

ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL GOLPEO EN JUGADORES DE FÚTBOL SALA EN FUNCIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN, LA INTENCIÓN EN LA PRECISIÓN DEL TIRO, Y SU RELACIÓN CON OTRAS ACCIONES EXPLOSIVAS.

**Juárez Santos-García, D.
Navarro Valdivielso, F.**

Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo, Universidad de Castilla-La Mancha.

Resumen: En este estudio se compara la velocidad media del balón obtenida con dos sistemas de medición diferentes en tiros máximos sin y con intención de precisión en jugadores de fútbol sala (N=10) de División de Plata, analizándose también la relación entre los chuts de ambas condiciones. Se analizó la relación entre estos golpes y la altura de salto vertical en Squat Jump (SJ) y Contramovimiento (CMJ), y el tiempo en un sprint de 20 m, con mediciones también de los 5 y los 10 primeros metros. Se observó una alta correlación entre ambos sistemas (0.98, $p < 0.01$), siendo también elevada entre la velocidad máxima de tiro sin y con intención de precisión (0.84, $p < 0.01$). No se encontraron relaciones significativas entre la velocidad del balón en ambas condiciones y las otras acciones explosivas.

Palabras clave: fútbol sala, tiro, velocidad, precisión.

INTRODUCCIÓN

El golpeo de balón es un gesto de vital importancia tanto en el fútbol (Zabala & Lozano, 2002) como en el fútbol sala. La velocidad del balón en el golpeo en fútbol ha sido estudiada bajo aspectos tan diversos como el de los sistemas empleados para su medición, las variaciones en función de mayores exigencias de precisión, o su relación con la velocidad de carrera o la fuerza explosiva de salto.

Los sistemas de medición de la velocidad de golpeo (inicial o de salida, media o máxima) se han empleado fundamentalmente sobre jugadores de fútbol. Los más utilizados se han centrado en el empleo de células fotoeléctricas (sensor de paso) (Poulmedis et al., 1988, Kristensen et al., 2003), sensores de sonido (Mognoni et al., 1994), células fotoeléctricas y un sensor de sonido (Narici et al., 1988, Taïana et al., 1993), radar (Trolle et al., 1993, Barfield, 1995, Aagaard et al., 1996), y una o varias videocámaras (Asami, 1983, Robertson & Mosher, 1985, Rodano & Tavana, 1993).

También se ha expresado una mayor preocupación en el fútbol que en el fútbol sala sobre la incidencia de la precisión en relación con la velocidad máxima de golpeo. En un estudio realizado con 5 estudiantes universitarios expertos en fútbol se ha señalado que la condición de acertar en una zona definida llevaba a desarrollar una velocidad de movimiento más lenta (Teixeira, 1989). Adicionalmente, Bosco (1991) ha expresado que los mejores valores de precisión de lanzamiento se obtienen cuando la velocidad del balón alcanza el 80% de la velocidad máxima.

Por otro lado, estudios sobre la posible relación de la velocidad máxima de tiro con otros tests de carácter explosivo no son conocidos entre los jugadores de fútbol sala. Sin embargo, en un estudio con futbolistas, Cabri et al. (1988) mostraron que la correlación entre la distancia

alcanzada por el balón en un golpeo máximo en fútbol y la altura de salto vertical alargando la mano era significativamente elevada (0.69, $p < 0.05$).

Este estudio ha pretendido ahondar, sobre los jugadores de fútbol sala, en el conocimiento de la relación existente entre la velocidad máxima de golpeo medida con distintos sistemas, en función de una mayor o menor intención de precisión en el tiro y su nivel de relación con el salto vertical y la aceleración en carrera.

Así pues, los objetivos que se plantean para el desarrollo de este estudio son los siguientes:

1. Comprobar la relación de la velocidad máxima de tiro en jugadores de fútbol sala medida con un sistema de fotocélulas y con otro compuesto por fotocélulas y sensor de sonido.
2. Analizar las influencias y las variaciones en la velocidad máxima del golpeo de balón con y sin intención de precisión.
3. Analizar la relación existente entre la velocidad máxima de golpeo de balón con y sin intención de precisión y la altura de salto en SJ y CMJ y el tiempo empleado en recorrer 5, 10 y 20 m.

