



*“Análisis de los movimientos viciados en fase de impulso de la
arrancada baja en velocistas cadetes de 100m planos en
Cienfuegos”.*

Trabajo de diploma en opción al grado de Licenciado en Ciencias
de la Cultura Física y el Deporte.

Autor: Alberto Luis Bravo Argilagos.

Tutor: Lic. Faure Marcel Basulto Vázquez.

Cienfuegos. 2014

PENSAMIENTO

*Perfeccionemos nuestro trabajo en el campo del deporte.
Apliquemos más la ciencia y la técnica.*

Fidel Castro Ruz. (Mayo 1995)

DEDICATORIA

A mis padres por todo su apoyo, empeño, ejemplo y sacrificio para poder ser la persona que soy.

A mi hermano por todas las alegrías y tristezas compartidas en todo este tiempo.

A mi tutor que tiene en mi un amigo en quien confiar y que no lo defraudará jamás.

A mi tía Cristina que con su cariño, sabe sacarme una sonrisa aunque este triste.

A toda mi familia que sin tener grandes cosas han sabido dar apoyo, ayuda y estar unidos en todos los momentos de la vida.

A todos mis amigos y compañeros en esta etapa de la vida, por hacer de mi cada día una persona mejor y enseñarme que a pesar de la existencia de los problemas no hay solución más linda que la realizada por uno mismo.

A todas las personas que de una forma u otra participaron en la realización de este estudio y me apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su confianza, amor, dedicación y fe en mí en todo este tiempo, además de las gracias, decirles que me siento orgulloso de ellos y que si algo quisiera para mí es ser aunque sea por un momento como han sido en el transcurso de toda la vida.

A mi hermano por su comprensión, ayuda y por hacerme reír cuando a veces solo tengo ganas de llorar.

A mi tutor por dedicar un espacio de su tiempo para confiar en mí y apoyarme en todo el camino hasta la culminación de este estudio.

A mi familia en general ya que todos de una forma u otra aportaron su granito para ser la persona que soy hoy día.

A Amed por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros que supieron darme la fuerza necesaria para hacerme entender que la vida está llena de tropiezos y que lo más importante no es caerse sino saber levantarse.

A todos los profesores que participaron en mi formación, muchas gracias por todo el camino recorrido.

A todos muchas gracias.

RESUMEN.

La investigación se sustenta en el Análisis de los movimientos viciados en fase de impulso de la arrancada baja en velocistas cadetes de 100m planos en Cienfuegos, con el objetivo de utilizar la técnica video-gráfica para brindar mayor objetividad en el análisis. Se utilizan métodos de nivel teórico, empíricos y estadísticos matemáticos, con énfasis en la observación y medición de los indicadores cinemáticos de la arrancada baja en la carrera de 100m planos. Se realizó un estudio descriptivo, con un diseño no experimental transversal. La investigación se sustenta en las teorías y principios de la biomecánica deportiva, donde se derivan los indicadores cinemáticos (espaciales) analizados en la muestra de estudio. El binomio observación – medición permitió procesar los datos mediante el uso del Kinovea 0.8.7, software de código libre, habilitado para el procesamiento de los movimientos del cuerpo humano, específicamente la técnica deportiva. Se pudo corroborar la idea a defender y se determinaron los defectos en la ejecución de la arrancada en la fase de impulso.

SUMMARY

The investigation is sustained in the analysis of the foul movements in phase of impulse of the low starting jerk in cadet sprinters of 100m plane in Cienfuegos, with the objective of using the technical video-graphic to offer major objectivity in the analysis. Use methods of theoretical, empiric and statistical level mathematicians, with emphasis in the observation and measurement of the kinematic indicators of the low starting jerk in the run of 100m plane. Carried out a descriptive study, with a design not experimental collateral relative. The investigation it nourishes in the theories and principles of the sport biomechanics, in which derive to him the kinematic indicators (space) analyzed in the sample of study. The observation binomial– measurement permitted prosecute the data by means of the use of the Kinovea 0.8.7, software of free, qualified code for the prosecution of the movements of the human body, specifically the sport technique. The idea is can corroborate to defend and decided to him the defects in the execution of the starting jerk in the phase of impulse they.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Problema Científico.....	6
Objeto y Campo.....	6
Objetivo general y Objetivos específicos.....	7
Capítulo I Marco teórico referencial para el análisis de los movimientos viciados en la arrancada baja de los 100m planos.....	8
1.2 Modelo teórico de la arrancada baja.....	13
1.3 Los errores durante las ejecuciones técnicas.....	18
1.4 Los modelos biomecánicos para el análisis y control de las ejecuciones técnicas deportivas.....	19
Capítulo II Marco metodológico para el análisis de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja en velocistas cadetes.....	22
2.1 Descripción del contexto donde se desarrolla la investigación.....	22
2.2 Diseño metodológico de la investigación.....	22
2.2.1 Metodología utilizada.....	22
2.2.2 Métodos del nivel Teórico.....	22
2.2.3 Métodos del nivel empírico.....	23
2.2.4 Métodos del nivel estadísticos/matemáticos.....	26
2.2.5 Paradigma utilizado.....	26
2.2.6 Tipo de estudio.....	26
2.2.7 Tipo de diseño.....	26
2.2.8 Población y muestra.....	26

2.3 Justificación de la investigación.....	27
2.4 Conclusiones parciales del Capítulo II.....	27
Capítulo III ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS VICIADOS EN LA FASE DE IMPULSO DE LA ARRANCADA BAJA EN VELOCISTAS CADETES.....	28
3.1 Pasos para la aplicación de la metodología CTE. (Observación estructurada).....	28
3.2 Análisis de los resultados de la medición.....	29
3.3 Análisis de los resultados del método estadístico/ matemático.....	31
3.4 Conclusiones parciales del Capítulo III.....	33
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES.....	35

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el deporte de alto rendimiento está matizado por los grandes avances científico-tecnológicos que experimenta la humanidad en sentido general. Cabe destacar el carácter interdisciplinar y transdisciplinar como elemento rector a favor de alcanzar favorables resultados deportivos.

Juegan un papel determinante los aportes de ciencias tales como las Médico-Biológicas, Pedagogía, Psicología y la Biomecánica. Precisamente esta última, recobra mayor importancia e interés en los estudiosos de la técnica deportiva, ya que se optimizan los estudios y análisis del movimiento de los atletas mediante el uso de la video-grabación. Pocos años atrás, los entrenadores y atletas utilizaban la empírea, como único método para enseñar, perfeccionar y controlar la técnica deportiva, con un marcado uso de la experiencia acumulada por los más avezados en cada disciplina.

En la actualidad una de las modalidades deportivas más atractivas para espectadores, técnicos, participantes y más aún para los avances de los estudios científicos es el Atletismo, quizás por su amplia y diversa gama de pruebas (pista y campo) que lo conforman como disciplina deportiva.

El atletismo es llamado el deporte rey ya que dentro de sus 36 eventos unifica las disciplinas de marcha, carrera, saltos y lanzamientos. Dentro de estas disciplinas las carreras de 100m son de las más llamativas. Esto se debe entre otros aspectos a que los espectadores disfrutan observar a los atletas exponer sus máximas posibilidades en un corto espacio de tiempo.

Un lugar especial en estos eventos lo posee la carrera de 100 metros planos. La misma es llamada por mayoría de los medios de difusión y especialistas en el tema como la prueba reina del sprint.

Este evento según el reglamento de la Federación Internacional de Atletismo se disputa en línea recta, frente a la tribuna principal del estadio sede de la competencia, donde cada atleta ocupa una calle en la salida, la cual no puede abandonar en ningún momento de la carrera por otra.

Esta situación se hace más especial considerando que los velocistas largan la arrancada al sonido de un disparo y si un atleta reacciona antes de 0,1s es descalificado inmediatamente. En esta corta pero intensa carrera vence el atleta que rebase primero la línea de meta con el tronco y no con la cabeza, las manos o los pies.

