

Revista Actividad Física y Ciencias
Año 2018, vol. 10, N° 2

VELOCIDAD TANGENCIAL EN EL LANZAMIENTO DE PENALTI EN WATERPOLO

TANGENTIAL SPEED IN THE LAUNCH OF PENALTI IN WATERPOLO

Marco García
Jeovanny Tomedes
Laboratorio de Biomecánica
Ministerio del Poder Popular para la Juventud y Deporte (Venezuela)
mgwaterpolo10@gmail.com

Recibido: 12-11-2018

Aceptado: 01-12-2018

Resumen

El waterpolo es un deporte colectivo con variedades de movimientos que requieren ser ejecutados y dominados por el practicante de la disciplina, los cuales son los fundamentos técnicos ofensivos y defensivos que son realizados de manera individual en el espacio reglamentado por la FINA. El lanzamiento de frente es el más frecuentado en un partido y presenta el mismo patrón de movimiento del penalti cuando se genera una falta ordinaria a partir de los 5 metros, donde el jugador tiene la opción de tirar el balón con un movimiento ininterrumpido, se debe saber que esta técnica es una habilidad acíclica que tiene como objetivo una sola realización para conseguir el gol, la cual está dividida en tres fases: preparatoria, principal y final. El objetivo general es determinar la velocidad tangencial del balón en el lanzamiento de penalti en waterpolo, los objetivos específicos son: 1) Identificar las variables cinemáticas que influyen en la velocidad tangencial del balón durante el lanzamiento de penalti en waterpolo y 2) Describir la velocidad tangencial comparándola con la velocidad de proyección del balón en el lanzamiento de penalti en waterpolo. La técnica para el análisis de los datos fue la fotogrametría en tridimensional con el programa SkillSpector versión 1. 3. 2. Los resultados arrojaron que la velocidad tangencial es de 17,75 m/s semejante a la velocidad de proyección del balón en 17,21 m/s y que el radio tiene una influencia en rendimiento de la velocidad angular en el segmento más distal.

Palabras clave: Velocidad tangencial, lanzamiento, waterpolo.

Abstract

Water polo is a collective sport with varieties of movements that need to be executed and dominated by the practitioner of the discipline, which are the offensive and defensive technical foundations that are carried out individually in the space regulated by FINA. The front shot is the most popular in a game and presents the same pattern of movement of the penalty when an ordinary foul is generated from 5 meters, where the player has the option of throwing the ball with an uninterrupted movement, it must be knowing that this technique is an acyclic skill that aims at a single accomplishment to achieve the goal, which is divided into three phases: preparatory, main and final. The general objective is to determine the tangential speed of the ball in the water polo penalty shoot, the specific objectives are: 1) Identify the kinematic variables that influence the tangential speed of the ball during the water polo penalty shoot and 2) Describe the speed tangential comparing it with the speed of projection of the ball in the penalty shoot in water polo. The technique for the analysis of the data was three-dimensional photogrammetry with the SkillSpector program version 1.3.2. The results showed that the tangential velocity is 17.75 m/s similar to the speed of projection of the balloon in 17, 21 m/s and that the radius has an influence on angular velocity performance in the most distal segment.

Keywords: Tangential velocity, launch, water polo.

Introducción

El waterpolo como deporte colectivo cuenta con variedades de movimientos que requieren ser ejecutados y dominados por los practicantes, los cuales son llamados fundamentos técnicos ofensivos y defensivos, de manera que son aplicados durante el partido de forma individual por cada uno de los atletas pertenecientes a un equipo. El mencionado deporte es practicado en un espacio delimitado con 20 metros de ancho para ambos géneros, pero a lo largo son 30 metros para los hombres y 25 metros para las mujeres, donde es reglamentado por la FINA del año 2017-2021 (Federación Internacional de Natación).

