud, siendo el paso extremadamente corto en cada uno de ellos. De igual forma los atletas presentan poca elevación del centro de gravedad en la fase de vuelo del penúltimo paso, ocasionando así que el último paso en la fase de apoyo sea extremadamente corto.
2. Los sujetos presenta un bajo tiempo de duración del apoyo en la ejecución del pique-despegue del salto largo, en comparación a los

valores reportados en la bibliografía. No obstante, los sujetos 1 y 6 deben bajar un poco más este tiempo para que su pérdida de velocidad no se vea tan afectada y así lograr un mejor resultado durante su saltos.

3. Los atletas presentan una velocidad horizontal por debajo de la bibliografía, lo que establece que el resultado para lograr un buen desempeño durante la ejecución de sus saltos sea vea afectada, como consecuencia de la relación directa que existe entre la velocidad horizontal inicial y la longitud del salto.
4. A consecuencia del incremento de la velocidad vertical en el momento del despegue se presenta una pérdida de velocidad horizontal en los últimos pasos de la carrera de impulso, por lo cual todos los sujetos no logran mantener la velocidad para el despegue.
5. El ángulo de proyección de los cinco primeros sujetos se encuentra dentro de lo establecido por la bibliografía, no así el sujeto 6 el cual debe bajar este ángulo (27°) para lograr una proyección de su salto correcto y disminuir de esta forma la velocidad vertical elevada que posee por la búsqueda de un incremento en el componente vertical, afectando así el objetivo principal del salto largo que no es más que la distancia horizontal.
6. La máxima flexión de la rodilla en la fase de apoyo del último paso y el despegue los sujetos se encuentra dentro del rango establecido por la bibliografía consultada, sin embargo el sujeto 6, tiene un ángulo bajo producto de la distancia horizontal del ultimo paso, por lo cual, el impulso no es realizado adecuadamente.

RECOMENDACIONES

En vista de las conclusiones enunciadas en este estudio, se establecieron algunas recomendaciones para el mejor desempeño de estos atletas Universitarios y así lograr unos de los objetivos de esta investigación.

1. Aunque los atletas estuvieron dentro de la relación corto-largo-corto en la estructura de los pasos finales los sujetos 1 y 2 con respecto a su longitud para el penúltimo y último paso sus valores fueron bajos, por lo cual se debe mejorar la variación de ellos ya que es una de las variables que produce disminución de la velocidad horizontal y es donde el atleta prepara sus acciones para el despegue.
2. El sujeto 6 debe aumentar la flexión de la rodilla en la fase de apoyo del último paso. Por lo tanto, es importante que el atleta realice ejercicios como: ejecutar el salto largo con un banco de apoyo de 40 cm. ubicado sobre la tabla de pique ó colocar una valla de 96 cm. a 1 mt. delante de la tabla de pique, para incrementar el ángulo de la rodilla y así perfeccionar la fase final de la carrera y el pique-despegue, tratando de corregir los errores técnicos en diferentes condiciones, con variación en la distancia de los últimos pasos.
3. Se debe disminuir el tiempo de duración en la tabla durante la fase pique porque esta es una de los factores que influyen en la pérdida de la velocidad horizontal.
4. La pérdida de la velocidad horizontal en los atletas se produce desde que ellos dan inicio a los últimos tres pasos por lo tanto hay que trabajar para poder evitar la perdida de la velocidad.

5. Que este trabajo de investigación este al alcance de los entrenadores y saltadores de esta especialidad deportiva y sirva, a su vez, de base teórica-práctica en la planificación de los entrenamientos del salto largo.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS

Aguado, X. (1993). Eficacia y Técnica Deportiva. España: Editorial INDE Publicaciones.

Azpeitia, J. y Soto, J. (1999). Biomecánica y Entrenamiento Deportivo. Argentina: Editorial. Pila Teleña.

Donskoi, D. y Zsatsiorski, V. (1988). Biomecanica de los Ejercicios Fisicos. Moscú. Editorial Ráduga.

Duck, T. (2005). HUMAN. Software para el análisis biomecánico. Canadá

Dyson, G. (1978) Mecánica del atletismo. Madrid: I.N.E.F.

Hay, J. (1993). Citius, Altius, Longius (Faster, Higher, Longer): The Biomechanics of jumping For Distance, International Journal of Sports Biomechanics, 26, 1 pp. 7-21.

Hay, J. (1998). El Estado Actual de las Investigaciones Biomecánicas en el salto largo. Boletín técnico. 8 (5). 22-27.

http://es.wikipedia.org/wiki/Salto_de_longitud (Extraído Mayo 2007)

Hernández, A. (1994) Características Biomecánicas de los tres Últimos Pasos de la carrera de impulso y despegue de Miguel Padrón. Trabajo de ascenso. Mérida – Venezuela.

Houvion, M., Prost, R. y Raffin, H. (1986). Tratado de Atletismo Saltos. España: Hispano Europea.

Hochmuth, G. (1973) Biomecánica de los Movimientos Deportivos. Madrid: I.N.E.F.

Jaramillo, C. (1999) Atletismo Básico. Colombia: Kinesis

Janes, H. (s/f) El despegue en el salto de longitud y otros saltos corrientes. Disponible: www.education.ed.ac.uk/cis/field-ath/papers/jh.html. (Extraído Enero 27,2004)

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

Muller, H. y Ritzdorf, W. (2000). Correr Saltar y Lanzar. Colombia: Castellana.

Nixdorf, E. (1990) Biomechanical analysis of the Long Jump. In, Scientific