MÉTODO

Sujetos

La muestra la componen un grupo de 10 jugadores de fútbol sala de División de Plata (tabla 1), con experiencia previa en la División de Honor de cuatro de ellos.

Tabla 1. Características de la muestra utilizada en este estudio

Edad (años)	24.7 ± 3.0
Altura (m)	1.74 ± 0,6
Peso (kg)	73.6 ± 8.8
Años de práctica del fútbol sala	16.1 ± 2.4
Nº de sesiones de entrenamiento en la actualidad	4
Nº de horas de entrenamiento semanales en la actualidad	8

Procedimiento

Todas las mediciones fueron realizadas en una sola jornada. Previo a la realización de las pruebas, los participantes fueron medidos y pesados descalzos y con sólo un pantalón corto, y posteriormente, realizaron los tests, precedidos por un calentamiento específico, con el siguiente orden: Test de velocidad máxima de tiro, Test de salto vertical SJ y CMJ basándose en el protocolo de Bosco et al. (1983) y Test de sprint de 20 m propuesto por Ellis et al. (2000). La secuencia en la realización de los tests se hizo con la intención de evitar un posible efecto de fatiga que influyese en la realización del siguiente test.

Test de velocidad máxima de tiro: Se realizaron 3 intentos consecutivos desde 6 m disparando a un tablero de madera con medidas similares a las de una portería de fútbol sala, con la carrera previa que se creyera oportuna y eligiendo la pierna de golpeo y la superficie de contacto del pie que se considerara más conveniente para el objetivo propuesto. El intervalo de descanso entre un chut y otro fue simplemente lo que se tardaba en volver a situar el balón en el sitio adecuado. Al acabar, se volvieron a realizar otros 3 ensayos intentando golpear con la

máxima potencia posible con la que se pensara que se podía acertar en el cuadrante central del tablero, señalado con una "x". La presión del balón utilizado fue de 500 g/cm². La velocidad media máxima se calcula como resultado de la división del espacio recorrido por el balón (6 m) entre el tiempo medido por el sistema determinado.

Las características de los dos sistemas empleados son las siguientes:

Sistema I: Newtest: ofrece el tiempo (en milésimas de segundo) empleado por el balón desde que corta una fotocélula en el inicio hasta que corta alguna de las fotocélulas situadas junto al tablero y repartidas verticalmente en un extremo del mismo. Estas fotocélulas están cubiertas por un protector de chapa.

Sistema II: Chronomaster: ofrece el tiempo empleado por el balón (en milésimas de segundo) desde que corta alguna de las fotocélulas en el inicio hasta que el balón impacta en el tablero, siendo el sonido generado registrado por un sensor que detiene el cronómetro.

El tablero estaba dividido en 25 cuadrantes de 60 x 40 cm; de tal forma que mediante la grabación en vídeo pudiera determinarse posteriormente el cuadrante en el que el balón golpeaba, y tomar la distancia recorrida hasta el punto medio de dicho cuadrante, minimizando de esta forma el error.

Test de salto vertical:

Squat Jump (SJ): se realizaron dos ensayos consecutivos de un salto vertical propuesto por Bosco et al. (1983) partiendo de la posición de medio Squat (rodillas flexionadas a 90°) con el tronco recto y las manos en las caderas.

Countermovement Jump (CMJ): se realizaron dos ensayos consecutivos de un salto vertical propuesto por Bosco et al. (1983), con las manos en las caderas, después de un contramovimiento hacia abajo (las piernas deben llegar a doblarse 90° en la articulación de la rodilla).

Test de sprint de 20 m: Se llevaron a cabo 2 ensayos del test propuesto por Ellis et al. (2000) para deportes de equipo, colocándose 4 fotocélulas: en el inicio, a los 5 m, a los 10 m y a los 20 m.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS vs. 11.0 para Windows utilizándose la prueba T para muestras relacionadas y la prueba de correlación de Pearson para los distintos análisis estadísticos.