Esta disciplina ha transitado desde tiempos remotos en la antigüedad, como una de las modalidades más disputadas, haciendo prevalecer la capacidad de velocidad en cada uno de los competidores. Los tiempos de ejecución en la carrera, han sufrido cambios con el transcurso de los años, la aplicación de la ciencia y los avances tecnológicos.

Cuba fue por muchos años una potencia en los 100 metros planos. El primer gran resultado a nivel internacional lo protagonizó José Barrientos igualando el record mundial de 1928. A este atleta le sucedieron otros que brillaron en los escenarios del continente americano y también en todo el mundo entre ellos: Rafael Fortín, Enrique Figuerola, Pablo Montes, Osvaldo Lara, Silvio Leonard y Leandro Peñalver, con tiempos que oscilaron de 10.01s a 9.98s

La última década de la pasada centuria, vio el detrimento de los resultados del atletismo cubano, motivado por las influencias externas del bloqueo impuesto por el gobierno de los Estados Unidos al pueblo cubano. Las influencias de este fenómeno repercutieron en gran medida en el deporte, reduciendo casi hasta la extinción los recursos disponibles por el estado con fines deportivos.

Este y otros factores procedentes de la base en la pirámide del alto rendimiento, justifican lo anteriormente expuesto.

El comienzo de una nueva etapa que se trazaría como objetivo aumentar los resultados en eventos internacionales para el atletismo cubano, estaría a las puertas del comienzo del siglo XXI, aunque la crisis se mantuvo los próximos 12 años, transitando desde los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992, Atlanta 1996, Sydney 2000, Atenas 2004, Beijing 2008 y Londres 2012.

Fueron varios los investigadores en darse la tarea de revertir tales resultados. Específicamente algunos de estos autores se interesaron por las investigaciones relacionadas con la arrancada baja, los cuales llegaron al

consenso de dividir la técnica para el estudio o análisis técnico y se proponen cuatro fases fundamentales entre las que se encuentran **Arrancada baja** para responder con mayor rapidez al estímulo del disparo. *Pasos transitorios* para colocar al cuerpo del velocista con un centro de gravedad alto y aumentar la curva de desplazamiento horizontal del centro de gravedad (CG) del atleta. *Pasos por la final* encargados de lograr la mayor amplitud de la zancada y el *final o remate* con el cual termina la carrera siempre y cuando alguna porción del tronco del atleta halla traspasado la meta. (Ozolin ,1991; Zissu, 1992).

El autor de esta investigación coincide con el criterio expuesto por estos investigadores que para realizar un estudio y análisis detallado de la técnica de la carrera, esta se divida en fases para una mejor comprensión de los indicadores o unidades de análisis.

Muchos son los factores que intervienen en alcanzar un buen tiempo de competencia. La condición física para sostener las demandas energéticas del organismo, cuerpo adaptado a recibir grandes cargas de entrenamiento, psiquis del atleta suficientemente fuerte para soportar la presión de competencia entre otros. Esta investigación centra el objeto motivo de estudio en la ejecución técnica del movimiento con sus características espaciales y temporales. Se apoya la teoría de ganar un instante de tiempo mediante la calidad de la ejecución técnica del movimiento

En la ultima centuria, cabe destacar los estudios biomecánicos realizados a los monarcas mundiales Asaffa Powel y Tayson Gay, constituyendo un punto de partida para los estudios comparativos entre los máximos exponentes de esta disciplina , en cuanto al comportamiento de los elementos técnicos mediante el uso de la vide-grafía como método de investigación.

Debido a que la carrera de 100m planos se realiza en un espacio corto de tiempo, es muy importante que los atletas hagan una correcta ejecución de cada una de las fases de la carrera antes mencionadas.

Dentro de todas las fases de la carrera, la arrancada juega un papel fundamental, sin despreciar al resto. Esto se debe a que precisamente la

arrancada es el primer movimiento que se realiza con el objetivo de vencer la distancia en el menor tiempo posible (D. Donskoi, 1988).

La correcta salida de los bloques le brinda una ventaja inicial al atleta que mejor la realice, ya que desde que se reacciona ante el disparo se impone el ritmo de la zancada, lo que garantiza las mejores condiciones para el desarrollo de la aceleración de la arrancada, de ahí que de todas las técnicas deportivas que han sido motivo de análisis biomecánico, pocas han sido estudiadas tan profundamente como la arrancada en los velocistas: (Stampf, 1957; Barlow y Cooper, 1972; D. Donskoi, 1988; Hay, 1993).

Todo lo anterior presupone que para obtener buenos resultados en la modalidad de los 100m planos una de las direcciones fundamentales del entrenamiento es el perfeccionamiento de la arrancada baja.

En este sentido se coincide con (Álvarez del Villar 1983; Verjonschanski 1990) en que la programación y organización del proceso de preparación técnica exige de conocimientos teóricos y datos obtenidos a partir de los resultados de investigaciones científicas como condición indispensable para obtener éxito durante su planificación, aplicación y control.

Lo antes planteado influye en que cada día se haga más necesario, estudiar la actividad competitiva de cada modalidad deportiva. De acuerdo con Barberó (2003) se plantea que en estos últimos años el estudio y valoración del deportista en competición está pasando a ser el punto de referencia de cara a la selección y estructuración de los medios de entrenamiento.

En este mismo sentido se coincide con (Donskoi 1988) en que la individualización de la preparación técnica de los deportistas, la búsqueda de las particularidades de los movimientos que resulten óptimas específicamente para cada atleta, depende en gran medida de la valoración de las características cinemáticas de los movimientos.

De este modo, el sentido del entrenamiento desde el punto de vista biomecánico reside en organizar el trabajo motriz y las interacciones externas del deportista de modo que se aprovechen al máximo las fuerzas que entran en juego para la ejecución del ejercicio de competición primero, de acuerdo con la

normativa de la competición y, segundo, con la máxima potencia posible (velocidad y exactitud). (Verkhoshansky 2002).

La biomecánica deportiva juega un papel importante en el logro de una técnica deportiva eficaz puesto que puede ayudar a comprenderla, a mejorar su enseñanza y su entrenamiento (Bartlett, 1997).

El control de la actividad competitiva en los deportes invariables de carácter cíclico, se basa generalmente en el registro de las acciones del deportista antes de la arrancada, en la arrancada, del tiempo en que recorre los diferentes tramos de la distancia, de la longitud y la frecuencia de los pasos.

Debido a la influencia directa de la arrancada baja en el logro de un buen resultado en eventos de velocidad, la información brindada por investigaciones biomecánicas ha sido de mucha utilidad en función de mejorar la técnica individual de la arrancada en diversos atletas (Mero y Komi, 1992; Bruggeman y Glad, 1990, Mero y Komi, 1994; Tidow y Wiemann, 1994).

Estos estudios en su mayoría han tenido en cuenta para el análisis biomecánico de la ejecución técnica tanto las características dinámicas como las cinemáticas de los movimientos estudiados. Sin embargo han girado en su gran mayoría entorno a la fase de aceleración de la arrancada, es decir los primeros pasos que ejecuta el atleta luego del disparo.

En la literatura consultada, ha existido un predominio del estudio de las características dinámicas del movimiento en la arrancada, despreciando en cierta medida la importancia de las **características cinemáticas**, las cuales develan el carácter de los movimientos humanos y permiten determinar la geometría de los movimientos y sus variaciones en el tiempo.

Esto se pone de manifiesto en la bibliografía especializada acerca de la técnica de la arrancada baja, donde la información acerca de los estándares en cuanto a velocidades y aceleraciones del cuerpo humano como sistema biomecánico son muy escasas.

La información es solo abundante en función de las características espaciales en la posición de a sus marcas y la de listo. El resto de la ejecución hasta el

primer paso queda sin información obtenida a partir de investigaciones científicas que permitan realizar estudios comparativos al respecto.

