

ESTUDIO DE VALIDEZ DEL RADAR PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE LANZAMIENTO EN WATER-POLO

Alcaraz, P.E.¹, Vila, H.², Ferragut, C.², Abraldes, J.A.³, Argudo, F.M.⁴, Rodríguez, N.²¹ Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Alfonso X el Sabio. Madrid² Universidad Católica San Antonio-UCAM. Murcia³ Universidad de Murcia⁴ Universidad Autónoma de Madrid

e-mail: evila@pdi.ucam.edu

INTRODUCCIÓN

En water-polo, una alta velocidad de lanzamiento parece ser un factor determinante para garantizar el éxito en competición^[1,2,3]. Para su medición existen diferentes dispositivos, como la cinematografía a alta velocidad. Ésta permite obtener una alta sensibilidad, además de una alta validez y fiabilidad^[4]. Sin embargo, en la alta competición (campeonatos internacionales), un estudio fotogramétrico no es siempre posible, debido a que se deben realizar grabaciones previas dentro de la zona de juego. Un instrumento alternativo es el radar, ya que con este dispositivo se puede conocer la velocidad de lanzamiento sin tener que invadir la zona de competición. Así, el objetivo del presente trabajo es estudiar la validez de un radar frente a un análisis fotogramétrico a alta velocidad en 2D.

MÉTODO

Dos sujetos entrenados realizaron un total de 48 lanzamientos a máxima velocidad desde la posición de pena máxima y desde una posición oblicua a la portería ($\alpha \sim 20^\circ$) tanto con portero como sin portero. Para registrar la velocidad máxima se usó un radar *StalkerPro* (Plano, TX) con frecuencia de muestreo de 33,3 Hz y con una sensibilidad de 0,045 m·s⁻¹. El radar se colocó detrás de la portería a una distancia de 10 m de la misma y alineado con el punto de penalti.

Para validar el radar, en la primera repetición realizada correctamente, se realizó un estudio fotogramétrico en 2D. En el mismo se calculó la máxima velocidad de la pelota durante el lanzamiento. Para ello, se colocó una videocámara digital (Sony, HDR, HC9E, Japan) de alta velocidad que registra fotografías a una frecuencia de 100 Hz. La videocámara se colocó, para cada situación, perpendicular al plano sagital de los sujetos a ~10 m de distancia, grabando en un espacio de 10 m. Para el análisis en 2D se siguieron las recomendaciones descritas por Bartlett^[4]. Como marco de calibración se utilizó una barra vertical de 2 m de altura marcada cada 0,5 m. Se usaron dos niveles, uno para cada plano perpendicular, para asegurar la verticalidad de la misma.

Se digitalizó una repetición. El proceso de digitalización se llevó a cabo por medio del *software Kwon3D 3.1*. (Visol, Cheol-san-dong, Korea). Una vez se digitalizaron las imágenes de la cámara, se reconstruyeron las coordenadas espaciales por medio del algoritmo DLT. Se utilizó el filtro digital *Butterworth* con corte a una frecuencia de 6 Hz. Para asegurar la calidad del

registro en el proceso de digitalización, todas las digitalizaciones fueron realizadas por el mismo sujeto. Además, se estudió la fiabilidad en la digitalización intra e inter-sujeto. Ésta fue muy alta ya que se obtuvo un coeficiente de correlación intraclass (ICC) de 0,999 al digitalizar tres instantes de la misma secuencia de video cinco veces. Se obtuvo un valor ICC de 0,998 cuando dos investigadores digitalizaron la misma secuencia. Como análisis estadístico se usó el coeficiente de correlación de Pearson (*r*) para examinar la validez de la velocidad media registrada con el radar y con la fotogrametría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados relativos a la validez de ambos métodos se puede observar en la Tabla 1. La comunidad científica establece que cuando se obtiene un alto ($r > 0,80$) y estadísticamente significativo ($p \leq 0,05$) coeficiente de correlación entre los dispositivos analizados se estima que éstos son suficientemente válidos^[5]. En el presente trabajo se encontraron, para todas las situaciones estudiadas, coeficientes de correlación superiores a 0,80, siendo todas ellas estadísticamente significativas. Por lo tanto, los resultados sugieren que las mediciones con el radar son válidas, tanto para lanzamientos frontales como los oblicuos ($\alpha \sim 20^\circ$) con y sin portero.

CONCLUSIONES

El radar es un método válido para medir la velocidad de lanzamiento en partidos de water-polo, tanto en situaciones de lanzamiento frontal como para lanzamientos oblicuos ($\alpha \sim 20^\circ$) con y sin portero.

REFERENCIAS

1. Bloomfield et al. (1990). *Aust J Sci Med Sport*, 22, 63-7.
2. Smith (1998). *Sport Med*, 26, 317-34.
3. Triplett et al. (1991). *Med Sci Sports Exerc*, 23, S11.
4. Bartlett. (1997). *Introduction to Sport Biomechanics*.
5. Atkinson et al. (1998). *Sports Med*, 26, 217-238.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo quieren agradecer a la Real Federación Española de Natación las facilidades ofrecidas para la medición en los Campeonatos de Europa de 2008. Este trabajo está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de su plan estratégico de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Tabla 1. Índice de correlación de Pearson entre el radar y la fotogrametría en las distintas situaciones analizadas.

| Variable | V Radar (km·h ⁻¹) Media ± SD | V Vídeo (km·h ⁻¹) Media ± SD | C. de Pearson (<i>r</i>) | Valor <i>p</i> |
|------------------------------|--|--|----------------------------|----------------|
| Frontal sin portero (n = 12) | 51,3 ± 6,8 | 51,8 ± 6,7 | 0,958 | 0,000 |
| Frontal con portero (n = 12) | 51,3 ± 3,2 | 50,2 ± 4,2 | 0,840 | 0,001 |
| Oblicuo sin portero (n = 12) | 50,8 ± 3,7 | 49,9 ± 4,7 | 0,939 | 0,000 |
| Oblicuo con portero (n = 12) | 49,3 ± 5,6 | 49,4 ± 5,7 | 0,965 | 0,000 |
| Frontal (n = 24) | 51,3 ± 5,1 | 51,0 ± 5,5 | 0,911 | 0,000 |
| Oblicuo (n = 24) | 50,0 ± 4,7 | 49,7 ± 5,1 | 0,941 | 0,000 |