RESULTADOS

En el estudio sobre la relación entre la velocidad máxima de golpeo con ambos sistemas, en el caso del test de tiro sin intención de precisión se observó una correlación elevada (0.98, $p < 0.01$) y con diferencias significativas entre medias (tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre ambos sistemas de medición en el test sin intención de precisión

	N	Media	DS	Diferencia entre medias	t	gl	ρ
Velocidad (m/s) con el Sistema I	9	27.93	1.84	0.69	5.23	8	0.001
Velocidad (m/s) con el Sistema II		27.24	1.60				

En el test de tiro con intención de precisión se obtuvo la misma correlación entre ambos sistemas (0.98, $\rho < 0.01$), y las diferencias entre medias también fueron significativas (tabla 3).

Tabla 3. Comparación entre ambos sistemas de medición en el test con intención de precisión

	N	Media	DS	Diferencia entre medias	t	gl	ρ
Velocidad (m/s) con el Sistema I	9	26.52	1.37	0.74	8.35	8	0.000
Velocidad (m/s) con el Sistema II		25.78	1.42				

En el estudio sobre la velocidad máxima de tiro sin y con intención de precisión se obtuvo una correlación elevada y significativa (0.84, $\rho < 0.01$), siendo también significativa la diferencia entre medias (tabla 4).

Tabla 4. Comparación entre la velocidad máxima de tiro sin y con intención de precisión

	N	Media	DS	Diferencia entre medias	t	gl	ρ
Velocidad (m/s) sin intención de precisión	9	27.24	1.60	1.46	5.04	8	0.001
Velocidad (m/s) con intención de precisión		25.78	1.42				

Respecto a la relación entre la velocidad máxima de golpeo sin intención de precisión y la velocidad de golpeo en el ensayo de mayor precisión, se observó una correlación importante y altamente significativa (0.81, $\rho < 0.01$) (tabla 5).

Tabla 5. Comparación entre la velocidad máxima sin intención de precisión y la velocidad en el ensayo de mayor precisión cuando se busca precisión

	N	Media	DS	Diferencia entre medias	t	gl	ρ
Velocidad (m/s) sin intención de precisión	9	27.24	1.60	1.57	4.96	8	0.001
Velocidad (m/s) del ensayo de mayor precisión		25.67	1.43				

La correlación parcial entre el golpeo de mayor velocidad sin y con intención de precisión en función del nivel de precisión del disparo de mayor velocidad en el 2º caso también resulta elevada y significativa (0.82, $\rho < 0.05$), resultando baja y no significativa la correlación entre la

pérdida porcentual de velocidad máxima y la zona de precisión del tiro con mayor velocidad cuando se busca precisión (0.124, $\rho=0.751$).

En el estudio sobre la relación entre la velocidad máxima de tiro sin y con intención de precisión y la altura de salto en SJ (29.3 ± 4.7 cm) y CMJ (34.2 ± 5.5 cm) y el tiempo en 5 m (1.169 ± 0.159 s), 10 m (1.922 ± 0.182 s) y 20 m (3.273 ± 0.193 s) se obtienen coeficientes de correlación de Pearson muy bajos y no resultan significativos (tabla 6).

Tabla 6. Correlación entre las velocidades de golpeo, los saltos y la carrera

		SJ (cm)	CMJ (cm)	5 m (cm)	10 m (cm)	20 m (cm)
Velocidad (m/s) sin intención de precisión	r	0.086	-0.041	0.391	0.290	0.144
	ρ	0.826	0.917	0.299	0.448	0.712
	N	9	9	9	9	9
Velocidad (m/s) con intención de precisión	r	-0.017	-0.092	0.558	0.409	0.214
	ρ	0.966	0.814	0.118	0.275	0.580
	N	9	9	9	9	9

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existe una gran relación entre ambos sistemas de medición I y II, y probablemente las diferencias entre medias (0.69 y 0.74 m/s sin y con intención de precisión, respectivamente) sean debidas a que la distancia que registra cada uno en el test planteado no son idénticas, por lo que es necesario ser cautos en la interpretación de los valores de velocidad máxima obtenidos indistintamente por cualquiera de estos dos sistemas.

