

Mon, D.; Zakyntinaki, M.S.; Cordente, C.A.; Barriopedro, M.I. y Sampedro, J. (2016). Prevalidación de un test de equilibrio en tiro olímpico sin armas / Prevalidation of Body Sway Shooting Test Without the Use of Weapons. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (64) pp. 775-787. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista64/artvalidacion763.htm>
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.64.010>

ORIGINAL

PREVALIDACIÓN DE UN TEST DE EQUILIBRIO EN TIRO OLÍMPICO SIN ARMAS

PREVALIDATION OF BODY SWAY SHOOTING TEST WITHOUT THE USE OF WEAPONS

Mon, D.¹; Zakyntinaki, M.S.²; Cordente, C.A.³; Barriopedro, M.I.⁴ y Sampedro, J.⁵

1. Preparador físico de la selección española de tiro olímpico. RFEDETO. España. Email: danielmonl@gmail.com.
2. Profesor. Universidad politécnica de Creta. Grecia. Email: marzak@science.tuc.gr
3. Profesor. INEF. Universidad politécnica Madrid. España. Mail: carlos.cordente@upm.es.
4. Profesor. INEF. Universidad politécnica Madrid. España. Email: misabel.barriopedro@upm.es.
5. Profesor. INEF. Universidad politécnica Madrid. España. Email: javier.sampedro@upm.es.

AGRADECIMIENTOS: Consejo Superior de Deportes (Spain), Real Federación Española de Tiro Olímpico (Spain), Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF (Spain).

Código UNESCO / UNESCO code: 2411.01 Fisiología del equilibrio/ Balance Physiology

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification: 17 Otras: (rendimiento deportivo)/ Others: sports performance

Recibido 10 de febrero de 2014 **Received** February 10, 2014

Aceptado 16 de septiembre de 2015 **Accepted** September 16, 2015

RESUMEN

El principal objetivo de este estudio es realizar un estudio previo a la validación de un test de medición del equilibrio en tiro olímpico sin el uso de la pistola. Para ello, se han comparado los resultados del análisis del movimiento del centro de presiones (CP) de dos pruebas de equilibrio estático: en la primera prueba se usó una mancuerna para simular la acción de disparo, mientras que en la segunda se usó la pistola. Se encontró una fuerte correlación entre los dos test en todas las variables del CP y una correlación lineal inversa entre el peso corporal y

los movimientos del CP. No se encontró relación alguna entre los movimientos del CP y el rendimiento deportivo. El estudio concluye que el test con mancuerna puede ser válido para la medición del equilibrio específico en tiro olímpico y se recomienda profundizar en el estudio con una muestra de mayor tamaño.

PALABRAS CLAVE: Tiro olímpico, pistola, equilibrio, centro de presiones, mancuerna.

ABSTRACT

The main objective of the present work is the pre-validation of a test able to provide reliable body sway measurements in Olympic shooting, without the use of a pistol. For this reason the results of the analysis of the body sway data of two static bipodal balance tests have been compared: during the first a dumbbell was used to simulate shooting, while for the second test a pistol was used. A strong correlation between the two tests regarding all variables was found. A statistically significant inverse linear correlation was also found between body weight and the movements of the COP (centre of pressure). No statistically significant relations were found between the movements of the COP and performance. The study concludes that dumbbell tests could be perfectly reliable for measuring specific body sway on Olympic shooting. Future studies on the validation of the same test with larger sample size are recommended.

KEY WORDS: Olympic shooting, pistol, body sway, centre of pressure, dumbbell.

1. INTRODUCCIÓN

El tiro olímpico es uno de los deportes considerados dentro del grupo de precisión, debido a las escasas dimensiones del blanco, situado a una distancia de disparo de 10 metros para la modalidad de pistola de aire comprimido, en el que la zona de máxima puntuación (10 puntos) mide 11,5mm±0,1mm, y al alto nivel de exigencia de este deporte cuyo record del mundo es de 594 puntos sobre un máximo de 600, lo que equivale a una puntuación media por disparo de 9.9 o a un coeficiente de acierto del 99% (RFEDETO, 2012b). Esto implica que el más mínimo movimiento incontrolado puede conllevar el fracaso deportivo. Por ello, son muchos los factores que pueden determinar el rendimiento en el tiro olímpico, tales como: la condición física general (Krasilshchikov, Zuraidee, & Singh, 2007), la capacidad muscular para resistir la fatiga (Niinimaa & McAvoy, 1983), la coordinación entre el momento del disparo y la presión del gatillo (Viitasalo et al., 1999; Zatsiorsky & Aktov, 1990) o la experiencia y el entrenamiento (Goonetilleke, Hoffmann, & Lau, 2009).