Como se ha estado describiendo hasta el presente, se evidencian las carencias y necesidades de estudio de las características cinemáticas en la fase de impulso de la arrancada baja a nivel internacional, y se evidencia en Cuba por la escasez en los resultados de investigaciones asociadas a dicha temática, si se consideran como insipientes los aportes de la biomecánica deportiva contemporánea.

A esta situación no escapa el atletismo en la provincia de Cienfuegos, donde tiene igual influencia, la necesidad de realizar estudios y análisis de la técnica deportiva, haciendo uso de la video-grafía, como vía de mitigar el carácter empírico de las correcciones de los elementos técnicos, específicamente en la arrancada baja.

En este sentido los entrenadores solo realizan el control del tiempo total de ejecución de la arrancada, ya que a simple vista no pueden realizar un registro de las características bio-cinemáticas que se manifiestan en la ejecución de la arrancada. Esta afirmación se corrobora mediante las observaciones no estructuradas a las diferentes unidades de entrenamiento, durante la fase exploratoria de la investigación.

Por todo lo anteriormente expuesto hasta el momento se convierte en **situación problemática de la investigación** que no se emplean eficientemente las técnicas video-gráficas durante el análisis de la técnica de la arrancada baja en la fase de impulso, en la carrera de 100m planos, en velocista cadetes de Cienfuegos, evidenciado por un alto grado de aplicación del método empírico.

Problema científico: ¿Cómo analizar los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja en la carrera de 100m planos en velocistas cadetes de Cienfuegos?

Objeto de estudio: Proceso de la preparación técnica en el atletismo.

Campo de acción: Análisis de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja en la carrera de 100m planos.

Objetivo general: Analizar, mediante la utilización de la videografía, los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja.

Objetivos específicos:

1. Abordar los soportes teóricos existente en la actualidad relacionados con el análisis de la arrancada baja en la carrera de 100m planos.
2. Constatar el estado actual de los movimientos viciados en la en la arrancada baja de los 100m planos.
3. Determinar los movimientos viciados de la arrancada baja en la carrera de 100m planos, mediante el uso de la técnica video-gráfica.

Idea a defender: Con la utilización de las técnicas video- gráficas, se podrán analizar los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja en velocistas cadetes de 100m planos en Cienfuegos.

La investigación se desarrolla en dos etapas para darle cumplimiento al objetivo de la misma. En la primera etapa se identifican las características bio-cinemáticas que se manifiestan en la ejecución de la arrancada baja de los 100 metros planos. Se emplean con este fin de los métodos teóricos el histórico lógico, análisis sintético e inductivo deductivo.

Estos métodos permitieron analizar la teoría existente acerca del estudio de la ejecución de la arrancada baja en velocistas, conocer los principales elementos que le integran para valorar, conocer e interpretar sus particularidades y luego poder valorarlas como un todo, así como llegar a generalizaciones a partir del análisis de los casos estudiados.

En la segunda etapa se analiza cualitativamente y caracteriza cuantitativamente la manifestación de las características bio-cinemáticas durante la ejecución de la arrancada baja en velocistas cadetes.

Capítulo I: Marco teórico referencial para el análisis de los movimientos viciados en la arrancada baja de los 100m planos.

1.1 En el estudio de la técnica deportiva es necesario según los objetivos de la investigación que se desarrolle, tener en cuenta aspectos tales como los sistemas materiales, referidos precisamente a los componentes del sistema locomotor que participan en la ejecución, los sistemas que garantizan la ejecución, donde se incluye el aseguramiento energético de los movimientos y la dirección de todos estos procesos

Teniendo en cuenta las características de la carrera de los 100m planos en general y la arrancada baja en particular, esta clasifica dentro del grupo de ejercicios con estabilización de la estructura dinámica.

Debido a que las acciones motoras se ejecutan mediante los movimientos de los diferentes segmentos del cuerpo en el espacio durante el trascurso de determinado tiempo se coincide con (D. Donskoi 1988) en que en el sistema de movimientos se distinguen sus elementos a partir de sus indicadores espaciales y temporales.

Con respecto a los elementos espaciales, los mismos se determinan en el sistema de movimientos, a partir de la variación de las posiciones recíprocas de los miembros del cuerpo en las distintas articulaciones implicadas en las acciones elementales del movimiento.

En este sentido los movimientos articulares simples están agrupados en acciones elementales, o sea, conforman grupos de movimientos simultáneos y series de movimientos sucesivos. De aquí es fácil comprender que diferentes acciones elementales pueden coincidir en un mismo tiempo, por lo cual al analizarlas son partes de todo el sistema conformando en este sentido subsistemas.

Teniendo en cuenta lo anterior las acciones elementales conforman subsistemas menores, los cuales conforman los subsistemas mayores. Un

ejemplo de esto son las acciones preparatorias y las fundamentales en la ejecución de la arrancada baja.

De esta forma se puede ver como en una de las acciones fundamentales de la arrancada baja, salida de los bloques, consta de acciones elementales tales como despegue de las piernas de péndulo y la de empuje, extensión máxima de la pierna de empuje coincidiendo con la altura máxima de la rodilla de la pierna de péndulo, movimientos pendulares de brazos, así como impulsión del tronco hacia adelante y arriba.

En el sistema de movimientos los elementos temporales se determinan entre los instantes dados, que reciben el nombre de fases para su mejor comprensión en el ámbito deportivo. En este sentido se coincide con (D. Donskoi 1988) en que “la fase es el menor elemento temporal del sistema de movimientos, que incluye todos los movimientos desde el principio hasta el final y que cumple determinada tarea.

Tomando en consideración lo anteriormente planteado en nuestra investigación resulta medular establecer cuando comienzan las fases del movimiento, en que tiempo transcurren y cuando terminan las mismas. La importancia de realizar esta tarea radica en que las fases se suceden en el tiempo unas a otras.

De este modo al estudiar la arrancada baja, se deben determinar las fases de la misma en el tiempo, así como diferenciarlas unas de otras según sus características. Esto se puede realizar gracias a que cada fase se diferencia de la precedente y de la siguiente.

Las fases generalmente están separadas por determinado instante, el cual delimita las fases, por lo que en los mismos se produce el cambio de fases. En este sentido las posturas del cuerpo en el límite de dos fases se denominan límites.

De esta forma cada postura límite sirve de posición final para la fase que culmina y de posición inicial para la fase siguiente. En cada fase se debe cumplir con una tarea motora rectora, lo cual presupone que el cambio de fases coincida necesariamente con un cambio de las tareas del movimiento en cuestión.

En el deporte los movimientos se distinguen por su armonía y concordancia. Por lo que se coincide con (D. Donskoi 1988) en que “mediante la observación se determina el cuadro externo del movimiento”. Lo cual se refiere a la forma de las trayectorias en el espacio y el carácter de los movimientos.

A partir de las características espaciales se puede determinar cómo están recíprocamente relacionadas las trayectorias de los movimientos, cuáles son las posturas iniciales, intermedias y finales, por lo que se devela el dibujo espacial de los movimientos, así como la concordancia de los movimientos en el espacio.

Por su parte las características temporales permiten establecer cómo los movimientos están interrelacionados y coordinados antes y después con respecto al tiempo, cuanto duran estos, cuando sustituye uno a otro, cuál es la sucesión, el ritmo y el tempo de ellos.

En el caso de las velocidades y las aceleraciones como características espacio-temporales, en conjunto con las temporales, determinan el carácter de los movimientos. De esta forma todas las correlaciones de los movimientos en el espacio y el tiempo se determinan según (D. Donskoi 1988) por su estructura cinemática, por el hecho de cómo estén organizados externamente.

Las acciones de arrancada por la general están incluidas en sobre todo en los deportes cíclicos en eventos de carreras y cobran mayor importancia en las pruebas de velocidad, ya que en las mismas se necesita comenzar el desplazamiento incrementando rápidamente la velocidad.

En este sentido se concuerda con (D. Donskoi 1988) en que las posiciones de arrancada: “son las posturas iniciales para el desplazamiento subsiguiente, que garantizan las mejores condiciones para el desarrollo de la aceleración de la arrancada”.

