

Influencia cinemática del ángulo de salida y ángulo de llegada en la técnica del lanzamiento efectivo en el tejo*

Julie Joan Acevedo Ramírez**

Jhon Handerssen Quintero***

Manuel Alberto Riveros Medina****

Recibido: 14 de agosto de 2013 • Evaluado: 13 de septiembre de 2013

Aceptado: 11 de octubre de 2013

Resumen

El presente artículo muestra un análisis cinemático de las variables: “ángulo de salida” y “ángulo de llegada” en la técnica del lanzamiento de tejo, que brinda una aproximación a los ángulos ideales de estas variables para que el lanzamiento sea más efectivo. Se utilizó un registro fílmico a través del modelo RIVERMED I (Riveros, 2009), mediante el programa Kinovea 1.5.1. Se hizo la marcación de los ángulos de salida y de llegada de los distintos lanzamientos y luego se sistematizaron los datos a través del programa Microsoft Excel 97; el análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con el *software* estadístico modular SPSS (Statistical Package for the Social Sciences,

* Trabajo desarrollado por la Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha. Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física. Grupo de Investigación en análisis del movimiento para la salud “GIAMS”.

** Profesional en Ciencias del Deporte. Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha. Contacto: treceyseis@hotmail.com

*** Profesional en Ciencias del Deporte. Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha. Contacto: jhonquintero1023@hotmail.com

**** Licenciado en Educación Física. Fisioterapeuta. Especialista en Ejercicio Físico para la Salud. Magíster en Intervención Integral en el Deportista. Docente investigador en el área de Biomecánica, Fisiología del Ejercicio y Fisioterapia en Deporte. Escuela Colombiana de Rehabilitación.

versión 19), y en el programa Microsoft Excel, versión 2007, se graficaron los resultados obtenidos. Con los resultados de cada deportista evaluado se elaboró la estadística pertinente, con medidas de tendencia central y de variabilidad, y se registraron los valores de medias y desviaciones estándar (DE) de cada una de sus variables con un grado de confiabilidad de ángulo de salida de 79% y de ángulo de llegada de 74%, con lo que entró en una clasificación “buena” en la tabla de porcentaje propuesta en bioestadística.

Palabras clave: ángulo de salida, ángulo de llegada, tiro parabólico, biomecánica, cinemática.

Kinematic influence of the exit angle and angle of arrival in the technique of effective launch in tejo

Abstract

This paper presents an analysis of kinetic variables “output angle” and “angle of arrival” at the launch of yew technique providing an approximation to the ideal angles of these variables to launch more effectively. We used a recording film through RIVERMED model I, a systematization of data across programs Kinovea 1.5.1; statistical analysis of data was carried out with the modular statistical software SPSS (Statistical Package for Social Sciences), and the program Microsoft Excel, 2007 version, which will graph the results.

With the results of each of the evaluated athletes relevant statistics, measures of central tendency and variability were held, recording the values of average and standard deviations (SD) of each of its variables.

Keywords: Angle of departure, arrival angle, shot parabolic, biomechanics and kinematics.

Introducción

El tejo o turmequé, originado en el altiplano cundiboyacense sobre la base de las prácticas muisca¹, consiste en lanzar un objeto metálico desde cierta distancia a un blanco fijo llamado bocín. Desde su origen, ha logrado trascender en la población colombiana no solo como cultura y tradición, sino también como deporte autóctono, de acuerdo con la declaración legal del año 2000 (aunque este último logro no se ha tomado con la mayor objetividad que debe tener un deporte de rendimiento). A partir de su declaración como deporte, surge la necesidad de analizar con más cuidado los aspectos de su práctica, en este caso, la técnica del lanzamiento, para proyectar los resultados de tales análisis a su práctica deportiva.

La biomecánica deportiva juega un papel importante para el análisis de la técnica de cualquier deporte, dado que su estudio brinda la posibilidad de dar soluciones a dicha dirección del entrenamiento de esta práctica. De tal modo, surge la necesidad de mejorar varios aspectos importantes en este deporte para que pueda tener un desarrollo óptimo, así como un acercamiento a un modelo técnico del lanzamiento, ausente hasta hoy producto de la práctica y bajo un referente biomecánico. Además, puede favorecer la posibilidad de generar sustento teórico de la técnica y a la vez producir conocimiento científico, bastante escaso en este deporte.

En este sentido, el objetivo principal del presente estudio se enmarcó en establecer las características que presentan las variables biocinemáticas de ángulo de salida, ángulo de llegada y altura máxima del móvil en la efectividad del lanzamiento de tejo.