Aunque no parece haber una morfología específica en los deportistas de tiro olímpico, los tiradores tienden a ser más bajos y pesados que en otros deportes como así sugiere el estudio de (Belinchon, 2010). Así, el peso del cuerpo parece afectar a la estabilidad de los tiradores, sin embargo, según (Hue et al., 2007), son los sujetos más pesados aquellos que tienen un menor equilibrio. En la misma línea Ku, Abu Osman, Yusof, and Wan Abas (2012) encontraron una relación inversa entre el IMC (índice de masa corporal) y el equilibrio en adultos jóvenes. Sin embargo otros estudios realizados con adolescentes no encontraron correlaciones entre el movimiento del CP (centro de presiones) y el peso (King, Challis, Bartok, Costigan, & Newell, 2011), por lo que no hay un claro consenso al respecto en la literatura especializada.

En lo que sí parece haber consenso es en que la estabilización del arma es fundamental en la consecución del éxito deportivo en tiro olímpico (Mononen, Konttinen, Viitasalo, & Era, 2007; Pellegrini & Schena, 2005; Reinkemeier, Bühlmann, & Konietzny, 2006). Dicha estabilización está íntimamente relacionada con el movimiento del cuerpo como así confirman los estudios de (Pellegrini & Schena, 2005) donde el movimiento del cuerpo en el eje X (antero-posterior) está asociado al movimiento lateral del arma (plano transversal) y los movimientos verticales del arma (plano frontal) se encuentran asociados a los movimientos del brazo provocados por variaciones en la posición del hombro. En la misma línea, (Tang, Zhang, Huang, Young, & Hwang, 2008) observaron que la estabilización del complejo arma-brazo está íntimamente relacionado con el rendimiento deportivo, evidenciando los sujetos de mayor nivel deportivo una mayor capacidad para estabilizar el arma.

Es por tanto un objetivo fundamental para los tiradores tratar de estabilizar el arma dentro de la zona de éxito, siendo la variable “permanencia dentro de la zona de puntuación de 9 o superior” una de las de mayor relevancia para el rendimiento (Hawkins, 2011). No obstante la estabilización total en contra de la gravedad es compleja al estar supeditada a multitud de factores que parecen influir en el grado de temblor muscular y por tanto en el rendimiento deportivo, estos son: la temperatura muscular, la ingesta de cafeína, el nivel de adrenalina en sangre, los ritmos respiratorios y cardíacos o la edad (Lakie, 2010).

También parece haber consenso en que el movimiento del centro de presiones influye en cierta medida en la estabilización del arma y por tanto en el rendimiento deportivo de los tiradores (Ball, Best, & Wrigley, 2003; Mason, Cowan, & Gonczol, 1990; Viitasalo, Era, Mononen, Norvapalo, & Rintakoski, 1998) tanto entre tiradores experimentados como en noveles (Era, Konttinen, Mehto, Saarela, & Lyytinen, 1996; Mononen et al., 2007), sin embargo no hay coincidencia en el grado de influencia de dicha variable.

Todos los estudios consultados se han llevado a cabo mediante la medición del movimiento del CP con armas, sin embargo, con el fin de poder realizar una

labor de detección temprana de talentos en tiro olímpico en cualquier lugar, resultaría interesante elaborar y validar una prueba específica, exenta del uso del arma, que fuera fiable para valorar la estabilidad del sujeto y el movimiento del CP. Por tanto, el objetivo de este estudio es realizar un estudio que nos permita conocer la posibilidad de validar una prueba de medición del CP para el tiro olímpico sin la utilización del arma y comprobar la relación existente entre el movimiento del CP, el rendimiento deportivo y la morfología del tirador.