La técnica deportiva para Bompá (2009) es la manera determinada de cómo se desenvuelven las habilidades simples o complejas, por otra parte, Verkhoshansky (2002) señala dos términos a diferenciar, la primera es la técnica deportiva como conjunto de movimientos organizado para realizar una tarea motora, las cuales están determinadas por las normas de la disciplina deportiva, luego está la segunda que es la maestría técnico-deportiva que se refiere a la habilidad del atleta en ejecutar la destreza deportiva de manera perfeccionada debido a la mejora de su condición física por parte de los entrenamientos y las competencias. En el waterpolo Lloret (1998) enuncia que hay condicionantes diferenciadores a otros deportes en equipo de 4 roles debido a la interacción que existe en el medio acuático, donde el atleta requiere adquirir patrones acuáticos educativos y

competitivos que le permitirá coordinar debidamente los gestos técnicos en el espacio de juego reglamentado.

El lanzamiento pertenece a los fundamentos técnicos ofensivos individuales del waterpolo, esta acción permite que los equipos busquen aumentar el marcador antes de que se termine el tiempo de juego. Existe diversos tipos de lanzamientos, el más frecuentado durante un partido es el de frente tanto en situación de igual como en superioridad ofensiva (Vila, 2016; García Marín, 2009), por otra parte, el cobro de penalti tiene una alta eficacia en comparación del resto de los lanzamientos (Argudo, García Cervantes y Ruiz, 2016) y presenta el mismo patrón de movimiento que el lanzamiento de frente después de una falta ordinaria a partir de los 5 metros donde el atleta tiene la opción de tirar el balón de manera inmediata sin generar finta o alguna pausa en el movimiento, lo cual está reglamentado por la FINA (2017-2021).

Se debe entender que el lanzamiento es una habilidad acíclica con el objetivo motriz de una solo realización (Izquierdo, 2008), en el waterpolo el objetivo de los lanzamientos es marcar el gol, por ello la precisión y la velocidad en proyección del balón puede hacer una diferencia. En biomecánica para que el balón llegue a la zona de gol dependerá de la mecánica ejercida del sistema coordinado para proyectar con precisión (García, 2018).

El lanzamiento de frente y de penalti al tener el mismo patrón de movimiento se conforman por tres fases donde cada una contiene dos posiciones, esto muestra la división del gesto deportivo juntos con sus características elementales, lo que permite evaluarlo desde la biomecánica. Las fases de lanzamiento de penalti según García (2018) son la de preparación, la principal y por último la final donde cada una cumple una función en la técnica.

En la fase de preparación del lanzamiento de penalti en waterpolo tiene como objetivo que el practicante se situé de manera óptima en posición de preparación donde el cuerpo está tenso, con una elevada frecuencia de patada alterna de pecho o batidora, los hombros por encima del agua, sujetando el balón con vista al frente a la portería, y luego realizar un movimiento agresivo de la propulsión de la patada alterna de pecho que le permita elevar el segmento tronco sobre la superficie del agua junto con el balón por medio de una abducción y rotación externa de la articulación del hombro para colocarse en posición de armado, lo que conlleva a un preestiramiento muscular del miembro superior ejecutor de lanzamiento (Figura 1).



Figura 1. Fase preparatoria del lanzamiento de penalti en waterpolo
Fuente: García (2018)

La fase principal del lanzamiento de penalti en waterpolo tiene como propósito ejecutar el movimiento desde la posición de armado donde el segmento tronco gira al estar elevado sobre la superficie pasando el balón de atrás hacia adelante, la articulación del hombro ejecuta una flexión horizontal y rotación interna, por otra lado, la articulación del codo queda previamente flexionado impidiendo la extensión completa para evitar una lesión y finaliza con una flexión de la muñeca hasta soltar el balón en la posición de lanzamiento (Figura 2).



Figura 2. Fase principal del lanzamiento de penalti en waterpolo
Fuente: García (2018)

En la fase final del lanzamiento de penalti en waterpolo tiene el propósito de disminuir la velocidad del miembro superior ejecutor una vez proyectado el balón en la posición de lanzamiento, donde el segmento proximal del tronco desciende y los segmentos distales como el brazo, antebrazo y mano lanzadora impactan con el agua para terminar de frenarse, las piernas

generan movimiento en búsqueda de un equilibrio que permita al jugador realizar cualquier movimiento dependiendo de la situación de juego (Figura 3).



