



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

FORMATO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN TERMINADOS

| | | | |
|---|--|--|---|
| Nombre de la institución y del Semillero (si aplica): Escuela Internacional De Educación Física y Deportes, La Habana, Cuba. y Escuela Nacional del Deporte, Cali, Colombia. | | | |
| Título de la Ponencia: Estudio biomecánico, comparativo de la técnica del lanzamiento de martillo entre las atletas Selección Colombia participantes de los XX juegos Centroamericanos y del Caribe, Cartagena 2.006 y las atletas del campeonato del mundo de Sevilla '99. | | | |
| Nombre de los Investigadores Alfredo Restrepo Marín | Identificación 1088252621 de Pereira | Correo electrónico alfredorestrepo@hotmail.com | Residencia Cr 2 A # 19 – 28 Palmira Valle. |
| Línea temática: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Educación física y escuela () ➤ Recreación, ocio y tiempo libre () ➤ Entrenamiento y gestión deportiva (X) ➤ Educación física y salud () ➤ Educación física y sociedad () | | | |
| Resumen del trabajo: (Máximo 200 palabras) <p>El presente trabajo es un análisis biomecánico de la técnica individual del lanzamiento de martillo de las atletas de la selección Colombia participantes en los XX Juegos Centroamericanos y del Caribe, Cartagena 2006. Las filmaciones analizadas se realizaron con posterioridad a los juegos de Cartagena en situaciones de campo, mediante la técnica tridimensional fotogramétrica empleando en Software de análisis de movimiento PEAK MOTUS 6.0, que permitió cuantificar los factores biomecánicos determinantes del rendimiento tales como ángulo de salida, velocidad inicial, análisis temporal en sus fases de apoyo simple y doble en cada uno de los giros y fase final radio de giro de la cabeza del martillo. Los resultados arrojados fueron comparados con los reportados en las publicaciones de Víctor Manuel Soto en 2002 y Klaus Bartonitz, Lawrie Barclay y Dean Gathercole en 1997,</p> | | | |
| Introducción (Planteamiento del problema de investigación, justificación, objetivos): <p>Los estudios biomecánicos referentes al lanzamiento de martillo femenino realizados en el área Latinoamericana no son abundantes, pero no dejan de tener extraordinaria importancia para salvar distancias entre la calidad de nuestras atletas y las de alto nivel internacional. Por esta razón es necesario conocer de las atletas Colombianas Ely Johana Moreno y Johana Patricia Ramírez, el comportamiento de algunas variables respecto a una muestra de atletas de la elite mundial a fin de distinguir los parámetros que las puedan ubicar en el selecto grupo.</p> <p>El lanzamiento de martillo femenino se encuentra en un proceso evolutivo, que avanza a</p> | | | |

“En el horizonte de los objetivos del milenio”

Informes: encuentroestudiantes@edufisica.udea.edu.co
<http://www.udea.edu.co/expomotricidad2007>



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

pasos agigantados, las perfecciones técnicas son el factor más influyente a la hora de determinar los factores de mejora de resultados, ya que éstas en un evento tan complejo de dominar marcan la diferencia. Este lanzamiento presenta características especiales debido a que se encuentran atletas que lanzan con tres, cuatro, e incluso con cinco giros (la cual no es objeto de estudio en este trabajo), a su vez es un evento altamente técnico y muy veloz lo que dificulta a los entrenadores y atletas identificar con exactitud las deficiencias de los ejecutantes mediante un método puramente de observación. De allí que los análisis cuantitativos de tipo biomecánico son de gran ayuda a la hora de establecer las carencias y ventajas de cada lanzador en cuanto a factores biomecánicos fundamentales de los cuales depende el rendimiento deportivo, como son: ángulo azimutal, Velocidad inicial, ángulo de salida del implemento, temporalidad tanto en las fases de apoyo simple y doble apoyo, radio de giro de la cabeza del martillo, entre otros.

El objetivo principal es comparar algunos parámetros biomecánicos y su comportamiento en el lanzamiento del martillo, entre los manifestados por una muestra de atletas de la elite mundial y las atletas de la Selección Nacional de Colombia.