Materiales y método

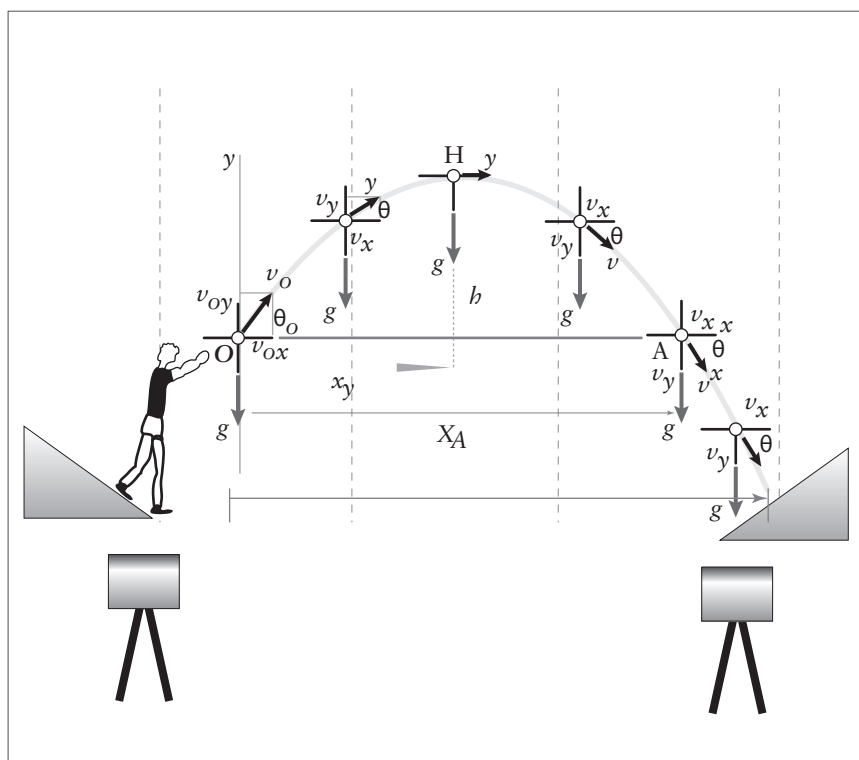
Es una investigación de tipo transversal, con un enfoque netamente cuantitativo-descriptivo y un diseño de investigación no experimental. La población de este estudio se caracterizó por tener un proceso mínimo de cuatro años en la práctica del tejo y por haber representado a su liga en campeonatos

1 Los muisca fueron un pueblo indígena que habitó en el altiplano cundiboyacense desde el siglo VI a.C.

nacionales en su categoría. Se hicieron las grabaciones con la muestra de estudio, conformada por cuatro hombres y una mujer, de categoría mayores y juvenil, todos pertenecientes a la Liga de Tejo de Bogotá, quienes clasificaron a los Juegos Nacionales de Tejo en el departamento de Tolima, en abril del 2012.

El muestreo fue intencional debido a las dificultades en el cumplimiento de los criterios de inclusión, lo cual condujo a esta muestra. En el momento de la recolección de datos, los deportistas hicieron calentamiento previo con movimientos articulares y ejercicios guiados por el entrenador y, por último, 10 minutos de lanzamientos orientados a la cancha.







Gráfica 1. Esquema de filmación (triángulo rectángulo: cancha, cuadrado: cámaras en plano sagital, líneas verticales: división de la cancha con cinta).



Lo anterior permitió hacer un análisis biocinemático de las variables “ángulo de salida” y “ángulo de llegada” en la técnica del lanzamiento de tejo, a fin de brindar una aproximación a los ángulos ideales de estas variables para que el lanzamiento sea más efectivo.

Con los resultados de cada uno de los deportistas evaluados, se elaboró la estadística pertinente, con medidas de tendencia central y de variabilidad, y se registraron los valores de medias y desviaciones estándar (DE) de cada una de sus variables con un grado de confiabilidad de ángulo de salida de 79% y de ángulo de llegada de 74%, con lo que entró en una clasificación “buena” según la tabla de porcentaje propuesta y utilizada en bioestadística.

Tabla 1. Descripción de la zona de marcación de la cancha con el valor según como finalizó el tejo

Imagen	Descripción	Valor
	La cancha de tejo se dividió en zonas enumeradas del 1 al 9. La zona 5 es donde se encuentran ubicados el bocín y la mecha, por ello se le asignará cierto puntaje.	
	Bocín: el tejo cae dentro del bocín con una inclinación de 45°.	6 puntos
	Moñona: el tejo tatea la mecha y cae en el bocín de manera reglamentaria.	9 puntos
	Mecha: el tejo tatea la mecha de manera directa sin tener contacto anterior con otra superficie.	3 puntos
	Mano: el tejo que al finalizar termine más cerca del bocín gana la mano.	2 puntos
	Tejo que finalizó en el cuadro número 5.	1 punto

Fuente: Elaboración propia.



Resultados y discusión

La variabilidad en el movimiento humano puede ser conceptualizada como las variaciones normales que ocurren en la ejecución motora a través de múltiples repeticiones de un gesto (Stergiou, 2004).