Figura 3. Fase final del lanzamiento de penalti en waterpolo
Fuente: García (2018)

En la actualidad existen diversas investigaciones de la proyección del balón y sus características cinemáticas en la ejecución del gesto técnico en waterpolo, las cuales se relacionan a este estudio. Elliott y Armour (1988) efectuaron un análisis cinematográfico del tiro penal en waterpolo a la selección nacional de Australia, luego Feltner, M., y Nelson, S. (1996) en Estados Unidos realizaron un estudio a trece jugadores masculinos de waterpolo intercolegiales con el propósito de medir las rotaciones del miembro superior ejecutor de lanzamiento, por otro lado, en situación de juego se realizaron varios análisis donde se determinaron la velocidad de proyección del balón en la Liga Española como también en Campeonatos Europeos y Campeonato Mundiales mediante la utilización del radar StalkerPro (García, Ruiz, Argudo y Borges, 2017; Abraldes, Vila, Ferragut, Rodríguez y Fernandes, 2015; Rodríguez, Vila, Abraldes, Ferragut y Alcaraz, 2011).

Otros estudios relacionados son los de Melchiorri (2011) que investigó la velocidad de lanzamiento y la cinemática de ejecución en jugadores de waterpolo masculino de la selección de Italia, más adelante Melchiorri (2015) volvió a realizar la misma investigación, pero con dos niveles competitivos entre jugadores de primera división y cuarta división de la liga nacional de Italia, la cual demostró diferencias significativas en el rendimiento del waterpolo entre las dos divisiones. Por último, Ferragut, Vila, Abraldes, Argudo, Rodríguez y Alcaraz (2011) hicieron un estudio donde encontraron correlaciones entre la velocidad de lanzamiento con el perfil antropométrico de los atletas masculinos de la selección española.

Actualmente no existe estudio en latino américa del miembro superior ejecutor de lanzamiento en el waterpolo con relación a la velocidad tangencial del balón antes de ser liberado durante la

fase principal, donde es importante estudiar la interacción de los parámetros cinemáticos angulares sobre los lineales y como el radio formado en el lanzamiento es un factor que influye durante la ejecución técnica.

Partiendo de lo anterior se plantea realizar un estudio biomecánico relacionado a la velocidad tangencial en el lanzamiento de penalti y ver la semejanza que existe con la velocidad de proyección del balón en waterpolo.

Objetivo General

Determinar la velocidad tangencial del balón en el lanzamiento de penalti en waterpolo.

Objetivo específicos

- Identificar las variables cinemáticas que influyen en la velocidad tangencial del balón durante el lanzamiento de penalti en waterpolo
- Describir la velocidad tangencial comparándola con la velocidad de proyección del balón en el lanzamiento de penalti en waterpolo

Método

Este estudio se empleó a 5 sujetos de la población masculina de waterpolo en la categoría sub 18 a nivel nacional en Venezuela. Se utilizó la técnica fotogramétrica en tridimensional que cuenta con un procedimiento sistematizado y validado, los recursos utilizados fueron dos cámaras de alta velocidad para filmación (Casio Exilim y Nikon Coolpix) programadas para una captura de 120 fotogramas por segundos, un ordenador con el sistema operativo de Windows que contiene los programas de edición de video y Skillspector versión 1.3.2 que permite la digitalización de las imágenes para crear el modelo anatómico de 12 puntos del miembro superior del cuerpo durante la fase principal de lanzamiento.

Resultados

Los datos biomecánicos corresponden a las variables cinemáticas que influyen en la velocidad tangencial del balón, la cuales son el radio formando por el miembro superior ejecutor de lanzamiento y la velocidad angular del segmento antebrazo durante la fase principal, luego se colocan los resultados de la velocidad tangencial y la velocidad de proyección del balón para su posterior discusión.