Materiales y/o métodos empleados:

Población:

Se tomó como población a investigar en situaciones de campo, a las atletas del equipo nacional de Colombia, participantes de los XX juegos centroamericanos y del Caribe, Cartagena 2006, Colombia, Ely Johana Moreno Valencia atleta denominada caso 1 y Johana Patricia Ramírez, denominada caso 2. Las cuales obtuvieron el tercer y quinto lugar respectivamente en dicha competencia, en la Tabla 1 se describe los nombres, mejor marca de los XX J.C.C, Cartagena 2006, mejor marca de Estudio de campo (realizado en Jumbo Valle del Cauca 19-11-2006) y porcentaje que éste representa. Además para realizar la comparación de resultados se utilizaron las publicaciones hechas por Victor Soto (2002) de las atletas participantes del campeonato mundial de atletismo en Sevilla 99.

Intervenciones:

Fue usado el método fotogramétrico, captando el movimiento con 3 cámaras de alta velocidad a 60 cuadros por segundo (dos de ellas marca JVC y una Sony). Con un cubo de referencia de 16 puntos distribuidos en el círculo de lanzamientos, después se calcularon las coordenadas dimensionales de los 22 puntos referenciales, 21 de ellos corporales distribuidas en 14 segmentos del cuerpo del atleta y el restante en el centro de masa de la cabeza del martillo mediante un algoritmo llamado D.L.T (Transformación Lineal Directa) desarrollado por Abdel Aziz Y Karara (1971), sincronizador de video, perteneciente a los equipos que trabajan con Software PEAK MOTUS 6.0,

Resultados obtenidos:

“En el horizonte de los objetivos del milenio”

Informes: encuentroestudiantes@edufisica.udea.edu.co

<http://www.udea.edu.co/expomotricidad2007>

II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

Anexo 9.

Tabla de Resultados de las atletas

Caso 1 y 2 y las atletas del C.M.A.S. '99.

| Atleta | País | Posición. | Sev99-Result (m) | -Análisis (m) | Mejor rendimiento, último año. |
|-------------------------------|------|-----------|------------------|---------------|--------------------------------|
| Mihaela Melinte | ROM | 1 | 75.20 | 74.21 | 76.07 |
| Olga Kuzenkova | RUS | 2 | 72.56 | 72.56 | 74.30 |
| Lisa Misipeka | AMS | 3 | 65.02 | 65.02 | 67.00 |
| Katalin DivOs | HUN | 4 | 65.86 | 65.86 | 67.64 |
| Lyudmila Gubkina | BLR | 6 | 65.44 | 64.12 | 68.27 |
| Simone Mathes | GER | 7 | 64.93 | 64.93 | 67.13 |
| Caso 1. Ely Johana Moreno. | COL | --- | --- | 63.38 | 65.61 |
| Caso 2. Johana Patricia A. | COL | --- | --- | 58.56 | 63,45 |

Anexo 7.

Parámetros de los indicadores de tiempo, de las atletas

Caso 1 y 2 y las atletas del C.M.A.S. '99.

| ATLETA | FASES DE CADA APOYO (s) | | | | | | | | | GIRO (s) | | | |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|----------|------|------|------|
| | AS,G1 | AD,G1 | AS,T2 | AD,G2 | AS,G3 | AS,G3 | AD,G4 | Release | Total | G1 | G2 | G3 | G4 |
| WOMEN | | | | | | | | | | | | | |
| Mihaela Melinte | 0.36 | 0.33 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.18 | 0.26 | 0.24 | 2.12 | 0.61 | 0.52 | 0.47 | 0.44 |
| Olga Kuzenkova | 0.28 | 0.37 | 0.27 | 0.24 | 0.26 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 2.15 | 0.71 | 0.53 | 0.47 | 0.43 |
| Lisa Misipeka | 0.34 | 0.41 | 0.27 | 0.29 | 0.23 | 0.23 | 0.26 | 0.26 | 2.29 | 0.71 | 0.59 | 0.51 | 0.45 |
| Katalin Divés | 0.32 | 0.32 | 0.28 | 0.22 | 0.30 | 0.22 | 0.30 | 0.27 | 2.23 | 0.68 | 0.53 | 0.48 | 0.47 |
| Lyudmila Gubkina | 0.26 | 0.35 | 0.26 | 0.25 | 0.27 | 0.21 | 0.27 | 0.24 | 2.11 | 0.64 | 0.52 | 0.48 | 0.44 |
| Simone Mathes | 0.30 | 0.36 | 0.26 | 0.24 | 0.26 | 0.22 | 0.26 | 0.20 | 2.10 | 0.67 | 0.53 | 0.45 | 0.44 |
| Johana Patricia A. | 0.31 | 0.41 | 0.266 | 0.30 | 0.27 | 0.25 | --- | --- | 1.817 | 0.72 | 0.56 | 0.52 | --- |
| Ely Johana R. | 0.30 | 0.46 | 0.25 | 0.35 | 0.23 | 0.30 | 0.24 | 0.26 | 2.41 | 0.76 | 0.60 | 0.53 | 0.50 |

II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

Anexo 6.