De los cinco deportistas –teniendo como referente la efectividad en 10 lanzamientos–, el deportista n.º 2 mostró en el ángulo de salida una $DE \pm 0,7$, ocupando el segundo puesto en efectividad. En contraposición, el deportista n.º 4 presentó la mayor desviación estándar en el ángulo de salida en sus ejecuciones con un valor $DE \pm 2.60$, pero obtuvo la mayor efectividad, ratificando su posición como mejor jugador de la Liga de Bogotá a nivel nacional.

Por lo anterior, es importante resaltar que se puede tener un gesto motor definido con poca variabilidad que favorezca la efectividad (deportista n.º 2), o tener gran variabilidad en el gesto motor (deportista n.º 4) que implique generar ajustes motores para satisfacer la demanda deportiva, con el fin de culminar la tarea deportiva de manera exitosa. Esta razón reafirma lo expuesto por Acero (2009): “Es por eso que la variabilidad en el movimiento humano no debe ser concebida como un factor negativo sino como un factor funcional que aporta al rendimiento deportivo”.

Figura 1. Variables ángulo de salida y ángulo de llegada

Variable	Imagen
Ángulo de salida	
Ángulo de llegada	

En los valores hallados de altura máxima, se presenta cierta frecuencia en un rango entre los 3,5 y 4,5 metros, los cuales son logrados cuando el tejo

está alcanzando una distancia entre los 7,5 y 8 metros de longitud dentro de la cancha. Pero los resultados de altura máxima, encontrados por medio de la ecuación respectiva de movimiento parabólico, se caracterizan por evidenciar valores más bajos que los planteados por García y Contreras (2012), quienes tuvieron en cuenta el ángulo con que fue lanzado el tejo, pero no la distancia de recorrido del elemento para llegar a la caja de greda.

En cuanto al valor de tiempo de vuelo durante el lanzamiento del tejo, este fue de 1,75 segundos en promedio, con una $DE \pm 0,14$. Al analizar los 16 lanzamientos más efectivos, se halló que el ángulo presentado con mayor frecuencia en la salida corresponde a $35^\circ DE \pm 3,64$ (25 %) con un error típico de la media de 0,91, menor que el encontrado por Restrepo y Cárdenas (2010), en el cual se obtuvo un promedio de $36,6^\circ$. En torno al ángulo de llegada, la mayor frecuencia corresponde a $45^\circ DE \pm 5,25$ (31 %) con un error típico de la media de 0,25 y con un ángulo de llegada efectivo ubicado en un rango de 37° a 45° .

Con respecto a los lanzamientos con mayor puntuación, se encontró que la media de los ángulos de salida fue de $35,9^\circ$ con una $DE \pm 3,64$, resultados acorde a lo encontrado por Restrepo y Cárdenas (2010), quienes evidenciaron en los lanzamientos más efectivos un ángulo de $34,6^\circ$, lo que permite deducir que el ángulo de salida debe estar en un rango entre $34,6^\circ$ y 35° para que el lanzamiento sea efectivo.

Al comparar los resultados del ángulo de llegada versus el ángulo de salida, se encontró que el primero tiene un aumento significativo con respecto al segundo, debido a que en el movimiento parabólico del lanzamiento de tejo la altura de liberación del elemento (posición inicial) es siempre mayor que a la altura donde finaliza el lanzamiento (posición final). Esta altura inicial adquiere gran importancia, dado que se convierte en la determinante de los grados con que es lanzado el tejo, pues entre más arriba sea liberado el elemento, los ángulos tanto de salida como de llegada aumentan progresivamente. Se observa un mayor influjo sobre el ángulo de llegada de acuerdo con lo evidenciado en una mayor desviación estándar de dichos ángulos, y se muestra una mayor concentración alrededor de la media en el ángulo de salida y una mayor dispersión en torno al ángulo de llegada. Por consiguiente, si se traslada la misma altura con que es liberado el tejo hasta la parte final del lanzamiento, se encuentra que la diferencia entre los ángulos de salida y llegada se obtiene como resultado de la cantidad de esta altura.

Las velocidades registradas en los lanzamientos más efectivos muestran una media de 9,15 m/s $DE \pm 4,01$, y teniendo en cuenta el cuadro de fiabilidad, se clasifican con un 67 % que corresponde estadísticamente a una fiabilidad aceptable.

Según Restrepo y Cárdenas (2010), los factores de los que depende el resultado del lanzamiento del tejo son: altura inicial, ángulo de salida, velocidad inicial y distancia del tejo con respecto a la línea media en el instante de salida. Adicionalmente, teniendo en cuenta la variable, el ángulo de salida se encuentra, en promedio, por debajo de los 45° de acuerdo con los planteamientos hechos por balística para los movimientos parabólicos, lo cual también se valida al encontrar en este estudio que los lanzamientos más efectivos están entre los ángulos ya mencionados.

