

Factores de variabilidad del lanzamiento en salto en balonmano por efecto de la oposición

P. LÓPEZ GARCÍA¹, M. GUTIÉRREZ-DÁVILA², J.A. PÁRRAGA MONTILLA¹

¹Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Jaén, España.

²Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada, España.

Resumen

Se han analizado las variables biomecánicas que determinan la eficacia de un gesto técnico como es el lanzamiento en salto a distancia en balonmano realizado sin y con oposición defensiva. El propósito del trabajo es estudiar los factores de variabilidad por efecto de la oposición. Para el desarrollo de este trabajo se han utilizado las técnicas fotogramétricas tridimensionales (3D). El aspecto más relevante que se desprende de los resultados expuestos es la falta de significación estadística entre todos los factores causales cuando se comparan las dos situaciones experimentales propuestas (sin y con oposición).

Palabras clave: Lanzamiento en salto, balonmano, variabilidad, oposición defensiva.

Introducción

El origen del estudio surge principalmente de una de las conclusiones expuestas en los trabajos desarrollados por Párraga (1999) y Párraga, Sánchez, y Oña (2001), donde se apunta la necesidad de incluir, en futuros trabajos, el factor oposición en el análisis del gesto del lanzamiento en balonmano, considerando que el valor práctico del análisis biomecánico en las tareas abiertas queda restringido cuando no se tienen en cuenta las referencias externas que condicionan al gesto en la dinámica real del juego, limitándose sólo al análisis del patrón de lanzamiento.

Basándonos en el programa motor generalizado o esquema motor (Schmidt, 1988) y el control multiniveles (Greene, 1972), el gesto deportivo debe definirse según las condiciones ambientales. Así, los niveles más altos de procesamiento representan aspectos globales o invariantes del programa motor y ciertos patrones neuromusculares derivados, representarán los casos concretados en niveles inferiores. La forma en que se almacena un esquema será más o menos abierta en función de la variabilidad de la práctica durante su aprendizaje

(Shea y Morgan, 1979), una práctica variada formará esquemas más abiertos, necesarios, por ejemplo, para las tareas abiertas de deportes de balón, como es el caso del balonmano. Concretamente, el lanzamiento a portería en salto, en la dinámica real de juego, se encontraría como un elemento global y organizado en el nivel superior del control multiniveles desde donde pasan progresivamente a niveles inferiores, controlados por factores periféricos, denominados «*efecto contexto*» (Shea y Morgan, 1979), para concretarse en las ordenes dadas a unidades musculares, por ejemplo las modificaciones provocadas en la respuesta motora como consecuencia de las acciones del oponente u oponentes.

En este sentido, Keler y Tishler (1984) afirman que la actividad del jugador en la competición se desarrolla en un ambiente de contacto y permanente conflicto con el adversario, además de alguna dependencia con relación a las acciones del mismo. Ello obliga a la respuesta motora a encontrarse en un proceso de ajuste continuo, condicionándose las acciones técnicas (biomecánicas) y dotándose de un alto componente táctico (control motor), siendo estos dos conceptos indisolubles en su aplicación real al juego y manifestándose así en todas las acciones.

Gutiérrez, Soto y Santos (1992) proponen la existencia de una técnica básica identificada con

Correspondencia:

P. López García: pablolopez7@hotmail.com

M. Gutiérrez-Dávila: marcosgd@ugr.es

J. A. Párraga Montilla: jparraga@ujaen.es

los aspectos globales o invariantes del programa motor que debería estar suficientemente automatizada y unos *recursos de la técnica básica* que representarían los parámetros del programa motor, los cuales estarían relacionados con las modificaciones que se producen en la técnica básica del movimiento como consecuencia de las reafirmaciones externas o la influencia de parámetros tácticos. En este análisis sobre las modificaciones de la técnica básica del lanzamiento en salto en balonmano es donde ha contextualizado este trabajo, del cual se deriva una hipótesis que nos conduce a pensar que la oposición de jugadores de campo implica una modificación del modelo individual de lanzamiento, así como una variabilidad del gesto entre los sujetos.