Generalmente las posiciones de arrancada, entiéndase arrancada sin impulso, están reglamentadas y responden a requisitos biomecánicos que se derivan de las tareas de la arrancada.

La posición inicial garantiza el surgimiento desde el primer momento, de la aceleración desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo en una dirección dada. Esto se logra mediante el desplazamiento de la proyección del centro de gravedad del cuerpo sobre una superficie horizontal, hacia el límite anterior del área de apoyo.

Teniendo en cuenta lo anterior cuando se proyecta el centro de gravedad del cuerpo al frente y su posición es más baja, se incrementa la componente horizontal de la velocidad inicial. De esta forma es fácil comprender por qué en la arrancada baja para la carrera, el ángulo de la velocidad inicial del centro de gravedad del cuerpo es menor que en la arrancada alta.

Los ángulos articulares en la posición inicial deben corresponder a las particularidades individuales de la correlación entre las palancas, al nivel de preparación de fuerza del atleta y a las condiciones de la acción de la arrancada.

Los movimientos de arrancada son los primeros movimientos a partir de la posición inicial, que garantizan el incremento de la velocidad y el pasar seguidamente al impulso de la arrancada (D. Donskoi 1988).

Durante la arrancada el centro de gravedad del cuerpo del atleta experimenta una aceleración, resultado de los esfuerzos musculares. Como fuerzas internas, estos esfuerzos están dirigidos en sentidos contrarios, al frente acelerando a los miembros móviles y atrás presionando los miembros de apoyo hacia este.

Por su parte el impulso de arrancada según (D. Donskoi 1988) garantiza: el incremento de la velocidad hasta que se alcanza la requerida para el recorrido de la distancia. En las carreras de distancias cortas, el impulso de arrancada coincide con los pasos transitorios y la velocidad se incrementa hasta el máximo.

En los movimientos ejecutados por los deportistas que dependen del empuje desde el apoyo inferior para el desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo, dicho empuje se realiza en primer lugar mediante el propio empuje de

las piernas desde el apoyo y en segundo lugar, a través de los movimientos pendulares con los miembros libres y otros miembros del cuerpo.

En el caso de la arrancada baja estos movimientos tienen que estar estrechamente interrelacionados en una acción única, para lograr el empuje necesario. El refinamiento del empuje depende en gran medida, de la coordinación de los movimientos que se realicen.

En la ejecución de la arrancada baja se distinguen como eslabón fundamental de la técnica el despegue que se realiza desde el bloque de arrancada con las piernas y como detalles de la misma, los movimientos pendulares realizados por los brazos, así como el movimiento del tronco.

En este sentido se puede plantear que en la fase fundamental de la arrancada baja, representada por el despegue de los bloques, se encuentran implicados tres mecanismos fundamentales. Uno conformado por los miembros inferiores, otro formado por el segmento tronco y uno final compuesto por los miembros superiores.

El tronco realiza un movimiento de mínima flexión dorsal y se conduce al frente tratando de mantener la posición del mismo durante la salida, para contribuir al logro del ángulo de salida óptimo durante la ejecución de esta importante fase, dicho ángulo debe oscilar entre los 42° y 45°. Lo cual es de gran importancia para mantener el centro de gravedad del cuerpo al frente y favorecer la transición al impulso de arrancada.

El miembro superior correspondiente al miembro inferior que se ubica más alejado de la línea de salida, realiza un movimiento oscilatorio al frente mediante una anteversión del brazo, con una flexión en la articulación del codo que no debe exceder los 90° entre el brazo y el antebrazo.

Por otra parte la extremidad superior correspondiente a la pierna que se localiza más adelantada realiza un movimiento oscilatorio hacia detrás en sentido contrario al empuje, el cual consiste en un movimiento de retroversión del brazo con flexión en la articulación del codo que no debe sobrepasar al segmento cadera.

El miembro inferior más alejado de la línea de partida, se eleva, e impulsa al frente arriba, mediante la realización de una anteversión del segmento muslo hasta llegar al frenaje que experimenta este miembro, a la vez que se facilita dicho movimiento mediante una flexión de la pierna, en la articulación femurtibiorotuliana que debe formar un ángulo de 90° entre la pierna y el muslo.

1.2 Modelo técnico de la arrancada baja.

Sistematizar los principales criterios acerca de la ejecución de la arrancada baja en corredores y corredoras de 100m planos, exige una profunda revisión de los resultados investigativos y teorías existentes al respecto. De esta forma se tienen en cuenta los planteamientos que se consideran con mayor acierto ilustran o describen la ejecución de esta compleja acción motora.

Mediante la ejecución de la arrancada baja el corredor tiene un cambio favorable del centro de gravedad del cuerpo en la posición de listos para de esta forma reaccionar más rápidamente al sonido del disparo y comenzar la carrera. (Adrian y Cooper, 1995).

Gracias a esta posición el centro de gravedad del cuerpo del corredor se localiza al frente del atleta, por delante de las piernas, lo cual facilita una mayor transmisión del impulso desde las piernas, favoreciendo el incremento rápido de la aceleración en el movimiento.

En este sentido se concuerda con Richburg (1990); Tellez y Doolittle (1984) en que los objetivos de la arrancada en eventos de velocidad son los siguientes:

1. Establecer una posición de equilibrio en los bloques.
2. Adquirir una posición del cuerpo donde el centro de gravedad tenga una elevación funcional y esté ubicado racionalmente por delante del apoyo.
3. Aplicar fuerza contra los bloques en orden desde las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, el centro del tronco y la cabeza.
4. Aplicar la fuerza contra los bloques formando un ángulo de aproximadamente 45° entre el cuerpo del deportista y la pista.

5. Establecer un ángulo óptimo en las articulaciones de las rodillas de las piernas delantera y trasera.

Una rápida arrancada y un buen poder de aceleración son aspectos muy importantes en una carrera de distancias cortas. La velocidad en la arrancada no depende solamente de la técnica sino ante todo del nivel de desarrollo de la fuerza rápida, de la capacidad de concentración y reacción, al igual que de la disposición al trabajo.

La arrancada baja permite la acción del trabajo muscular en los ángulos óptimos de las piernas y facilitan un trabajo más efectivo de la propulsión del cuerpo a la vez que permite una mejor entrada a los pasos transitorios Ballesteros (1992).

Este planteamiento justifica el estudio del comportamiento de las características bio-cinemáticas durante la fase de la arrancada baja en las carreras de 100m planos, ya que esto permitirá tanto a entrenadores como atletas, dirigir sus esfuerzos en cuestiones referentes a la ejecución técnica que en realidad lo merezcan.

En la posición del corredor “a sus marcas”, se deben colocar ambos pies sobre los bloques. Generalmente se colocan con respecto a la línea de salida, siempre con una inclinación del primer taco inferior a la del segundo ($35/45^\circ$ - $60/65^\circ$).

La parte más distal de los pies hace contacto con la pista, la rodilla de la pierna del bloque trasero se encuentra apoyada, las manos detrás de la línea de la arrancada, los brazos extendidos y la vista hacia abajo con un relajamiento general de todo el cuerpo.

Las manos pueden ser colocadas apoyando la yema de los dedos en forma de V invertida o la parte posterior de la segunda falange de los dedos, aunque en ambas variantes siempre se apoya la yema del pulgar.

A la voz de “listos” la cadera se eleva algo más alta que los hombros, que se encuentran perpendiculares a las manos (formando un ángulo de 90° los

hombros con la horizontal), los brazos bien extendidos con el peso del cuerpo repartido en los apoyos y la mirada baja.

La pierna del bloque trasero se extiende (pero no completa) hacia arriba, el peso del cuerpo se reparte equitativamente entre los cuatro puntos de apoyo, la cabeza se mantienen en una posición normal, mirando un poco al frente.

Para el logro de una alta velocidad inicial son especialmente importantes las relaciones del ángulo de ambas piernas, pues ello determina una salida más explosiva. El ángulo de la articulación de la rodilla de la pierna delantera asciende a 90° y el de la otra, la que está detrás de 110° a 130° Ballesteros (1992).