Características cinemáticas que influyen en la velocidad tangencial del balón durante el lanzamiento de penalti en waterpolo

Tabla 1. Radio del miembro superior ejecutor de lanzamiento

SUJETOS	Radio del miembro
---------	-------------------

	ejecutor del lanzamiento (m)
Sujeto 1	0,99
Sujeto 2	0,87
Sujeto 3	0,92
Sujeto 4	0,83
Sujeto 5	0,87
Mediana	0,87
Media	0,90
Desv Est	0,06
Valor Máximo	0,99
Valor Mínimo	0,83
Rango	0,16

Fuente: elaboración propia.

Se representa la longitud real del miembro superior ejecutor del lanzamiento en la tabla 1 con relación a la resultante en los 3 ejes del plano cartesiano (X, Y, Z). El promedio del radio alcanzó 0,90 m \pm 0,06 m entre el valor máximo de 0,99 m y 0,83 m como el valor mínimo para un rango de 0,16 m, la mediana del grupo se ubicó en 0,87 m.

Tabla 2. Velocidad angular del segmento antebrazo

SUJETOS	Velocidad Angular del segmento antebrazo (rad/s)
Sujeto 1	16,96
Sujeto 2	21,19
Sujeto 3	18,06
Sujeto 4	22,13
Sujeto 5	21,25
Mediana	21,19
Media	19,92
Desv Est	2,26
Valor Máximo	22,13
Valor Mínimo	16,96
Rango	5,17

Fuente: elaboración propia.

La velocidad angular del segmento antebrazo se representa en la tabla 2, mostrando el promedio de 19,92 rad/s \pm 2,26 rad/s con una oscilación de los datos entre 22,13 rad/s y 16,96 rad/s situando un rango de 5,17 rad/s, la mediana del grupo fue de 21,19 rad/s.

Tabla 3. Velocidad tangencial del balón

SUJETOS	Velocidad Tangencial del Balón (m/s)
Sujeto 1	16,86
Sujeto 2	18,39
Sujeto 3	16,70
Sujeto 4	18,38
Sujeto 5	18,40
Mediana	18,38
Media	17,75
Desv Est	0,88
Valor Máximo	18,40
Valor Mínimo	16,70
Rango	1,70

Fuente: elaboración propia.

La velocidad tangencial del balón está representada en la tabla 3, el valor mínimo fue de 16,70 m/s y el mayor estuvo en 18,40 m/s con un intervalo de 1,70 m/s para ubicar el promedio en 17,75 m/s \pm 0,88 m/s y la mediana del grupo en 18,38 m/s.

Características de la velocidad de proyección del balón en el lanzamiento de penalti en waterpolo

Tabla 4. Velocidad de proyección resultante del balón

SUJETOS	Velocidad de proyección resultante del balón (m/s)
Sujeto 1	16,55
Sujeto 2	17,56
Sujeto 3	16,07
Sujeto 4	18,21
Sujeto 5	17,66
Mediana	17,56

Media	17,21
Desv Est	0,87
Valor Máximo	18,21
Valor Mínimo	16,07
Rango	2,13

Fuente: elaboración propia.

La velocidad de proyección resultante del balón es representada en la tabla 4, el promedio estuvo en 17,21 m/s \pm 0,87 m/s con la mediana del grupo en 17,56 m/s, la máxima velocidad de proyección del balón quedó en 18,21 m/s y la mínima con 16,07 m/s con un intervalo de 2,13 m/s.

Discusión

Los datos de la velocidad angular del segmento antebrazo junto con el radio formando desde la séptima vertebral cervical (SVC) hasta el balón forman la velocidad tangencial durante la fase principal de lanzamiento, la cual es tomado antes de perder el contacto con el balón y tiende hacer semejante a los resultados de la velocidad de proyección resultante del balón, ya que existe una relación entre los movimientos angulares sobre los lineales, y viceversa (Gutiérrez, 2006; Izquierdo, 2008)