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. PARTICIPANTES

11 tiradores (8 varones y 3 mujeres) del grupo de detección de talentos de la selección nacional española participaron en este estudio.

Si bien una muestra tan pequeña impide la realización de un estudio de validación debido a la escasa potencia estadística que de ella se deriva, consideramos interesante no aumentar el tamaño de la muestra debido a su naturaleza y a la de parte de la toma de datos que, como detallaremos más adelante, se realizó en situación de competición con deportistas de alto rendimiento deportivo, un hecho excepcional que a nuestro juicio otorga un valor añadido a la credibilidad del estudio.

2.2. MATERIALES

Para el registro de los movimientos del CP tanto en el eje X (anterior-posterior) como en el eje Y (medio-lateral) se utilizó una plataforma de fuerza (Kistler 9286AA) programada a una frecuencia de 100Hz.

El rendimiento deportivo fue medido usando blancos oficiales y de acuerdo con el reglamento oficial de la International Shooting Sport Federation (ISSF) (RFEDETO, 2012b).

2.3. MÉTODO

El protocolo experimental consistió en dos test de equilibrio estático:

Para el primer test se usó una mancuerna de 1,5kg simulando la acción y posición de disparo. El peso de la mancuerna corresponde con el peso máximo oficial de la pistola establecido por el reglamento (RFEDETO, 2012b). La selección de esta primera prueba se hizo siguiendo los criterios del estudio de (Gulbinskienė & Skarbalius, 2009), que recomienda la mayor especificidad y similitud con el gesto técnico deportivo.

Con el fin de respetar las características y necesidades individuales de cada tirador, la posición de los pies para el disparo fue libre al igual que los es en situación de competición. Para completar la simulación de disparo se usaron blancos de competición.

La duración de cada repetición de esta prueba fue 30 segundos. Se inició la toma de datos en el momento en que el tirador se encontraba en la posición de disparo. Se proporcionó un tiempo de descanso máximo entre repeticiones de 1'45" para varones y 1'52"seg para mujeres con el fin de respetar los ritmos reales de competición marcados por el reglamento (RFEDETO, 2009), no obstante con el fin de respetar las características y necesidades de cada tirador se permitió la ejecución del test con una menor recuperación si así lo exigía el tirador.

El segundo test se realizó disparando a un blanco con la pistola propia de cada deportista. Las características de las pistolas empleadas cumplieron en todos los casos las especificaciones del artículo 8.16.0 del reglamento específico de pistola (RFEDETO, 2012a).

Para determinar el rendimiento deportivo, el segundo test consistió en dos pruebas diferentes de tiro: una de tres disparos de entrenamiento (con medición de los parámetros del CP sobre la plataforma de fuerza) y otra de 40 disparos en condiciones de competición (RFEDETO, 2012a, 2012b).

Ambas pruebas, tanto el test de tiro con pistola como el test con mancuerna, se repitieron en tres ocasiones como sugieren (Pinsault & Vuillerme, 2009) y, para una mejor simulación de las condiciones reales de competición en cuanto a luminosidad, temperatura, tipo de suelo o distancia al blanco, se llevaron a cabo en uno de los puestos de entrenamiento de un campo de tiro oficial de la Real Federación Española de Tiro Olímpico.

Todos los participantes firmaron un consentimiento escrito previo a la toma de datos. El comité ético local aprobó el presente estudio. Dicho estudio se ha realizado siguiendo las guías de la declaración de Helsinki cuya última modificación data de 2008. Confirmamos por tanto que nuestro estudio contiene los requisitos éticos estándar para autores y coautores.

Los autores certifican que el estudio ha sido realizado en ausencia de relaciones financieras, personales o con organizaciones que pudieran influenciar o ser percibidas como influencias del estudio o que pudieran generar un potencial conflicto de intereses.