La alta correlación (0.84, $\rho<0.01$) hallada entre la velocidad máxima de golpeo que imprime un jugador al balón en el tiro sin intención de precisión y en el tiro con intención de precisión, así como la obtenida con la velocidad máxima de golpeo conseguida con el ensayo de mayor precisión (0.81, $\rho<0.01$), sugieren que los jugadores más potentes en el tiro sin intención de precisión lo son también con intención de precisión, y mantienen la misma relación aun considerando el nivel de precisión. Sin embargo, no se encontraron relaciones significativas entre la pérdida porcentual de velocidad máxima de golpeo y el nivel de precisión logrado en los jugadores de fútbol sala en los tiros con intento de precisión.

No se han establecido relaciones significativas entre la velocidad del balón en ambas condiciones y la altura de salto en SJ y CMJ y el tiempo en 5, 10 y 20 m, lo que indica una cierta independencia de la velocidad máxima de tiro con otras acciones explosivas, si bien se recomienda la realización de investigaciones posteriores con muestras superiores con el fin de observar si estas relaciones se confirman como significativas.

En cualquier caso, hay que considerar que en los golpes existe una gran dependencia de la técnica, más aún cuando no se determinó la carrera previa ni la superficie de golpeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. (1996). Specificity of training velocity and training loads on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiologica Scandinavica*, 156, 123-129.
- Asami, T. (1983). Analysis of powerful ball kicking. En H. Matsui, K. Kobayashi (Eds), *Biomechanics XIII-B*, pp. 695-700. Champaign: Human Kinetics.
- Barfield, W. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and non-dominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 29(6), 251-272.
- Bosco, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C., Mogroni, P., Luhtanen, P. (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 357-364.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W., Clarys, J. P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J. Murphy (Eds), *Science and Football*, vol. I, pp. 186-193. New York: E. & F. N., Spon.
- Ellis, L., Gastin, P., Lawrence, S., Savage, B., Buckeridge, A., Stapff, A., Tumilty, D., Quinn, A., Woolford, S., Young, W. (2000). Protocols for the physiological assessment of team sport players. En C. J. Gore, Australian Institute of Sports (Eds), *Physiological tests for Elite Athletes*, pp. 128-144. Champaign: Human Kinetics.
- Kristensen, L. B., Sorensen, H., Bull Andersen, T. (2003). Comparison of precision in the toe and instep kick in soccer at high kicking velocities. En *Book of abstracts World Congress on Science and Football – 5*, pp. 260-261. Madrid: Gymnos.
- Mogroni, P., Narici, M. V., Sirtori, M. D., Lorenzelli, F. (1994). Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 357-361.
- Narici, M. V., Sirtori, M. D., Mogroni, P. (1988). Maximal ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J. Murphy (Eds), *Science and Football*, vol. I, pp. 429-433. New York: E. & F. N., Spon.
- Poulmedis, P., Rondoyannis, G., Mitsou, A., Tsarouchas, E. (1988). The influence of isokinetic muscle torque exerted in various speeds on soccer ball velocity. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 10(3), 93-96.
- Rodano, R., Tavana, R. (1993). Three-dimensional analysis of instep kick in professional soccer players. En T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe (Eds), *Science and Football*, vol. II, pp. 357-361. London: E & F. N., Spon.
- Robertson, D. G. E., Mosher, R. E. (1985). Work and power of the leg muscles in soccer kicking. En D. A. Winter, R. W. Norman, R. P. Wells, K. C. Hayes, A. E. Patla (Eds), *Biomechanics IX-B*, pp. 533-538. Champaign: Human Kinetics.
- Tañana, F., Gréhaigne, J. F., Cometti, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. En T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe (Eds) *Science and Football*, vol. II, pp. 94-97. London: E & F. N., Spon.
- Teixeira, L. A. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88(3 Part 1), 785-789.
- Trolle, M., Aagaard, P., Simonsen, E. B., Bangsbo, J., Klausen, K. (1993). Effects of strength training on kicking performance in soccer. En T. Reilly, J. Clarys, A. Stibbe (Eds.), *Science and Football*, vol. II, pp. 95-97. London: E & F. N., Spon.
- Zabala, M., Lozano, L. (2002). Perspectiva biomecánica del golpeo en fútbol: una revisión a modo de recorrido histórico. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 8(45). febrero, 2002. <http://www.efdeportes.com/efd45/golpeo1.htm>

Reconocimiento: Este estudio se ha llevado a cabo como parte de un proyecto financiado por la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y el Fondo Social Europeo.