Con la culminación de la extensión de la pierna del bloque delantero se finaliza también el trabajo de péndulo. Esta típica fase de extensión en la arrancada baja muestra para los mejores deportistas un ángulo de 90° ente la pierna y el muslo del paso anterior. El ángulo de la arrancada de un buen esprinter alcanza de 32° a 45° sobre el plano de la pista Ballesteros (1992).

Una importancia enorme la tienen los brazos pues ellos contribuyen a la aceleración. El brazo que oscila hacia delante lo hace rápidamente, se flexiona en el codo y alcanza en la fase final de su movimiento aproximadamente un ángulo de 90° entre el brazo y el antebrazo. El codo se abre algo hacia fuera mientras que el otro brazo se desplaza hacia atrás. El brazo en su recorrido atrás no debe sobrepasar mucho la cadera pues tiene que regresar rápidamente al frente.

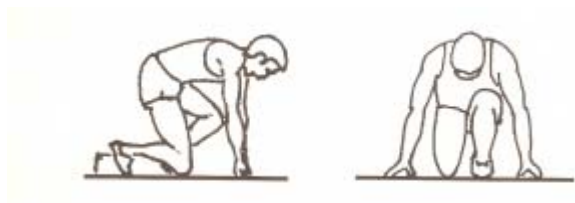
La colocación del primer paso sobre la pista se ejecuta detrás del centro de gravedad y no delante de este pues podría provocar un gran freno a la aceleración y por reacción una erección prematura del tronco.

Según la Federación Cubana de Atletismo, la arracada baja se divide en cuatro fases:

- A sus marcas
- Listos
- Impulso
- Aceleración

Tomando en consideración la importancia de la fase de impulso en la carrera, se decide analizar algunas de las características cinemáticas de interés para los entrenadores de la EIDE provincial “Jorge Agustini “ de la provincia de Cienfuegos.

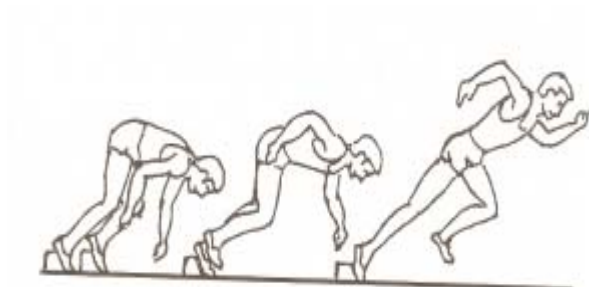
Posición de “a sus marcas”:



Posición de “listos”.



Fase de “impulso”



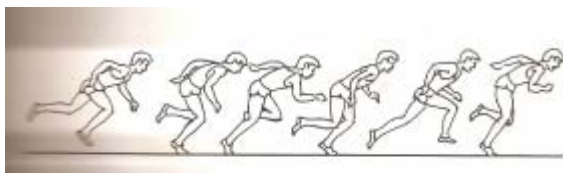
Fase de impulso

Objetivo: abandonar los tacos y prepararse para el primer paso.

Características técnicas:

- El tronco endereza y eleva a medida de la presión de los pies a los bloques.
- Las manos se elevan conjuntamente y balancean alternadamente.
- El empuje de pierna posterior es potente, en relación a la anterior.
- Pierna posterior balancea rápidamente, cuerpo inclinándose.
- Rodilla y cadera extendidas en el impulso.

Fase de aceleración



Teniendo en cuenta los factores antes mencionados, la presente investigación se centra en la atención al comportamiento de las características bio-cinemáticas en la fase de impulso.

El estudio de esta fase se justifica en el hecho de que, en las anteriores los movimientos se realizan en el orden de obtener una posición idónea del centro de gravedad del cuerpo, mediante la distribución más conveniente de los segmentos corporales.

Por su parte en la fase de impulso los movimientos se ejecutan con el fin de abandonar los bloques de arrancada y prepararse para realizar el primer paso. Lo cual le brinda una ventaja sobre el resto al atleta que logre realizar esta fase con la mayor precisión, aunque la carrera no dependa solo del impulso en la arrancada.

1.3 Los errores durante las ejecuciones técnicas.

Los errores durante las ejecuciones técnicas constituyen desviaciones de las características de los movimientos, las cuales se salen de los límites permitidos y que comprometen en mayor o menor medida el resultado del ejercicio (Donskoi 1980). Teniendo en cuenta la influencia de los errores en el resultado de la ejecución técnica, se distinguen dos tipos de errores, los fundamentales y parciales.

Los errores fundamentales alteran el mecanismo fundamental del ejercicio. Por su parte los parciales son aquellos errores que alteran las exigencias de calidad de la ejecución del ejercicio, pero no las particularidades principales, a la vez que se mantiene una ejecución correcta del mecanismo fundamental.

Coincidimos con (Donskoi 1980) en que es necesario diferenciar los errores de los defectos que según este autor son: ... “el retraso cuantitativo de unas u otras características y que no altera considerablemente la calidad”...

Las causas de los errores pueden ser muy variadas:

- a) Familiarización insuficiente con el ejercicio, por lo que existe una comprensión incorrecta de las exigencias para su ejecución.
- b) Dominio insuficiente del ejercicio, debido a la falta de elaboración de los elementos, interacción incorrecta de ellos, ausencia del nivel de preparación física imprescindible.
- c) Estabilidad insuficiente ante las interferencias, lo que impide realizar con éxito el ejercicio en condiciones complejas.

Las consecuencias de los errores dependen de las interrelaciones entre los movimientos y de su importancia en el sistema. En muchos casos los errores se ponen de manifiesto tanto simultáneamente (en diferentes miembros del cuerpo) como sucesivamente (en sus fases sucesivas).

El carácter en cadena (unos tras otro) y reticular (varios simultáneamente), explica por qué con mayor frecuencia, se encuentran inmediatamente varios

errores. En este caso surge un sistema variado distorsionado de movimientos, en comparación con el sistema exigido.

La eliminación de los errores comienza a partir del momento en que se determina en qué consiste el mismo, donde están sus causas y cuáles son sus consecuencias. Es necesario analizar cuál es el papel que desempeñan y el lugar que ocupan en el ejercicio.

En los niveles más altos de perfeccionamiento de la técnica, con mayor frecuencia se encuentran defectos y no errores. A veces resulta diferenciarlos de las particularidades individuales de la técnica.

1.4 Los modelos biomecánicos para el análisis y control de las ejecuciones técnicas deportivas.

El análisis biomecánico cualitativo facilita la comprensión de los principios que rigen las habilidades motrices básicas y las deportivas. Si esa información se complementa con los resultados proporcionados por los estudios biomecánicos procedentes de los análisis cuantitativos, obtenidos utilizando tecnología sofisticada, la comprensión de dicha información será completa y dará una idea más global al entrenador sobre las claves que determinan la técnica.

Uno de los primeros autores que desarrolló un modelo de análisis cualitativo, con un enfoque comprensivo, fue Norman (1975, 1977) (citado por Knudson y Morrison, 2002) aunque el modelo de análisis más extendido entre los biomecánicos es, sin lugar a dudas, el propuesto por Hay y Reid (1982, 1988). Citado por Brovkina, A. (2010).

Hay y Reid (1982, 1988) desarrollaron un modelo de análisis cualitativo comprensivo que consta de cuatro etapas: desarrollo de un modelo biomecánico, observación del movimiento e identificación de los errores, ordenación de los errores por importancia y correcciones de errores del deportista.

En el caso de la fase de desarrollo de un modelo biomecánico, los autores propusieron una estructura jerárquica para la ordenación de las características biomecánicas que determinan el resultado final del movimiento.

En la cúspide de dicho modelo se encontraría el propósito mecánico principal, resultado final o criterio de efectividad. En el caso de la arrancada baja sería la variable velocidad máxima.