2.4. VARIABLES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

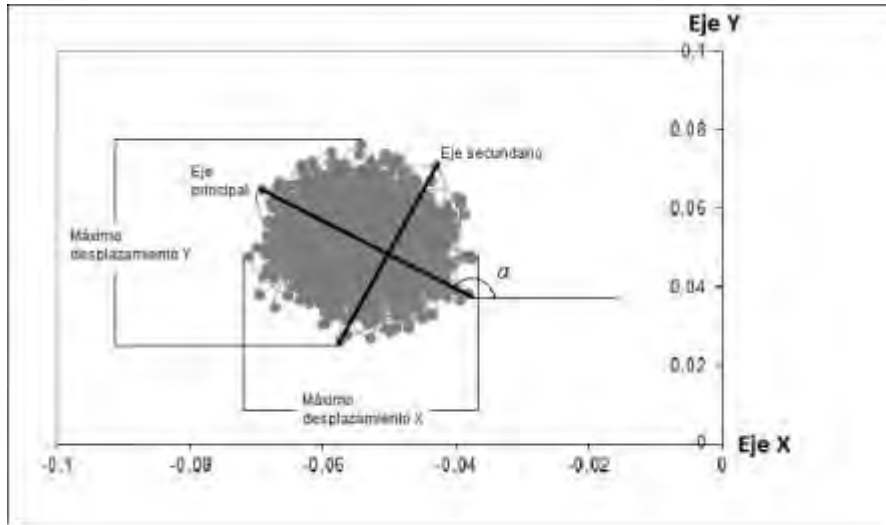
Las variables estudiadas en relación al perfil de los participantes fueron el peso, la estatura, la experiencia deportiva, las horas semanales de entrenamiento semanales y el rendimiento deportivo. Las características de la muestra en relación a estas variables pueden observarse en la tabla 1.

Tabla 1. Edad (años), estatura (cm), peso (kg), horas de entrenamiento semanal y experiencia (años). Media \pm desviación típica.

	Media \pm Desv. típ.
Edad	15,45 \pm 1,86
Estatura	171 \pm 0,1
Peso	71,02 \pm 19,74
Entrenamiento	6,59 \pm 2,44
Experiencia	2,11 \pm 1,7

También fueron estudiadas diferentes variables relacionadas con el movimiento del CP de los participantes que se pueden observar en el gráfico 1 como el desplazamiento máximo del CP en los ejes X e Y, la Longitud del eje principal y secundario de la elipse formada por el CP con respecto a los ejes de coordenadas X e Y. Además, se estudiaron el área total del desplazamiento del CP, las velocidades medias y máximas del CP en el plano de la plataforma y las velocidades medias y máximas del CP en los ejes X e Y.

Grafico 1: Desplazamiento máximo del CP en los ejes X e Y. Longitud del eje principal y secundario de la elipse formada por el CP con respecto a los ejes de coordenadas X e Y



Para determinar la normalidad de la distribución de las variables se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para comparar las diferencias entre sexos se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. La relación del equilibrio con el peso corporal y con el rendimiento deportivo se examinó mediante correlaciones de Pearson. El análisis de la validez concurrente de las variables entre los dos test se realizó calculando el coeficiente de correlación intraclase (CCI). El nivel de significación fue 0.05.

Para el análisis de las distintas variables se utilizó el programa estadístico SPSS versión 17. El cálculo de los desplazamientos, velocidades, áreas y ángulos del desplazamiento del centro de presiones se realizó usando el paquete matemático Matlab R2009a.

3. RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre varones y mujeres en las diferentes variables estudiadas a excepción de la estatura donde los varones ($174,50 \pm 0,9\text{cm}$) resultaron significativamente ($Z=2,15$; $p<0.05$) más altos que las mujeres ($160,07 \pm 0.57$).

En la tabla 2, pueden observarse los valores obtenidos en relación al movimiento del CP tanto en la prueba de pistola como en la prueba con mancuerna.