Desde la perspectiva de la biomecánica, el lanzamiento en salto a distancia en balonmano se incluye dentro del patrón general de lanzamientos de mano alta (Kreighbaum y Barthels, 1981). Atwater (1979) afirma que el patrón general de lanzamientos y golpes es, posiblemente, el segundo más utilizado en las destrezas motoras después de la carrera. Existe una amplia bibliografía sobre el lanzamiento en salto en balonmano, la cual trata de definir, generalmente, un patrón o modelo general de ejecución técnica del lanzamiento, aunque no se han considerado los cambios que se producen por efecto de los oponentes. Esta cuestión solo ha sido referida en ciertas referencias divulgativas. (Cercel,

1980; Bárcenas, 1981; Falkowski y Enríquez, 1982; Bayer, 1987; Rivière, 1989; Bárcenas y Román, 1991; Latiskevits, 1991; Sánchez, 1991; Czerwinski, 1993).

Métodos

Se han analizado 11 jugadores de balonmano especialistas en lanzamientos a distancia, con una edad media de 23,82 años ($\pm 3,06$), talla media de 1.86 m ($\pm 0,069$) y una masa media de 84.36 kg ($\pm 10,93$). Todos ellos pertenecían al equipo de balonmano de la Universidad de Granada integrado en la División de Honor «B» Masculina (Temporada 2003-2004).

Se ha utilizado un diseño experimental intragrupo, donde la variable independiente ha sido la oposición de jugadores de campo con dos niveles: a) *sin oposición* y b) *con oposición* (considerar que, en las dos condiciones, se mantuvo el portero como oponente directo al jugador). Como variables dependientes se han tenido en cuenta ciertos registros que hemos considerado relevantes para la eficacia del gesto. Según este diseño, cada jugador tendría que realizar cinco lanzamientos sin oposición y otros cinco con una oposición determinada y definida mediante un protocolo establecido. Entre ellos se seleccionó el lanzamiento mediano, para cada situación, atendiendo al registro de la velocidad de salida del balón.