Parámetros del Ángulo Azimutal, de las atletas
Caso 1 y 2 y las atletas del C.M.A.S. '99.
(valores expresados en grados °)

| Atleta. | AS1 | AD1 | AS2 | AD2 | AS3 | AD3 | AS4 | AD4 | F. FINAL |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|----------|
| Mihaela Melinte. | 49 | 242 | 99 | 264 | 93 | 277 | 70 | 277 | 129 |
| Olga Kuzenkova. | 115 | 237 | 86 | 249 | 66 | 252 | 78 | 263 | 126 |
| Lisa Misipeka. | 86 | 238 | 112 | 259 | 97 | 248 | 63 | 250 | 108 |
| Katalin Divos. | 73 | 221 | 53 | 223 | 23 | 237 | 52 | 268 | 130 |
| Lyudmila Gubkina | 107 | 242 | 94 | 263 | 86 | 276 | 84 | 284 | 128 |
| Simone Mathes | 90 | 240 | 89 | 252 | 72 | 263 | 85 | 283 | 102 |
| CASO 2. | 85 | 220 | 105 | 230 | 105 | 230 | ----- | ----- | 110 |
| CASO 1. | 57 | 245 | 62 | 250 | 104 | 261 | 128 | 246 | 159 |

Anexo 8.

Parámetros del Radio de giro, de las atletas
Caso 1 y 2 y las atletas del C.M.A.S. '99.

| ATLETA | Radio en cada fase de apoyo (r _{...i}) | | | | | | | | Radio en cada giro. (r _i , °) | | | |
|------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|------|------|------|
| | AS,G1 | AD,G1 | AS,G2 | AD,G2 | AS,G3 | AD,G3 | AS,G4 | FINAL | 1 | 3 | 4 | |
| WOMEN | | | | | | | | | | | | |
| Mihaela Melinte | 1.74 | 1.75 | 1.72 | 1.71 | 1.72 | 1.65 | 1.72 | 1.93 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.69 |
| Olga Kuzenkova | 1.80 | 1.69 | 1.72 | 1.68 | 1.73 | 1.69 | 1.74 | 1.91 | 1.74 | 1.70 | 1.71 | 1.78 |
| Lisa Misipeka | 1.70 | 1.71 | 1.70 | 1.68 | 1.70 | 1.66 | 1.69 | 1.84 | 1.70 | 1.69 | 1.69 | 1.67 |
| Katalin Divós | 1.81 | 1.68 | 1.72 | 1.65 | 1.70 | 1.64 | 1.71 | 2.00 | 1.75 | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| Lyudmila Gubkina | 1.79 | 1.69 | 1.69 | 1.67 | 1.68 | 1.65 | 1.66 | 1.87 | 1.73 | 1.67 | 1.66 | 1.66 |
| Simone Mathes | 1.75 | 1.67 | 1.66 | 1.63 | 1.61 | 1.62 | 1.63 | 1.83 | 1.71 | 1.64 | 1.62 | 1.68 |
| CASO 1. | 1.83 | 1.75 | 1.81 | 1.75 | 1.82 | 1.72 | 1.64 | 1.78 | 1.78 | 1.75 | 1.76 | 1.81 |
| CASO 2 | 1.75 | 1.85 | 1.73 | 1.73 | 1.67 | 1.69 | -- | -- | 1.8 | 1.73 | 1.68 | -- |



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

Discusión, conclusiones y recomendaciones:

Discusión.