Tabla 2. Media \pm Desviación estándar (SD) de las variables de movimiento del CP de los participantes en prueba con pistola y con mancuerna. Las unidades de medición del CP son las siguientes: desplazamientos del CP: $m \cdot 10^{-3}$; área: $m^2 \cdot 10^{-6}$; Velocidades del CP: $m/sec \cdot 10^{-3}$

	Prueba con pistola			Prueba con mancuerna		
	Media	\pm	SD	Media	\pm	SD
Ax máximo	37,02	\pm	7,77	33,93	\pm	5,47
Ay máximo	47,97	\pm	12,23	46,1	\pm	13,14
Eje principal	38,9	\pm	8,27	35,57	\pm	6,09
Eje secundario	48,58	\pm	12,05	47,63	\pm	13,83
Área	1.549,1	\pm	682,5	1.378,52	\pm	596,14
Vel media X	246,95	\pm	63,58	213,73	\pm	53,8
Vel máxima X	1.109,04	\pm	289,96	1.003,44	\pm	259,02
Vel media Y	386,17	\pm	112,49	345,17	\pm	99,09
Vel máxima Y	1.716,38	\pm	453,8	1.603,49	\pm	481,26
Vel media CP	502,57	\pm	140,19	444,83	\pm	122,26
Vel máxima CP	1.754,03	\pm	455,89	1.626,12	\pm	490,73

No se obtuvieron en ningún caso correlaciones entre el desplazamiento del CP y el rendimiento, $p > 0.05$. Sin embargo, sí se obtuvieron correlaciones significativas entre el peso corporal y las variables de desplazamiento del CP que oscilaron entre $r = -0.65$ y -0.97 tal y como se puede observar en la tabla 3.

No se encontró correlación entre el peso corporal y el rendimiento deportivo, ni en competición, $r^2 = 0,01$; $p > 0.05$, ni con los tres disparos del segundo test $r^2 = 0,14$; $p > 0,05$.

Tabla 3. Correlaciones entre las variables del CP, el rendimiento deportivo 3 y 40 disparos y el peso corporal.

	Prueba con pistola			Prueba con mancuerna		
	3 disparos	Rendimiento competición	Peso C.	3 disparos	Rendimiento competición	Peso C.
Ax máximo	-0,38	-0,21	-0,87**	-0,22	0,02	-0,65*
Ay máximo	-0,37	-0,04	-0,94***	-0,44	-0,2	-0,96***
Eje principal	-0,42	-0,22	-0,9***	-0,13	-0,02	-0,74**
Eje secundario	-0,36	-0,01	-0,94***	-0,36	-0,12	-0,95***
Área	-0,41	-0,15	-0,93***	-0,31	-0,17	-0,92***
Vel media X	-0,41	-0,23	-0,96***	-0,48	-0,23	-0,89***
Vel máxima X	-0,29	-0,27	-0,93***	-0,44	-0,14	-0,84**
Vel media Y	-0,37	-0,15	-0,97***	-0,42	-0,22	-0,93***
Vel máxima Y	-0,36	-0,07	-0,95***	-0,44	-0,09	-0,95***
Vel media CP	-0,38	-0,17	-0,97***	-0,44	-0,22	-0,92***
Vel máxima CP	-0,39	-0,14	-0,95***	-0,45	-0,1	-0,95***

*** La correlación es significativa al nivel 0,001 (unilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (unilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (unilateral).

Se obtuvieron resultados significativos en todas las variables iguales o superiores a 0.90 al analizar el coeficiente de correlación intraclase (CCI) de las variables del movimiento del CP entre la prueba con el arma y con la mancuerna. Tabla 4.

Tabla 4. Tabla de coeficiente de correlación intraclase (CCI) de las diferentes variables del movimiento del CP de la prueba con pistola y con mancuerna.

Variable	CCI
Ax máximo	0,9*
Ay máximo	0,98**
Eje principal	0,91*
Eje secundario	0,98**
Área	0,98**
Vel media X	0,96**
Vel máxima X	0,9*
Vel media Y	0,98**
Vel máxima Y	0,99**
Vel media CP	0,97**
Vel máxima CP	0,99**

*significación p<0.01;

**significación p<0.001

4. DISCUSIÓN

El equilibrio parece jugar un rol importante en la correcta estabilización del arma (Reinkemeier et al., 2006). Debido a que el tiro olímpico es un deporte en el que el uso de armas es imprescindible, la mayoría de estudios realizaron pruebas en las que se utilizó un arma para evaluar esta capacidad (Pellegrini & Schena, 2005; Tang et al., 2008). Sin embargo esta necesidad supone una importante limitación a la hora de realizar pruebas de selección de talentos en escuelas o polideportivos donde el uso de cualquier tipo de arma puede no estar permitido.