A partir de este propósito principal se irían identificando las características biomecánicas que determinarían directamente el resultado final. A su vez, cada una de estas características, tendrían un nivel inferior en el que se hallarían aquellas que determinarían las características del nivel superior.

Este tipo de análisis, por resultar enormemente didáctico y útil en la práctica habitual, ha sido ampliamente extendido en el ámbito de la biomecánica deportiva, en la investigación del movimiento y en el análisis de las técnicas deportivas, habiendo sido acuñado como método de partida, previo al análisis cuantitativo, por numerosos autores así como por nuestro grupo de investigación.

En el caso de la fase de desarrollo de un modelo biomecánico, los autores propusieron una estructura jerárquica para la ordenación de las características biomecánicas que determinan el resultado final del movimiento.

En la cúspide de dicho modelo se encontraría el propósito mecánico principal, resultado final o criterio de efectividad. En el caso de la arrancada baja sería la variable **velocidad máxima**.

Esta investigación se acoge a la metodología propuesta por los autores Hay y Reid (1983) para analizar los indicadores biocinemáticos de la arrancada baja, además de ajustarse a la metodología vigente que utiliza y difunde el Grupo Nacional de Biomecánica por el alto grado de objetividad, rigurosidad y carácter científico que posee. Además se ajusta fácilmente a las condiciones y particularidades de las disciplinas deportivas sujetas a investigar.

La metodología consta de los siguientes pasos:

1. Recopilar información acerca de la ejecución técnica.
2. Fijar el objetivo de dicha ejecución.
3. Dividir el movimiento en fases.

4. Fijar los criterios de efectividad.
5. Identificar los aspectos técnicos entrenables.
6. Definir las características biomecánicas.
7. Señalar criterios de valoración.
8. Anotar los valores de la bibliografía.

Modelo determinístico utilizado en la investigación. Ver anexo # 1

1.5 Conclusiones parciales del Capítulo I

Se emplean los métodos de nivel teórico en la búsqueda interpretación y análisis de las leyes, principios y teorías existentes en la actualidad como el histórico – lógico para comprender la evolución de la biomecánica deportiva como ciencia y de los elementos de la en la arrancada baja en el decursar del tiempo desde sus inicios a la actualidad. Así mismo el analítico – sintético e inductivo – deductivo permitieron elaborar el informe escrito de forma resumida y sintetizada a partir de las inferencias realizada por el autor de la investigación.

Capítulo II Marco metodológico para el análisis de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja en velocistas cadetes.

2.1 Descripción del contexto donde se desarrolla la investigación.

El estudio se desarrolló en el deporte atletismo, en uno de sus 36 eventos, los 100m planos, durante el curso escolar 2013-2014. La investigación se realiza en respuesta a una de las demandas tecnológicas del deporte en la provincia, respondiendo además a una de las líneas de investigación del proyecto institucional rectorado por la Facultad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte en Cienfuegos, así como por la solicitud de la comisión provincial de la disciplina, específicamente el entrenador del área de velocidad.

Las mediciones y las observaciones se realizaron en la pista olímpica “Rosendo Brunet” de la cabecera municipal, y siempre se estandarizaron los indicadores a medir como el mismo lugar dentro de la pista, a la misma hora, con la misma cámara y trípode para asegurar los indicadores de confiabilidad por de las pruebas propuestos por Zatsiorsky V. M (1989)

El colectivo de entrenadores se mostró muy interesado, dispuesto y cooperativo con la realización de las mediciones, además de aportar valiosa información sobre el conocimiento de los elementos técnicos.

2.2 Diseño metodológico de la investigación

2.2.1 Metodología utilizada: En función de llevar a cabo los objetivos de la investigación, teniendo en cuenta cada una de las etapas, se utilizaron diferentes métodos y/o técnicas.

2.2.2 Métodos de nivel teórico:

Histórico-lógico. Se vinculó principalmente a la construcción del marco teórico de la investigación, lo que permitió efectuar un estudio alrededor de los conceptos y las teorías existentes en relación al estudio cinemático de los movimientos humanos.

Analítico-sintético. Se utilizó durante la descomposición de la ejecución técnica, en sus principales fases desde el punto de vista técnico, para de esta forma facilitar la identificación de los factores biomecánicos que intervienen en la consecución del propósito mecánico de cada fase. Por su parte mediante la síntesis fue posible integrar dichos factores para descubrir sus relaciones con los diferentes aspectos técnicos y sus características generales.

Inductivo-deductivo. Viabilizó el movimiento de lo particular a lo general (inductivo), lo que posibilitó el establecimiento de generalizaciones con el movimiento de lo general a lo particular (deducción). De esta forma del estudio y comportamiento de las características biocinemáticas que se manifiestan en la ejecución técnica, fue posible realizar generalizaciones a partir de la ejecución de la arrancada baja por los atletas estudiados. Por otra parte de dichas generalizaciones permitieron arribar a conclusiones lógicas.

2.2.3 Métodos de nivel empírico

Observación: La observación fue utilizada en el transcurso de la investigación, para obtener las imágenes que posteriormente brindarían la información acerca del comportamiento de las variables biocinemáticas que se manifiestan en la ejecución de la arrancada baja en los 100m planos.

Con este fin se utilizó la observación estructurada, ya que el observador previamente a la observación elabora una guía a partir del objeto de observación, que le permite garantizar las condiciones necesarias para registrar los datos de interés para el estudio. En este sentido se utilizó una variante del cuadro de indicadores de eficacia técnica-biomecánica propuesto por Ferro y Floría (2006).

Los atletas fueron observados en el propio medio donde se desenvuelven en un estado natural. Esto justifica que la observación clasifique dentro de las de campo por estar en contacto directo con el objeto de estudio en su situación real.

En otro sentido a través de este método se analizaron desde el punto de vista cualitativo las filmaciones obtenidas en el terreno, donde se registraron las

principales deficiencias técnicas detectadas por los entrenadores. A vez la colaboración de dichos entrenadores posibilitó elaborar el protocolo de observación (anexo 2).

En otro sentido a través de este método se analizaron desde el punto de vista cualitativo las filmaciones obtenidas en el terreno, donde se registraron las principales deficiencias técnicas detectadas por los entrenadores. A vez la colaboración de dichos entrenadores posibilitó elaborar el protocolo de observación (anexo 2).

Otro aspecto importante a destacar en nuestro trabajo es la utilización de un medio auxiliar de observación, el cual lo constituyó la filmación. Para garantizar la calidad de este importante proceso se siguió en siguiente procedimiento:

Objetivo de la filmación: Observar la ejecución de la arrancada baja hasta el primer paso.

Recursos tecnológicos:

- Cámara digital sony DCR-SR85 HYBRID
- Trípode con nivel.

Pasos para la filmación:

- Marcaje los puntos anatómicos sobre el atleta. Consistió en marcar sobre la fisonomía del atleta utilizando marcadores, cada uno de los puntos anatómicos de interés para el estudio.
- Colocación de la cámara perpendicular al suelo en el plano sagital, a una distancia donde fuera posible que la mayoría de los segmentos del cuerpo del atleta implicados en la tarea motora, se encontraran en el centro de la filmación. Para esto se hizo coincidir el nivel del trípode con el de la cámara.
- Definición la referencia en función del ejercicio a analizar. En este sentido se redujo el campo visual mediante un ajuste de la referencia

vertical y horizontal = 1,80 m. Se colocó la referencia justo en el medio de la distancia a recorrer por el atleta.

- Rectificación de la filmación realizada. Para esto se determinó la coincidencia entre la medición de un segmento del atleta antes de la filmación, con el cálculo realizado por el software de ese mismo segmento.

Posterior a la video-grabación, las imágenes fueron observadas detenidamente para la realización del análisis cualitativo, con la participación de los expertos en biomecánica y colectivo técnico de entrenadores, utilizando la técnica de la observación directa e indirecta.

Medición: Brindó la posibilidad de expresar mediante números las características bio-cinemáticas en estudio. Fue empleada para la caracterización del comportamiento biomecánico, de las características cinemáticas que se manifiestan durante la ejecución de la arrancada baja en la carrera de los 100 metros planos.