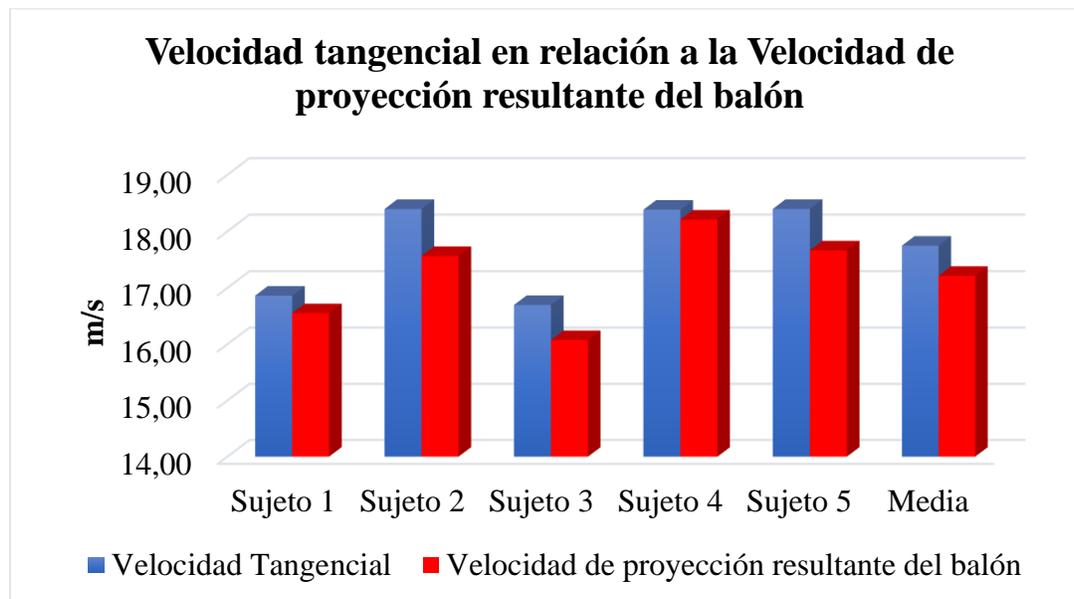


Gráfico 1. Velocidad tangencial en relación a la velocidad de proyección resultante del balón.

Fuente: elaboración propia.

La velocidad tangencial se ubicó en un promedio de 17,54 m/s con un intervalo entre 16,70 m/s a 18,40 m/s, siendo semejante a la velocidad de proyección resultante del balón que obtuvo un promedio de 17,21 m/s con un rango de 16,07 m/s a 18,21 m/s, de modo que se demuestra la

relación entre los movimientos angulares sobre los lineales. Se puede apreciar que los sujetos presentaron un bajo promedio en la velocidad de proyección resultante del balón en comparación a los datos encontrado por Melchiorri (2015) por jugadores de la liga nacional de Italia, donde el equipo elite de primera división alcanzó un promedio de 22,9 m/s y los de cuarta división en 18,4 m/s (Figura 1).

Se evidencia que los sujetos 2, 4 y 5 (60%) lograron elevadas velocidades tangenciales del balón debido a que su velocidad angular del segmento antebrazo fue mayor y el radio formado por el miembro superior ejecutor de lanzamiento fue menor, solo los sujetos 1 y 3 (40%) obtuvieron bajas velocidades tangenciales, ya que su velocidad angular del segmento antebrazo fue baja con un radio amplio del miembro ejecutor de lanzamiento (Gráfico 1).

Es indiscutible que el tamaño del radio ocasiona mayor o menor inercia, ya que depende de la ubicación de la masa de cada segmento que conforma el miembro superior ejecutor de lanzamiento, esto implica que incide en la velocidad angular del segmento antebrazo, la cual afecta la velocidad tangencial del balón.

Se considera que los sujetos 2, 4 y 5 ampliaran el radio con relación a los segmentos que conforma el miembro superior ejecutor de lanzamiento sin disminuir la velocidad angular del segmento antebrazo podrían aumentar la velocidad tangencial, de modo que la velocidad de proyección resultante del balón sería mayor, por lo contrario, los sujetos 1 y 3 tendrían que elevar la velocidad angular del segmento antebrazo sin reducir el radio para aumentar la velocidad tangencial y poder obtener mayor velocidad de proyección resultante del balón.