Análisis temporal,

El valor cuantitativo presentado por la atleta Caso 1, con respecto al tiempo total del lanzamiento, (2.433 segundos) comparado con la media de las atletas del C.M.A.S 99, (2.16 segundos) permite afirmar que hay una notable diferencia de 0,27 segundos, por ende este lanzamiento es relativamente lento. Con respecto a las fases de apoyo simple, para la atleta de estudio dio un promedio un tiempo de 0.258 segundos, mientras que las atletas del C.M.A.S 99, promediaron 0.275 segundos con una diferencia de -0.017 segundos, lo cual refleja que esta fase la realiza más rápido, es por la tendencia de minimizar la pérdida de tiempo en esta fase de aceleración negativa del martillo según lo expuesto por Kriwonossov (1792) y Bondarchuk (1979). En lo referente a las fases de apoyo doble el caso 1 presenta un promedio de 0,349 segundos, mientras que las atletas del C.M.A.S 99, promediaron 0.271 segundos, reflejando una diferencia de 0.078 segundos de tiempo extra, lo cual se ve influenciado por la tendencia de prolongar esta fase de aceleración positiva e imprimirle mayor aceleración al martillo según Kriwonossov (1792) y Bondarchuk (1979) ésta fase debe ser lo más larga posible. Lo que en esta atleta ratifica la teoría de los autores citados, no así con las atletas de comparación ya que según el informe de Víctor Manuel Soto expresa....

Ángulo Azimutal:

Según la clasificación de Samozwetow (1.974) de la técnica del lanzamiento de martillo, en función del movimiento de los pies con respecto al ángulo azimutal recorrido se plantea lo siguiente:

- Una elevación del pie libre entre:
 - 30° - 65° Es considerada elevación temprana.
 - 65° - 100° Es considerada elevación tardía.
- Un apoyo del pie libre entre.
 - 217° - 250° Es considerado apoyo temprano.
 - 251° - 281° Es considerado apoyo tardío.

Bondarchuk, plantea, una elevación retardada y un apoyo anticipado del pie derecho en cada uno de los giros como mejor técnica.

Al ser promediados los parámetros presentados por la atleta denominada caso 1, la elevación del pie libre da un valor de 102°, el cual corresponde en la clasificación de Samozwetow a una elevación tardía, además las atletas participantes del Campeonato del Mundo Atletismo de Sevilla 99 (C.M.A.S 99), presentaron una media de 79° valor ubicado

“En el horizonte de los objetivos del milenio”

Informes: encuentroestudiantes@edufisica.udea.edu.co

<http://www.udea.edu.co/expomotricidad2007>



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

en la clasificación utilizada como elevación tardía, esto se debe a la intención de las atletas por demorar la fase de apoyo doble, ya que es en ésta, en la que se le imprime aceleración al martillo. Al promediar los parámetros correspondientes al apoyo del pie libre dio un valor de 250.5° , el cual corresponde a un apoyo tardío, mientras que las atletas participantes del C.M.A.S 99 tienen un valor medio de 254° considerado apoyo tardío, lo que no es muy favorable ya que el atleta no debe permitir que el martillo se le adelante. En lo que corresponde a la atleta de la selección Colombia denominada Caso 2, al promediar los parámetros presentados, al ser promediados, la elevación del pie libre da un valor de 98° , el cual corresponde en la clasificación utilizada a una elevación tardía, de igual manera que en caso 1 esto se debe a la intención de las atletas por demorar la fase de apoyo doble. Al promediar los parámetros de la atleta correspondientes al apoyo del pie libre dio un valor de 226° , el cual corresponde a un apoyo temprano, lo que nos da la posibilidad de afirmar que los apoyos de la atleta son óptimos, en cuanto a valores medios se trata.

Radio de Giro.

Respecto a éste parámetro de estudio al ser promediados los valores de la atleta denominada caso 1 y la atleta caso 2, (tabla #) se expone que la atleta caso 1, logra mantener un radio de giro de la cabeza del martillo, mayor que el presentado por las atletas del C.M.A.S 99, en los giros 2 y 3, lo cual es favorable para imprimirle una óptima aceleración al implemento, pero en la fase final, lo reduce de una manera significativa, producto de una leve flexión de los brazos y por el retraso excesivo del tronco, ocurriendo lo contrario con las atletas de comparación, quienes logran en éste instante el mayor radio de giro. En lo referente a la atleta Caso 2, logra mantener un radio de giro del martillo, mayor que el presentado por las atletas del C.M.A.S 99, en cada uno de los giros (con excepción del cuarto giro, puesto que esta atleta lanza con tres giros), lo cual es favorable para imprimirle una óptima aceleración al implemento, contrario con lo ocurrido en el caso 1, ésta atleta en la fase final logra ampliar el radio de giro como lo hacen las atletas del C.M.A.S. 99.