La racionalización de los cuadros con los que se realizará el análisis cinemático de las variables, es necesario por estar limitada a 500 cuadros los que pueden ser cargados en un archivo de video para el trabajo con el software KINOVEA en su versión.0.8.7 disponible en español, y como característica fundamental es un software de código libre con acceso gratuito en las redes, lo cual viabiliza y justifica su utilización.

La videografía: Esta técnica de la observación, permitió reforzar el método de la medición ya que posibilitó efectuar el análisis en dos dimensiones de las ejecuciones de la arrancada baja en los sujetos estudiados, a partir de la filmación de estos con una cámara de vídeo.

Al ser proyectado el vídeo, imagen por imagen, y sometido a las posibilidades que brinda el software de análisis de movimiento humano KINOVEA, se pudieron obtener los valores de las características biocinemáticas de los movimientos seleccionadas previamente.

2.2.4 Métodos de nivel estadísticos/ matemáticos:

La estadística utilizada en la investigación corresponde a la descriptiva, fundamentalmente en la moda y la mediana como técnicas factibles para establecer los rangos de acción de los indicadores bio-cinemáticos medidos.

2.2.5 Paradigma utilizado: Mixto, la investigación está encaminada principalmente a describir el comportamiento de algunos indicadores bio-cinemáticos y no a establecer un grupo de comparaciones entre ellos. A pesar de existir una inclinación hacia el enfoque cualitativo, se manejan datos cuantitativos que posterior a las observaciones, permiten arribar a la comprensión del fenómeno estudiado.

2.2.6 Tipo de estudio: Descriptivo

2.2.7 Tipo de diseño: No experimental, transversal

2.2.8 Población y Muestra: La población está compuesta por todos los integrantes del área de velocidad de la EIDE provincial “Jorge Agustíni”

De esta población se escoge como muestra para la investigación un atleta de la categoría Cadete, sexo masculino, raza negra, con 16 años de edad, con un peso de 64 Kg. de peso y una talla de 1, 70 m de altura. El criterio de selección de la muestra obedece al no probabilístico intencional

Criterios de selección de la muestra: En primer orden, constituye una solicitud por parte de los entrenadores del centro, los cuales le atribuyen un error o defecto en la selección de la pierna de despegue, contradictorio al modelo ideal que se concibe como técnica adecuada. O sea, el sujeto coloca su pierna más fuerte en el bloque de arrancada delantero, y produce el primer paso con ella, contrario al resto de los atletas. A pesar de este defecto, ostenta notables resultados en su carrera deportiva como 1er lugar en Liga estudiantil, Participación en dos Campeonatos Nacionales escolares con primeros y segundos lugares, 2do lugar en Copa Internacional de Santo Domingo. Dominicana y 1er lugar en campeonato nacional de Cadetes.

2.3 Justificación de la investigación.

La investigación se realiza con fines puramente científicos, bajo la conducción de una metodología que oferte como resultado final una solución factible al análisis de la ejecución de un elemento técnico en el deporte atletismo, específicamente en la carrera de 100m planos de la provincia de Cienfuegos. Se pretende alcanzar un mayor grado de objetividad en el análisis de la técnica mediante el uso de la video-grafía y el procesamiento de la información, a través del uso de los avances tecnológicos como las computadores y software (KINOVEA), encargados para tales fines. El encargo de la investigación no solo tiene fines metodológicos donde se implica el resultado del atleta, sino que puede ser utilizado en la prevención de futuras lesiones, producto de la adopción de posturas inadecuadas. Por último no menos importante, contribuir a mejorar los resultados personales del atleta, de la provincia y del país en sentido general.

2.4 Conclusiones parciales del Capítulo II

En el presente capítulo se declara diseño metodológico de la investigación y se caracteriza la muestra, además se declaran los métodos y técnicas a utilizar en el estudio

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS VICIADOS EN LA FASE DE IMPULSO DE LA ARRANCADA BAJA EN VELOCISTAS CADETES.

3.1 Pasos para la aplicación de la metodología CTE. (Observación estructurada).

1. Definición de los objetivos.
2. Selección de los expertos.
3. Selección de la muestra.
4. Definición de los indicadores a evaluar y el peso relativo de cada indicador (%).
5. Construcción del Árbol de Calidad.
6. Puntuación, por parte de los expertos de la ejecución práctica.
7. Procesamiento de datos.
8. Análisis de los resultados.

Se realizaron las observaciones mediante la técnica video-gráfica antes declarada. Las grabaciones obtenidas, fueron observadas detenidamente entre los expertos seleccionados y el investigador. Se utilizó el software Kinovea 0.8.7 para manipular y editar los videos según los objetivos propuestos. La selección del área de trabajo permite enfocar la acción en un margen de cuadros por minutos y disminuir la velocidad de reproducción de los mismos, a 10 cuadros por minutos. Con estos dos procedimientos iniciales se corroboran los criterios de los expertos con la información obtenida de las investigaciones consultadas en la fundamentación teórica de la investigación. Lo cual dio paso a la selección de los indicadores pendientes a analizar.

Son muchos los indicadores propuestos en los diferentes modelos determinísticos encontrados en la literatura, pero teniendo en cuenta el criterio de los expertos, el tiempo para desarrollar la investigación y los recursos

tecnológicos disponibles, se decide analizar los siguientes indicadores cinemáticos - espaciales de la arrancada baja en la fase de impulso en atletas cadetes.

- Ángulo relativo de salida del centro de gravedad (arcg)
- Ángulo absoluto del brazo de péndulo (abs Bp)
- Ángulo absoluto de la pierna de empuje (absPe)
- Ángulo absoluto de la pierna de péndulo (absPp)

3.2 Análisis de los resultados de la medición:

Las mediciones se realizaron bajo los indicadores de confiabilidad propuestos por Zatsiorski V.M (1983). Estos indicadores de Estabilidad, Concordancia y Equivalencia aseguran que a pesar de volver a repetir la medición pasado algún tiempo se obtengan los mismos valores en los indicadores evaluados, otro aspecto de importancia es que pueden ser medidos los mismos indicadores por diferentes investigadores y obtener los mismos datos.

Para la aplicación de este método se utiliza un protocolo de filmación propuesto por Perdomo. A (2005), Director del grupo nacional de Biomecánica, el cual establece un grupo de pasos lógicos para la colocación de la cámara digital, el trípode, selección de los ejes y planos, insertar sistema de referencia en la distancia, medición de algunos elementos horizontales y verticales presentes en el área de filmación.

Como resultado de aplicación de este método se obtiene que en el plano anterior, el sujeto investigado adopta una posición incorrecta del ángulo absoluto del brazo de péndulo respecto a la cintura escapular, con un valor de 129 grados, diferencia de 39 grados respecto a los modelos de la técnica. Esto provoca desaceleración en la fase de impulso, porque se queda el centro de masa por detrás del centro de gravedad del atleta.

En el mismo plano lateral se observa que, en otro de los indicadores a evaluar (el ángulo absoluto de la pierna de empuje), el sujeto adopta un ángulo de 79 grados, con una diferencia de 11 grados de amplitud respecto a los modelos de la técnica. Esta situación provoca disminución de la velocidad de desplazamiento horizontal del centro de gravedad del atleta, si se considera el tiempo innecesario que gasta en recorrer la diferencia de 11 grados hasta alcanzar la postura correcta.

Como tercer indicador, se muestra uno de los defectos técnicos más notables del sujeto, la adopción de un ángulo absoluto incorrecto del brazo de péndulo en el plano lateral, justo en el despegue de la pierna de apoyo. Para este momento el brazo apenas alcanza el eje horizontal, o sea 180 grados de amplitud. Además tiene otro defecto en el mismo indicador, cuando la extremidad superior derecha debería estar con una hiperextensión completa y con un ángulo absoluto respecto al tronco de 90 grados, solo alcanza los 116 grados.