Por tanto, la creación de pruebas válidas y fiables para evaluar el equilibrio específico de deportistas jóvenes sin el uso del arma resulta interesante tanto desde un punto de vista deportivo como social. La utilización de materiales estandarizados y económicamente asequibles como mancuernas en sustitución de las pistolas y plataformas tipo Wii balance board (45 cm x 26.5 cm) válidas para la medición del equilibrio tal y como señalan (Clark et al., 2010) en lugar de plataformas de fuerza como la utilizada por nosotros (Kistler 9286AA) disminuiría el coste de los materiales empleados y haría más fácil su realización en cualquier lugar.

Con respecto a la relación entre el movimiento del CP y el rendimiento deportivo a diferencia de los estudios de (Mason et al. 1990; Viitasalo et al. 1998 Mononen et al. 2007) no encontramos ninguna relación significativa aunque observamos que en todas las variables del CP se aprecia una misma tendencia que señala que a mayor movimiento del CP menor rendimiento deportivo. Debido a que la muestra es una selección de talentos del equipo nacional español, por tanto escasa y muy selectiva, nuestra potencia estadística se ha visto reducida, lo que podría explicar la falta de significancia de nuestros resultados.

Por el contrario y a pesar de no haber encontrado correlación entre el rendimiento deportivo y el peso corporal, en nuestro estudio se observa una clara correlación inversa entre el peso y el desplazamiento del CP. Por tanto al igual que lo hacen (Hue et al., 2007) pero en el sentido inverso al de estos autores, afirmamos que el peso corporal parece ser un fuerte predictor de la estabilidad corporal ya que encontramos correlaciones lineales negativas (a mayor peso, menores velocidades y desplazamientos del CP). Respecto a la diferencia existente entre nuestros resultados y los obtenidos por (Hue et al., 2007), podría considerarse que los nuestros están más acordes con la realidad del tiro olímpico ya que tal y como señala (Belinchon, 2010), los tiradores tienden a ser más bajos y pesados que en otras disciplinas deportivas. Quizás este hecho pueda ser técnicamente beneficioso en el tiro olímpico al ser el momento angular provocado por el arma en el hombro del tirador menor cuanto mayor sea el peso corporal del sujeto, lo que provocaría que los tiradores más pesados tuvieran un menor movimiento del arma y por tanto un menor movimiento del centro de presiones. No obstante, se requieren futuros estudios para comprobar esta relación.

Con respecto a la validez de la prueba sin la utilización del arma, los resultados obtenidos señalan un coeficiente de correlación intraclase (CCI) que osciló entre 0.9 y 0.99, en función de la variable seleccionada. Podemos por tanto confirmar la posible validez de la prueba aunque creemos que nuestros resultados deben ser confirmados en un posterior estudio con un mayor tamaño de muestra.

Finalmente, es necesario comentar las limitaciones del estudio; estas se centran en el escaso tamaño de la muestra que se justifica en el hecho de utilizar como muestra de estudio a deportistas de alta competición monitorizados en una situación real de competición. Si bien el escaso tamaño de la muestra nos impide ser concluyentes respecto de la validez del test, entendemos que la calidad de la muestra y el excepcional contexto de parte de la toma de datos nos aportan valiosos datos que servirán de referencia para un futuro estudio de validación.

5. CONCLUSIONES

Nuestro estudio muestra que:

1. El peso corporal es un fuerte predictor del equilibrio en jóvenes deportistas de pistola.
2. El test con mancuerna en sustitución de la pistola parece tener una excelente validez para medir el equilibrio específico en jóvenes tiradores de la modalidad de pistola aire.
3. Es necesario profundizar en este estudio con una muestra de mayor tamaño para confirmar la validez del test propuesto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ball, K. A., Best, R. J., & Wrigley, T. V. (2003). Inter- and intra-individual analysis in elite sport: Pistol shooting. *J Appl Biomech*, 19(1), 28-38. <https://doi.org/10.1123/jab.19.1.28>
- Belinchon, F. (2010). *Estudio médico deportivo de las modalidades de tiro olímpico*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture*, 31(3), 307-310. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.11.012>
- Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P., & Lyytinen, H. (1996). Postural stability and skilled performance--a study on top-level and naive rifle shooters. *J Biomech*, 29(3), 301-306. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00066-6)
- Goonetilleke, R. S., Hoffmann, E. R., & Lau, W. C. (2009). Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied Ergonomics*, 40(3), 500-508. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.09.005>