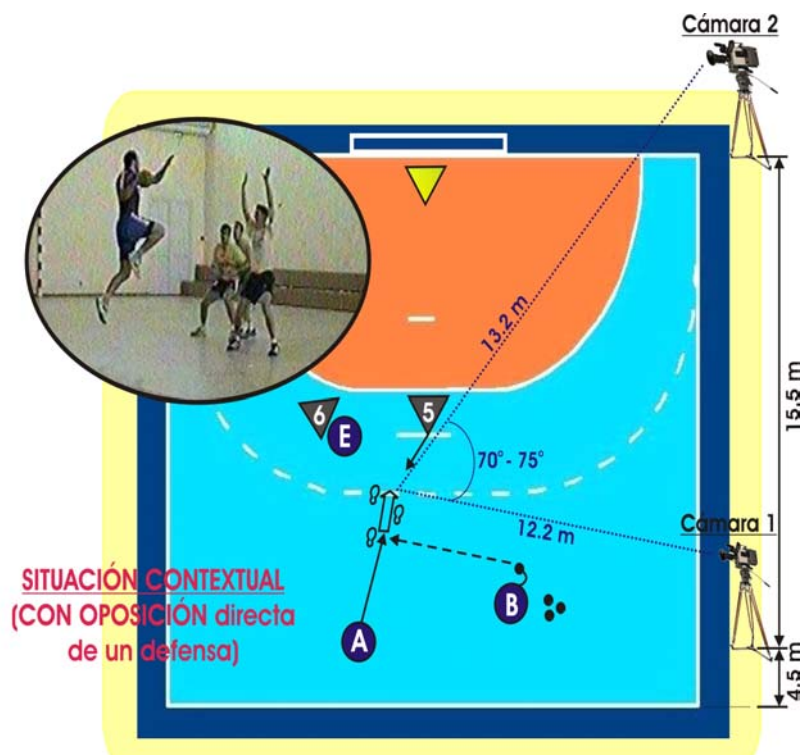


Figura 1. Representación del protocolo de ejecución desarrollado

El protocolo de ejecución del lanzamiento se ha basado en los trabajos de López, Párraga y Gutiérrez (2003), el cual, manteniendo siempre un portero, se caracteriza en que la posición de partida (figura 1) comienza en la zona central del campo (jugador A de la figura 1.), permitiendo un cierto grado de libertad en cuanto a la postura adoptada por cada jugador, desde esa posición estática se desplaza corriendo con una trayectoria leve diagonal. Durante su desplazamiento el jugador recibe un balón a 3.5 m del punto de partida, enviado por un jugador (jugador B de la figura 1), situado a 4 m del lugar de lanzamiento mediante un pase clásico frontal, 2 metros antes de llegar al lugar de lanzamiento. Tras recibir el balón el jugador iniciaba el ciclo de pasos, generalmente dos o tres pasos, y lanzaba aproximadamente a unos 10-11 m de la portería, la defensa ejercía una oposición habitual en competición.

Para el análisis y registro de los factores causales se han utilizado las técnicas fotogramétricas tridimensionales (3D), las cuales nos han permitido cuantificar los factores de eficacia en la ejecución del salto y el lanzamiento. Para la filmación se utilizaron dos cámaras de vídeo Panasonic S-VHS NV-MS4, ambas con una frecuencia de muestreo de 50 Hz, y un sistema de referencia compuesto por tres cubos enlazados con unas dimensiones de 1.50 m de profundidad, 4.5 m de largo y 1.5 m de altura que definía 16 puntos de referencia para la posterior conversión de las coordenadas planas en espaciales.

El proceso informático se ha basado en una estructura alámbrica del sistema jugador más balón de 23 puntos y utilizando los parámetros inerciales

propuestos por Zarsiorski y Seluyanov (1983) y adaptados por de Leva (1996). Para el proceso de digitalización, tratamiento de las coordenadas planas y sus conversión en coordenadas espaciales se ha utilizado el programa informático CIBORG v.3.0, desarrollado en el Departamento de Educación Física de la Universidad de Granada (Gutiérrez et al., 1990; Soto, 1995), así como un soporte lógico desarrollado expresamente para este estudio que permitía obtener los factores de eficacia más relevantes para este estudio. Finalmente, para determinar las diferencias y variabilidad del gesto cuando existe oponente, se ha aplicado la estadística descriptiva e inferencial (ANOVA), mediante el programa SPSS 12.0.

Resultados

En la tabla 1, se exponen los resultados estadísticos de las variables relativas al análisis temporal: tiempo de impulso de frenado que es el tiempo desde que el talón del pie de batida toma contacto con el suelo, hasta que la rodilla de la misma pierna alcanza el menor ángulo de la fase de batida; tiempo de impulso de aceleración, comprendido desde la máxima flexión de la rodilla de la pierna de batida hasta que la punta del pie pierde contacto con el suelo (despega del suelo); tiempo de fase preparatoria, que comprende el periodo de tiempo desde que comienza la torsión del tronco, hasta que se aprecia el comienzo de la distorsión del tronco en la realización final del lanzamiento; tiempo de fase de lanzamiento, comprendido desde que se aprecia el comienzo de la distorsión del tronco, hasta el momento de pérdida

	Sin oposición	Con oposición	$p(O)$	$p(S)$
T. Imp. Frenado (s)	0.121 ± 0.022	0.134 ± 0.035		
T. Imp. Aceleración (s)	0.136 ± 0.023	0.129 ± 0.027		
T. Fase Preparatoria (s)	0.315 ± 0.105	0.314 ± 0.125		**
T. Fase Lanzamiento (s)	0.203 ± 0.023	0.211 ± 0.033		
T- MáxHCG suelta (s)	-0.082 ± 0.071	-0.080 ± 0.017		**
(Results are mean ± SD of twenty-three trials)		*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$		

Tabla 1. Estadística descriptiva e inferencial para el análisis temporal, donde $p(O)$ es el nivel de significación para el factor oposición y $p(S)$ es el nivel de significación para el factor sujetos

de contacto de la mano ejecutora con el balón; y el tiempo entre la máxima altura del CG y la suelta ($TMáxHCG$ suelta), donde un valor negativo corresponde a que la suelta del balón se ha realizado después de que el CG haya alcanzado su máxima altura.