El ángulo relativo de salida del cuerpo respecto a la vertical alcanzó los 58 grados de amplitud, siendo este el indicador que más se acerca a los valores previstos por los modelos de la técnica de la arrancada, los cuales oscilan entre los 60 - 62 grados.

3.3 Análisis de los resultados del método estadístico/ matemático.

Como se había declarado con anterioridad en el diseño metodológico de la investigación, los métodos estadísticos que se utilizaron en la misma responden a la estadística descriptiva. Fundamentalmente se hallaron valores de media aritmética para establecer un solo valor entre todas las mediciones realizadas a un mismo indicador. O sea, para una mejor comprensión de este procedimiento se explica a continuación el proceder:

En una misma unidad de entrenamiento, seleccionada por el entrenador y el investigador, se realizaron un total de 10 mediciones a un mismo indicador, en condiciones reales de entrenamiento, sin interrumpir ninguno de los componentes de la preparación, para obtener los datos reales del indicador observado. En este caso se ofreció una explicación a los atletas antes de ser medidos para establecer un estado de conciencia y implicación en la medición.

Una vez obtenidos los datos se procedió a determinar los valores de cada uno de los indicadores en las 10 mediciones realizadas. Para este procedimiento se utilizó el software Kinovea 0.8.7.

El procesamiento de los datos se realizó en la hoja de cálculo Excel, para hallar la media, moda y mediana. Estos resultados, en conjunto con la aplicación de métodos teóricos como la inducción – deducción, permitieron establecer los valores para cada uno de los indicadores medidos y comparar con los valores propuestos en los modelos de la técnica para esta disciplina.

En la tabla #1 se muestran los indicadores cinemáticos analizados, los valores para cada uno de ellos según los modelos de la técnica de la disciplina encontrados en la bibliografía e investigaciones y los valores reales que se midieron en el sujeto investigado.

Tabla # 1.

Indicadores cinemáticos (espaciales)	Según modelo teórico de la técnica	Resultados reales de la medición.
Ángulo relativo de salida del centro de gravedad (arcg)	60 – 62 grados	58 grados
Ángulo absoluto brazo de péndulo (abs Bp)	180 grados	116 grados
Ángulo absoluto de la pierna de empuje (absPe)	90 grados	79 grados
Ángulo absoluto de la pierna de péndulo (absPp)	55 – 60 grados	68 grados

3.4 Conclusiones parciales de Capítulo III

El análisis de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja, se pudo efectuar mediante la utilización de dos métodos empíricos fundamentales, la medición y la observación, con un marcado énfasis en la técnica video-gráfica, las cuales permitieron observar detenidamente los indicadores cinemáticos espaciales declarados en la investigación. Se corrobora la idea a defender haciendo más objetivo el análisis de los elementos técnicos.

CONCLUSIONES

1. Para realizar un análisis objetivo de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja, se tuvieron en cuenta los soportes teóricos, e investigaciones realizadas en la actualidad, de las cuales se obtienen los valores para cada uno de los indicadores cinemáticos observados.
2. Mediante la aplicación de la metodología CTE, se pudo constatar el estado actual de los movimientos viciados en la fase de impulso de la arrancada baja.
3. Se determinaron los movimientos viciados de la arrancada baja a través de la aplicación de 2 métodos fundamentales, la medición y la observación, procesando la información en el software Kinovea 0.8.7.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar la técnica video-gráfica para el análisis de los indicadores biomecánicos como una vía más objetiva de realizar estudios de la técnica deportiva.
2. Realizar investigaciones similares al resto de los atletas del equipo de velocidad en la EIDE provincial “Jorge Agustini” de la provincia de Cienfuegos.
3. Presentar los resultados de la investigación al entrenador del equipo, como un aporte para la toma de decisiones en el proceso de preparación del atleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguera, M. T. (2000) La Metodología observacional en el deporte: conceptos básicos. Revista Digital, Buenos Aires, Año 5, N° 24, Agosto de 2000. Disponible en: [http:// www.efdeportes.com/](http://www.efdeportes.com/). Consultado el 29 de febrero de 2014.
- Ballesteros, M. (1992). Manual de entrenamiento básico. Federación internacional de atletismo aficionado 1992. ISBN 1 873574 037.
- Blickhan, R. M. (2002). Joint stiffness of the ankle and the knee in running. Journal of Biomechanics 35 (2002) 1459–1474 Biomechanics Group, Institute of Sports Science, Friedrich-Schiller-University, Seidelstrasse 20, D-07749 Jena, Germany Accepted 21 June 2002.
- Colina, A. (2009). Análisis comparativo de las variables cinemáticas que se manifiestan durante las fases de la carrera de los 100 metros con vallas, en atletas de la selección nacional de Venezuela. (Tesis en opción al título de Máster en metodología del entrenamiento deportivo para el alto rendimiento).
- De la Celda, A.B. (2011). Correcciones biocinemáticas para el perfeccionamiento técnico de la arrancada baja de los 100m planos en velocistas juveniles. (Tesis en opción al título de Máster en Biomecánica deportiva y del movimiento humano).
- Donskoi, D. D. (1982). Biomecánica con fundamentos de la técnica deportiva. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 306 p.
- Dzhanagarov, T.T. / Puni, A. T. (1979). Psicología de la educación física y el deporte. Ciudad de La Habana. Editorial Científico Técnica. 177 p.
- Estévez, M., Arroyo, M. Y González, F. (2004). La investigación científica en la actividad física: su Metodología. La Habana: Editorial Deportes.
- Fernández, P. J. / Martínez, F. C. (1989). Biomecánica. Cuaderno de trabajo. Ciudad de La Habana. Editorial Científico Técnica. 86 p.

- Ferro, S. A. (2007). La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. International Journal of Sport Science VOLUMEN III. AÑO III Páginas: 49-80 ISSN: 1885-3137 N° 7 - Abril - 2007.
- Gollnick, F.D. Y Hermansen (1982) La Adaptación Biomecánica A Los Ejercicios, El Metabolismo Anaeróbico. La Ciencia y el Deporte. Moscú: Editorial Progress.
- Grosser, H., et, al. (1991). El movimiento deportivo. Bases anatómicas y biomecánicas. España. Editorial Paidotribo. 271 p.
- Hernández, Corvo, R. (1987). Morfología funcional deportiva. Sistema locomotor. Ciudad de La Habana. Editorial Científico Técnica. 317 p.
- Hernández, Prado, C. M. (2000). Sistema de control biomecánico para retroalimentar la carrera de los cien metros. 123 p. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas)._ INDER. Instituto Nacional de Deportes Educación Física y Recreación.
- Hernández, Sampier. R. (2003). Metodología de la Investigación Tomo I. La Habana. Editorial Félix Varela.
- Hernández, Sampier. R. (2003). Metodología de la Investigación Tomo II. La Habana. Editorial Félix Varela.
- Matveev, L. (1983). Fundamentos del entrenamiento deportivo. Moscú. URSS. Editorial Raduga. 155 p.
- Meinel, K. (1981). Didáctica del movimiento. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 312 p.
- Mesa, Anoceto. M. (2006). Asesoría estadística en la investigación aplicada al deporte. La Habana. Editorial José Martí.
- Ozolin, G. N. (1988). Sistema contemporáneo del entrenamiento deportivo. La Habana. Editorial Científico Técnico. 488 p.

- Perdomo, M. E. (2000). Contribución al análisis biomecánico del pitcheo y el bateo en el béisbol. 132. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física) Instituto Nacional de Deportes Educación Física y Recreación).
- Platonov, V. N. (1999). El entrenamiento deportivo. (Teoría y Metodología). Barcelona. Editorial Paidotribo. (6ta. Edición). 321 p.
- Rodríguez, G.G; Gil, .F.J; García, J.E Metodología de la investigación cualitativa. La Habana.2004. Editorial Félix Varela.
- Zatsiorski, V.M. (1989) Metrología Deportiva. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación.
- Zimkin, A. (1982) Fisiología Humana. Ciudad de la Habana: Editorial Científico-Técnico.