3.2.4. Velocidad Inicial de Salida del Implemento y Ángulo de Salida.

El caso 1 manifestó una velocidad inicial (V_0), de 25 m/s y ángulo de salida de 38° , parámetros que

Comparando con los valores medios de la investigación de Klaus Bartonietz, Lawrie Barclay y Dean Gathercole que plantea que para un lanzamiento entre 50,02 metros y 67,58 metros la velocidad promedio es de 23,6 m/s, valor máximo 25,7 m/s y mínimo, con un ángulo de salida promedio de 40° , con valor mínimo de 36° y máximo de 45° , para lo cual la atleta caso 1 manifestó una velocidad inicial (V_0), de 25 m/s y ángulo de salida de 38° , permite afirmar que el ángulo de salida de la atleta de estudio, se haya muy cerca del valor mínimo (2°), y muy distante del valor máximo (7°), es decir que si utilizamos la siguiente escala de evaluación para el ángulo de salida:

“En el horizonte de los objetivos del milenio”

Informes: encuentroestudiantes@edufisica.udea.edu.co

<http://www.udea.edu.co/expomotricidad2007>



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

| EVALUACIÓN | RANGO. |
|------------|----------|
| REGULAR. | 36° -38° |
| BUENA. | 39°-41° |
| ÓPTIMA | 42°-45° |

Se puede decir que la atleta presenta un ángulo de salida regular, y la distancia del lanzamiento alcanzada, se ve favorecida por el valor de V_0 , manifestado, el cual es superior al expuesto para un lanzamiento de esta distancia, según los autores Klaus Bartonietz, Lawrie Barclay y Dean Gathercole, lo cual genera una compensación del valor del ángulo de salida. Cabe resaltar que según los mismos autores para un lanzamiento de 70 metros de alcance, se debe lograr una velocidad de salida de 25,8 m/s y con un ángulo de salida de 40°, valores no muy distantes para la atleta de estudio Caso 1. Para la atleta caso 2 quien manifestó una velocidad inicial (V_0), de 23,6 m/s y ángulo de salida de 40°, permite afirmar que el ángulo de salida de la atleta de estudio, se haya en la media, distante del valor mínimo (4°), como del valor máximo (5°), es decir que si se utiliza la escala de evaluación propuesta para el ángulo de salida, se puede afirmar que la atleta presenta un ángulo de salida de evaluación Buena, en lo referente a la V_0 , ésta atleta manifiesta un parámetro ubicado en los valores medios de la investigación, el cual presenta correspondencia con la distancia alcanzada en el lanzamiento. Además para lograr un lanzamiento de 70 metros de alcance, parámetros distantes en cuanto a V_0 se refiere y estable en cuanto al ángulo de salida de los logrados por la atleta caso 2 en la investigación.

CONCLUSIONES.

1. Es necesaria la utilización de medios de última tecnología para establecer con precisión parámetros de los indicadores biomecánicos que sean confiables y aptos para compararlos con los datos publicados a nivel mundial.
2. La obtención de parámetros de los indicadores biomecánicos objeto de estudio no se da de forma inmediata, puesto que requiere de un proceso dispendioso que amerita de la participación activa de un colectivo.
3. La atleta denominada Caso1, presenta inestabilidad en los parámetros biomecánicos, al compararlos con los valores medios de la elite mundial para un lanzamiento de

“En el horizonte de los objetivos del milenio”

Informes: encuentroestudiantes@edufisica.udea.edu.co
<http://www.udea.edu.co/expomotricidad2007>



II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación y I Encuentro Internacional de Estudiantes Investigadores en Educación Física, Recreación y Deporte.

63.38 metros.

4. La atleta denominada Caso 2, presenta parámetros biomecánicos que se corresponden con valores medios de la elite, para un lanzamiento de 58,59 metros.

RECOMENDACIONES.

1. Continuar con la realización de análisis biomecánicos del lanzamiento del martillo femenino en el área Latinoamericana, los cuales permitan hacer estudios comparativos de atletas ubicadas entre los diez primeros lugares del ranking actual de la I.A.A.F.
2. Utilizar los resultados de la investigación para tributar mejoras en la ejecución técnica de las atletas de estudio, en trabajo en el área del entrenamiento deportivo.