Con respecto a factor oposición, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los valores temporales que definen la batida, aunque se observa la existencia de claras diferencias significativas para la fase preparatoria ($p > 0.01$) con respecto al factor sujetos, lo que nos permite afirmar que entre los sujetos analizados existen bastantes diferencias. También encontramos claras diferencias significativas ($p > 0.01$) con respecto al factor sujetos en la variable tiempo entre la máxima altura del CG y la suelta ($TMáxHCG$ suelta).

En la tabla 2 se presentan los resultados de la estadística descriptiva e inferencial referente a las variables de producto relacionadas con la velocidad tangencial de salida del balón (Vs salida balón), la altura de salida del balón (Hs salida balón), la altura del CG del sistema jugador más balón en el instante de la suelta del balón (HCG salida balón) y la máxima altura alcanzada por el CG ($MáxH$ CG). En ella no se aprecian diferencias estadísticamente significativas para el factor oposición. Se han encontrado ciertas diferencias significativas ($p < 0.05$) para la velocidad de salida del balón (Vs salida balón) y la máxima altura del CG del sistema jugador más balón ($MáxH$ CG). Esto nos permite afirmar que existen diferencias en cuanto a la velocidad de salida del balón entre los sujetos analizados, cada uno lanza a una velocidad diferente. La variable máxima altura del

CG del sistema jugador más balón ($MáxH$ CG) está muy relacionada con el tiempo entre la máxima altura del CG y la suelta ($TMáxHCG$ suelta). Ambas variables muestran valores significativamente diferentes en cada jugador.

En la tabla 3 se exponen los resultados estadísticos de las variables relativas a las posiciones espaciales adoptadas en el momento de la suelta del balón: ángulo tronco-vertical en los tres planos ($\dot{\epsilon}$ tronco-vertical_{sagital}, $\dot{\epsilon}$ tronco-vertical_{frontal} y $\dot{\epsilon}$ tronco-vertical_{transversal}) y el ángulo de torsión del tronco ($\dot{\epsilon}$ torsión tronco). Tampoco se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los ángulos analizados con respecto al factor oposición, encontramos una cierta significación ($p > 0.05$) en la variable ángulo tronco-vertical en el plano frontal ($\dot{\epsilon}$ tronco-vertical_{frontal}), en cuanto al factor sujetos. Esto significa que cada sujeto realiza el rectificado de un modo diferente, lo que confirma que existe un cierto patrón general de lanzamiento, aunque la ejecución técnica tiene un componente individual.

Discusión

El aspecto más relevante que se desprende de los resultados expuestos es la falta de significación estadística entre todos los factores causales cuando se comparan las dos situaciones experimentales propuestas: a) lanzamiento sin oposición y b) lanzamientos con oposición. Este hecho pone de manifiesto que la oposición de campo no influye en la técnica de ejecución del lanzamiento en salto, al menos sobre la fase de batida y lanzamiento, ya que los movimientos previos no han sido analizados en este estudio y, probablemente la oposición juegue

	Sin oposición	Con oposición	$p(O)$	$p(S)$
Vs salida balón (ms^{-1})	25.03 ± 1.50	24.36 ± 1.48		*
Hs salida balón (m)	2.68 ± 0.12	2.69 ± 0.08		
HCG salida balón (m)	1.64 ± 0.07	1.58 ± 0.08		
$MáxH$ CG (m)	1.70 ± 0.10	1.66 ± 0.09		*
(Results are mean ± SD of twenty-three trials) *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$				

Tabla 2. Estadística descriptiva e inferencial para el análisis temporal, donde $p(O)$ es el nivel de significación para el factor oposición y $p(S)$ es el nivel de significación para el factor sujetos

un papel muy importante. El hecho de que no existan diferencias en la ejecución técnica del lanzamiento en salto nos hace pensar que el jugador atacante, una vez ha sobrepasado al jugador de campo, lo que suele ocurrir al iniciar la batida, su único oponente es un portero, el cual está presente en las dos situaciones experimentales.