De acuerdo con las hipótesis de esta investigación, podemos decir que los resultados obtenidos no están dentro de los valores establecidos, y por consiguiente, se hace válida la hipótesis nula que nos dice que los ángulos de salida y de llegada no se encuentran en un rango entre 45° y 55°.

Conclusiones

- Los ángulos de salida y de llegada dependen de la altura de liberación del elemento, debido a la biomecánica del lanzamiento. En su mayoría, los ángulos de llegada son más grandes que los ángulos de salida por resultado de la fuerza (ley) de gravedad.
- Para que la técnica del lanzamiento de tejo sea más efectiva, debe tener un ángulo de salida entre 34° y 40°, y un ángulo de llegada entre 37° y 45°, dejando por fuera de los lanzamientos más efectivos los de menor puntuación, y con una altura máxima superior a los tres metros.
- La altura máxima que alcanza el tejo en su trayectoria depende en gran medida del ángulo de salida y de la fuerza con que es enviado el elemento (velocidad inicial), al igual que de la altura de liberación del tejo.
- Las variables biomecánicas estudiadas muestran que en los lanzamientos de estos deportistas hay una variabilidad en su gesto deportivo, ya que no se alcanzaron datos similares entre los lanzamientos del grupo. El valor que se registra de altura máxima no tiene gran influencia en la efectividad del lanzamiento. Lo que se debe lograr es alcanzar la altura

máxima cuando el tejo va pasando a los 7,5 metros y 8 metros de la longitud de la cancha.

- Se puede tener un gesto motor definido con poca variabilidad, al ser esto un resultado efectivo; de la misma manera, se puede tener mayor variabilidad en el gesto motor e igualmente puede ser efectivo. Por lo anterior, la variabilidad debe ser vista como parámetros de respuestas que contribuyen al rendimiento deportivo, pero no son fallas de ejecuciones.

Referencias

- Acero, J. A. (2009). Aplicabilidad de la variabilidad en los análisis biomecánicos del gesto y el entrenamiento deportivo. En: G. R. Suárez. *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento* (pp. 45-85). Medellín: Funámbulos Editores.
- Acero, J. (2002). *Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva*. Bogotá: Impresión Digital FAID.
- Craig, J. (2006). *Robótica*. Mexico D.F.: Pearson Educación.
- García, O. A. y Contreras, D. (2010). Parámetros cinemáticos del lanzamiento de tejo y su influencia en el rendimiento. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 4(1), 71-79.
- González, J. G. (2010). Oración del deportista de tejo. Recuperado de <http://www.todacolombia.com/tejocolombiano.html#oracion>
- Gutiérrez, M. A. (2000). *Biomecánica: la física y la fisiología*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Hewitt, P. G. (2004). *Física conceptual* (10.^a ed.). México D.F.: Pearson Educación.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Instituto Distrital Recreación y Deporte (IDRD). (1999). Breve historia del tejo. Recuperado de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/?q=node/482>
- Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD). (2013). Reglamento Oficial de Minitejo 2013. Recuperado de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/REG%20DISTRITAL%20MINITEJO.pdf>
- Javier, S. A. (2005). *Cooperativas en el mundo, independencia y diversidad*. Vitoria: Euskosare.

- Kudo, K. y Ohtsuki, T. (2008). Adaptive variability in skilled human movements. *Japanese Society of Artificial Intelligence*, 23(3), 151-162.
- Lopategui, E. (2000). *Análisis cinemático del movimiento humano*. San José: Universidad Interamericana de Puerto Rico
- López Chicharro, J. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3.ª ed.). Madrid: Editorial Panamericana.
- Navarro, J. D. (2003). *Estadística aplicable*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Pascual, C. y Gutiérrez, M. (2007). Responsabilidad personal y social a través del deporte. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 11(2).
- Pita Fernández, S. (2001). Estadística descriptiva de los datos. Recuperado de <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva2.pdf>
- Restrepo, A., y Cárdenas, G. A. (2010). *Deporte autóctono Colombiano, una aproximación técnica fundamentada en principios biomecánicos*. Ponencia presentada en Expomotricidad Internacional 2011. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Rodríguez, D. L., Ríos, N. N., y Sierra, D. E. (2008). *Análisis cinemático del gesto motor del lanzamiento empleado en el deporte del tejo en la categoría sub 25 rama masculina de la liga de Bogotá discriminando las posibles fases en la propuesta de técnica*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Suárez, G. R. (2009). Biomecánica deportiva. En: *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento* (pp. 15-43). Medellín: Funámbulos Editores.
- Suárez, G. R. (s. f.). *Cinemática lineal y rotatoria*. Medellín: Universidad de Antioquia.