- Gulbinskienė, V., & Skarbalius, A. (2009). Peculiarities of investigated characteristics of lithuanian pistol and rifle shooters' training and sport performance. *Ugdymas Kuno Kultūra*, 21.
- Hawkins, R. (2011). Identifying mechanic measures that best predict air-pistol shooting performance. *Int J Perform Anal Sport*, 11(3), 499-509.
- Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., . . . Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture*, 26(1), 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.07.005>
- King, A. C., Challis, J. H., Bartok, C., Costigan, F. A., & Newell, K. M. (2011). Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait Posture*.
- Krasilshchikov, O., Zuraidee, E., & Singh, R. (2007). Effect of general and auxiliary conditioning on specific fitness of young pistol and rifle shooters. *Asian J. Exerc. Sport Sci*, 4, 01-06.
- Ku, P., Abu Osman, N., Yusof, A., & Wan Abas, W. (2012). Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *Journal of biomechanics*, 45(9), 1638-1642. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.03.029>
- Lakie, M. (2010). The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental Physiology*, 95(3), 441-450. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.047555>
- Mason, B., Cowan, L., & Gonczol, T. (1990). Factors affecting accuracy in pistol shooting. *Excel*, 6, 2-6.
- Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J., & Era, P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scand J Med Sci Sports*, 17(2), 180-185.
- Niinimaa, V., & McAvoy, T. (1983). Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Can J Appl Sport Sci*, 8(1), 30.
- Pellegrini, B., & Schena, F. (2005). Characterization of arm-gun movement during air pistol aiming phase. *J Sports Med Phys Fitness*, 45(4), 467-475.
- Pinsault, N., & Vuillerme, N. (2009). Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Med Eng Phys*, 31, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2008.08.003>
- Reinkemeier, H., Bühlmann, G., & Konietzny, A. (2006). *Olympisches Pistolen-Schießen: Technik, Training, Taktik, Psyche, Waffen ; ein Lehr- und Übungsbuch zum sportlichen Schießen mit der Luftpistole, der Sportpistole und der freien Pistole*: MEC High Tech Shooting Equipment.
- RFEDETO. (2009). *Reglamento Técnico Especial para nuevas modalidades de Pistola y Carabina A.C. (Juv, Cad, Inf, Ale)*. Madrid: Real Federación Española de Tiro Olímpico.
- RFEDETO. (2012a). *Reglamento Técnico Especial para Pistola*. Madrid: Real Federación Española de Tiro Olímpico.
- RFEDETO. (2012b). *Reglamento Técnico General para todas las Modalidades de Tiro* (2009 ed.). Madrid: Real Federación Española de Tiro Olímpico.

- Tang, W. T., Zhang, W. Y., Huang, C. C., Young, M. S., & Hwang, I. S. (2008). Postural tremor and control of the upper limb in air pistol shooters. *J Sports Sci*, 26(14), 1579-1587. <https://doi.org/10.1080/02640410802287063>
- Viitasalo, J., Era, P., Konttinen, N., Mononen, K., Mononen, H., Norvapalo, K., & Rintakoski, E. (1999). The posture steadiness of running target shooters of different skill levels. *Kinesiology*, 31, 11.
- Viitasalo, J., Era, P., Mononen, H., Norvapalo, K., & Rintakoski, E. (1998). Effects of footwear on posture control of running target shooters. *Int J Sports Sci Coach*, 3(2), 3-6.
- Zatsiorsky, V., & Aktov, A. (1990). Biomechanics of highly precise movements: the aiming process in air rifle shooting. *J Biomech*, 23 Suppl 1, 35-41. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(90\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(90)90039-6)

Número de citas totales / Total references: 25 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)