Posiblemente considerando al portero como otra variable más, con dos niveles: a) con portero y b) sin portero, los resultados serían diferentes, aunque no se ha considerado esta posibilidad al no producirse realmente una situación de lanzamiento en salto sin portero, por lo tanto, ante situaciones reales (con portero) la ejecución técnica del lanzamiento a portería en salto es similar en las dos condiciones experimentales propuestas. Otra cuestión sería considerar la posibilidad de realizar el lanzamiento sin haber sobrepasado a los jugadores de campo, donde posiblemente, jugadores muy experimentados, podrían realizar ajustes a la técnica que conduciría a la realización de unos recursos de la técnica básica, como describen Gutiérrez, Soto y Santos (1992), como son lanzamientos por debajo de la cadera o en rectificado. Esta posibilidad no se ha podido dar con el protocolo utilizado, aunque sería aconsejable realizar en futuras investigaciones.

Con respecto a la estadística inferencial referida al factor sujetos, el hecho de que existan claras diferencias estadísticas en el tiempo de la fase preparatoria, se correspondería a los ajustes que los jugadores realizan en función de los movimientos que realiza el portero. Así, la consistencia temporal del patrón de lanzamiento se mantiene en la fase de batida (impulso de frenado y de aceleración), lo que correspondería con los invariantes del programa

motor (Schmidt, 1988) o parte del movimiento que se mantiene automatizada, mientras que la fase preparatoria constituiría un periodo de tiempo donde aparecerían los patrones derivados, condicionados por las reafereencias externas que ofrece el portero. El tiempo que dura esta fase estaría condicionada por estas reafereencias externas, lo que se confirma al observar que existen también claras diferencias entre los sujetos en el tiempo que se realiza el lanzamiento con respecto a la máxima altura del CG. Aunque todos realizan el lanzamiento en trayectoria descendente (valores negativos del registro), cada sujeto retrasa más o menos el lanzamiento en función de las decisiones tomadas con respecto a las reafereencias suministradas por el portero.

El jugador lanza en rectificado en las dos situaciones experimentales, como se observa en la Tabla 3, donde los valores del ángulo tronco vertical en el plano frontal para las dos situaciones experimentales son negativos ($\theta_{\text{tronco-vertical}_{\text{Frontal}}}$). Este hecho nos confirma que, en las dos situaciones experimentales existe un único oponente: el portero, prescindiendo de las acciones que podrían tomar los jugadores de campo contra su gesto técnico de lanzar a portería y los movimientos que realiza el jugador se orientan a superar al portero. La cierta significación encontrada en el factor sujetos para esta variable ($p < 0.05$), nos permite pensar que, aunque en las dos situaciones el lanzamiento se realiza en rectificado, cada sujeto lo realiza en función de las reafereencias que le otorga el portero con sus movimientos, lo que también podríamos considerar como patrones derivados del esquema motor.

	Sin oposición	Con oposición	$p(O)$	$p(S)$
$\theta_{\text{tronco-vertical}_{\text{sagital}}} (^{\circ})$	17 ± 6	14 ± 12		
$\theta_{\text{tronco-vertical}_{\text{Frontal}}} (^{\circ})$	-35 ± 8	-35 ± 9		*
$\theta_{\text{tronco-vertical}_{\text{transversal}}} (^{\circ})$	-65 ± 23	-67 ± 18		
$\theta_{\text{torsión tronco}} (^{\circ})$	-21 ± 13	-18 ± 47		
(Results are mean ± SD of twenty-three trials) *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$				

Tabla 3. Estadística descriptiva e inferencial para el análisis temporal, donde $p(O)$ es el nivel de significación para el factor oposición y $p(S)$ es el nivel de significación para el factor sujetos