Conclusión

Se concluye que los datos aportados por la velocidad tangencial permiten conocer los factores que afectan el lanzamiento de penalti en el waterpolo, ya que su resultado es semejante a la velocidad de proyección del balón debido a la relación existente entre el movimiento angular sobre el lineal.

El tamaño del radio conformado por los segmentos del miembro superior ejecutor de lanzamiento es de importancia durante la ejecución técnica, esto implica que los practicantes de esta disciplina deportiva, dependiendo del tamaño de sus segmentos, deben lograr una óptima posición que le permita realizar el gesto técnico de manera más eficiente, por otro lado, la velocidad angular del segmento distal del antebrazo debe desenvolver su desplazamiento angular en el menor tiempo posible, donde la musculatura involucrada en el lanzamiento debe ser capaz de realizar una elevada fuerza explosiva.

Referencias

- Abraldes, J., Vila, H., Ferragut, C., & Rodríguez, N. (2012). Throwing Velocity and Efficacy During Water Polo Matches. *The Open Sports Science Journal*, 5, 141-145.
- Argudo Iturriaga, F., Garcia Cervantes, L., & Ruiz Lara, E. (2016). *Factores asociados a la eficacia de gol en waterpolo*. [Documento en Lineal]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400853> [Consulta: 2017, Marzo 10].
- Bompa, T. O. (2009). *Entrenamiento de Equipos Deportivos*. Barcelona: Paidotribo.
- Elliott, B., & Armour, J. (1988). The penalty throw in water polo: a cinematographic analysis. *Journal of Sports Sciences*, 6, 103-114.
- Feltner, M., & Nelson, S. (1996). Three-Dimensional kinematics of the throwing arm during the penalty throw in water polo. *Journal of applied biomechanics*, 12, 359-382.
- Ferragut, C., Vila, H., Abraldes, J. A., Argudo, F., Rodríguez, n., & Alcaraz, P. E. (2011). Relationship among maximal grip, throwing velocity and anthropometric parameters in elite water polo players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26-32.
- FINA Water Polo Rules 2017-2021. (2017). [Transcripción en línea]. Disponible: https://www.fina.org/sites/default/files/2017_2021_wp_rules_06102017_new.pdf : [Consulta: 2017, Noviembre 20].
- García Cervantes, L., Ruiz Lara, E., Argudo Iturriaga, F., & Borges Hernández, P. (2017). Throwing velocity in water polo elite competition: Analysis of associated variables. *Journal of Human Sport & Exercise*, 1144-1152.
- García Marín, P. (2009). *Evaluación cuantitativa de la desigualdad numérica temporal simple con posesión mediante observación sistemática en waterpolo*. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- García, M. (2018). *Factores Biomecánico del lanzamiento de Penalti en Waterpolo*. Editorial Académica Española.
- Gutiérrez Dávila, M. (2006). *Biomecánica Deportiva (2da Ed)*. Madrid: Sítesis.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y Bases Neuromuscular de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Médica Panamericana.
- Lloret Riera, M. (1998). *Waterpolo Técnica - Táctica - Estrategia*. Madrid: Gymnos.
- Melchiorri, G., Padua, E., Padulo, J., Dottavio, S., Campagna, S., & Bonifazi, M. (2011). Trowing velocity and kinematics in elite male water polo players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 541-546.

- Melchiorri, G., Viero, V., Triossi, T., De Sanctis, D., Padua, E., Galvani, C., Tancredi, V. (2015). Water polo throwing velocity and kinematics: differences between. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 12, 65-71.
- Rodríguez , N., Vila, H., Abraldes , J., Ferragut , C., & Alcaraz, P. (2011). La Velocidad de Lanzamiento en Competiciones y su Importancia en los Valores de Eficacia. *Comunicaciones técnicas*, 1, 5-11.
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Vila Blanch, M. (2016). *Estudios transversal de la valoración de la fuerza específica en el waterpolo (Tesis Doctoral)*. Universidad de Barcelona, España.

Los autores:

Marco A. García R.

Magister en Educación Física Mención Biomecánica
Profesor de Educación Física e investigador

Jeovanny Tomedes

Magister en Educación Física Mención Biomecánica
Profesor de Educación Física e investigador