Bibliografía

1. **Atwater, A.** (1979). Biomechanics of the overarm throwing movements and of throwings injuries. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, 7, 43-85.
2. **Bárcenas, D.** (1981). *Táctica colectiva ofensiva*. Madrid: Federación Española de Balonmano.
3. **Bárcenas, D. y Román, J.** (1991). *Balonmano. Técnica y Metodología*. Madrid: Gymnos.
4. **Bayer, C.** (1987). *Técnica del balonmano, la formación del jugador*. Barcelona: Hispano Europea.
5. **Cercel, P.** (1980). *Balonmano. Ejercicios para las fases de juego*. Bucarest: Sport Turism.
6. **Czerwisni, J.** (1993). *El Balonmano: técnica, táctica y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
7. **Falkowski, M. y Enríquez, E.** (1982). *Estudio monográfico de los jugadores de campo*. Madrid: Esteban Sanz.
8. **Greene, P.H.** (1972). *Problems of organization of motor systems*. (Rosen, R. Y Snell, F.M. Eds), Progress in theoretical biology. New York: Academic Press.
9. **Gutiérrez, M.; Soto, V.M. y Martínez, M.** (1990). *Sistema de análisis computerizado para el movimiento humano*. Málaga: UNISPORT.
10. **Gutiérrez, M.; Soto, V.M. y Santos, J.A.** (1992). *Análisis Biomecánico del Remate de Voleibol*. Granada: Departamento de Educación Física y Deportiva.
11. **Keler, V. y Tishler, D.** (1984). *El entrenamiento de los esgrimistas*. Ciudad de la Habana: Científico-técnica.
12. **Kreighbaum, E. y Barthels, K.M.** (1981). *Biomechanics a Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Burgess Publishing Company: Minneapolis. Minnesota, 377-411.
13. **Latiskevits, L.A.** (1991). *Balonmano*. Barcelona: Paidotribo.
14. **Leva, P. de** (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *Journal of Biomechanics*, 29 (9), 1223-1230.
15. **López, P.; Párraga, J. y Gutiérrez, M.** (2003). Estudio de las zonas de lanzamiento en el XVIII Campeonato del Mundo de Balonmano de Portugal 2003: especial incidencia en los lanzamientos en salto con y sin oposición desde la primera línea atacante. *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* (116-121). Granada: Universidad de Granada.
16. **Párraga, J.A.** (1999). *Efectos de la variación del tiempo de aparición de estímulos visuales sobre la precisión y los parámetros biomecánicos en el lanzamiento en balonmano*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
17. **Párraga, J.A.; Sánchez, A; Oña, A.** (2001). Importancia de la velocidad de salida del balón y de la precisión como parámetros de eficacia en el lanzamiento en salto a distancia en balonmano. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 66, 44-51.
18. **Rivière, D.** (1989). *Hand-ball: les conseils d'un entraineur à ses joueurs*. París: Vigot.
19. **Sánchez Sánchez, F.** (1991). *Análisis del Contenido del Juego*. En J. García, (Coord.), C. Salinas, M^a C. Ibero, L.C. Torrecusa, J. Álvaro, J.A. Gutiérrez y J.J. Muñoz (Eds.), *Balonmano* (30-63). Madrid: Comité Olímpico Español.
20. **Schmidt, R.** (1988). *Motor Control and Learning*. Illinois (USA): Human Kinetics Publishers, Inc.
21. **Shea, J. y Morgan, R.** (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology/Human Learning and Memory*, 5(2), 179-187.
22. **Soto, V.M.** (1995). *Desarrollo de un sistema para el análisis biomecánico tridimensional del deporte y la representación gráfica realista del cuerpo humano*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada.
23. **Zatsiorsky, V. y Seluyanov, V.N.** (1983). The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. En *Biomechanics VIII-B*, (Editado por Matsui, H. y Kobayashi, K.), Human Kinetics Publisher, Champaign, 233-239.