

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LOS EFECTOS DE LAS RESPUESTAS AGUDAS DEL EJERCICIO AERÓBICO EN EL ENTRENAMIENTO DE TIRO DEPORTIVO.

LITERATURE REVIEW OF RESEARCH RELATED TO THE EFFECTS OF ACUTE RESPONSES OF AEROBIC EXERCISE TRAINING IN SPORT SHOOTING.

Iván Camilo López Gasca

Estudiante de Maestría en Ciencias del Deporte, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Esp. Dirección y Gestión Deportiva, Escuela Nacional del Deporte. Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás. Entrenador de Tiro Deportivo Instituto distrital para la recreación y el deporte de Bogotá, D.C., Colombia.

E-mail: ivancamilolopez@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar los resultados de una búsqueda bibliográfica de investigaciones relacionadas con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico, en el entrenamiento de tiro deportivo sobre la precisión del disparo. Metodología: Se realizó una revisión a profundidad en bases de datos electrónicas de los últimos quince años. Resultados: Tras una introducción sobre la historia de este deporte en Colombia y una contextualización de los principales frentes de investigación sobre el tiro deportivo, se presentan una a una las investigaciones analizadas.

Palabras Clave: Entrenamiento deportivo, tiro deportivo, precisión del disparo, entrenamiento cardiovascular, respuestas agudas al ejercicio.

ABSTRACT

The aim of this article is to present the results of a literature search of investigations related to the effects of the acute responses of aerobic exercise, in the training of sports shooting on the precision of the shot. Methodology: An in-depth review was carried out on electronic databases of the last fifteen years. Results: After an introduction on the history of this sport in Colombia and a contextualization of the main research fronts on sports shooting, the investigations are presented one by one.

Key words: Sports training, sport shooting, shooting accuracy, cardiovascular training,

INTRODUCCIÓN

El tiro es uno de los deportes que hace parte del programa de los Juegos Olímpicos; su práctica inició en Colombia desde 1923, cuando a través del decreto No. 1663 se auto-

rizó a nivel nacional el establecimiento de clubes de tiro bajo la dirección y supervisión del entonces Ministro de Guerra (NOMBRE). Regulado hoy en día por la Federación Colombiana de Tiro y Caza Deportiva (Fedetiro), es un deporte reconocido por los logros obtenidos por atletas como Helmut Bellingrodt, ganador de dos medallas olímpicas -entre ellas la primera obtenida para el país-, una en Múnich 72 y otra en Los Ángeles 84; o Bernardo Tovar Ante, participante en cuatro juegos olímpicos por Colombia y finalista en tres de ellos, además de ser campeón de siete copas del mundo.

Como todos los deportes a nivel mundial, con el tiempo el tiro deportivo ha avanzado en metodologías, métodos de entrenamiento y estilos de enseñanza; entre las más utilizadas y estudiadas se encuentra el acondicionamiento físico cardiovascular necesario para la condición de los atletas, de cualquier forma, el buen estado físico del atleta comienza a jugar un papel determinante tan pronto como el tirador llega a los momentos decisivos en las competencias de alto nivel. Entre dos tiradores del mismo nivel técnico, la condición física otorga gran ventaja, en el atleta preparado los latidos del corazón son más lentos, se recuperan más rápidamente, tiene más reservas a las que recurrir y tardan más en ingresar a la zona de cansancio (Reinke-meier, H., Bühlmann, G., Eckhardt M., Kulla, C. & Linn, U., 2006) (Todas las traducciones de los originales en inglés fueron hechas por el autor del artículo).

Ahora bien, conocer este tipo de información es clave para el tiro deportivo colombiano, otorga a este la oportunidad de estructurar a futuro planes de entrenamiento, métodos y metodologías que coloquen nuevamente en el ranking mundial a los tiradores del país. Este artículo presenta una revisión de 18 investigaciones relacionadas

con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico sobre la precisión del disparo en tiro deportivo.

INVESTIGACIONES RELACIONADAS

Inicialmente, se identificaron 55 investigaciones, que estaban relacionadas con el estudio. Estos documentos fueron evaluados a profundidad, teniendo en cuenta, los criterios de inclusión-exclusión, y la importancia a nivel científico, quedando finalmente incluidas para el estudio 17 investigaciones. Actualmente, en Colombia no se encuentran referentes relacionados con los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico en el entrenamiento de tiro deportivo sobre la precisión del disparo; por lo cual, esta revisión bibliográfica resulta pertinente para iniciar nuevas investigaciones a nivel local. Las investigaciones seleccionadas serán descritas a continuación.

1. Publicado en la Revista *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, el artículo "Specificity of shooting training with the optoelectronic target" (2009), afirma que el propósito de su investigación fue estimar cuantitativamente qué tan específico y preciso es el entrenamiento de tiro deportivo con el sistema de entrenamiento electrónico Scatt, en comparación con una sesión de tiro real en la modalidad de pistola de aire. Existe una diferencia entre los registros de los impactos virtuales y los reales en el eje vertical, teniendo en cuenta, que este simulador no calcula el retroceso del arma.

Los resultados obtenidos en el Scatt, difieren significativamente al utilizar solamente la opción de tiro seco. Horizontalmente, no existe una variación relevante entre los disparos en el simulador y los reales. Con este estudio, los entrenadores de tiro e

investigadores de esta disciplina en futuros proyectos deben tener en cuenta esta variación en la medición de la precisión, con el objetivo de controlar de mejor manera las variables. El sistema de medición Scatt se ha convertido en la herramienta tecnológica más utilizada en la actualidad en investigaciones de tiro deportivo, proporciona información relevante para entrenadores y atletas sobre el comportamiento técnico del arma con referencia al blanco.

2. Biomedical Human Kinetics, 2015, The effect of different doses of caffeine on cardiovascular variables and shooting performance, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de 3 mg y 5 mg de cafeína por kg de peso sobre la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el rendimiento del disparo en tiradores élite. Lo que demostró que la toma de 5mg/kg de cafeína causó un aumento significativo de la presión arterial sistólica y diastólica, a la vez que se presentó una disminución del rendimiento de los disparos.

Con la toma de 3mg/kg de cafeína no se presentó una variación significativa de la frecuencia cardíaca, ni se vio disminuido el rendimiento de los disparos en los atletas. Este estudio demuestra cómo se investiga con sustancias permitidas en la práctica deportiva con el objetivo de buscar evaluar factores que beneficien o afecten el rendimiento de los tiradores, reconociendo como variable principal y de mayor importancia la frecuencia cardíaca, uno de los factores más determinantes en la técnica de cualquier tirador.

3. En el 2011, la revista Cognitive Behaviour Therapy publicó el estudio "Evidence of Improved Shooting Precision in Biathlon After 10 Weeks of Combined Relaxation and Specific Shooting Training" teniendo como objetivo probar la hipótesis en la que una relajación combinada y la tensión obtenida en un plan de entrenamiento ATR por los tiradores,

puede mejorar la capacidad del disparo en el biathlon "the preliminary conclusion is that a combination of ATR and specific shooting training seems to be instrumental in enhancing the shooting performance in biathlon" (Laaksonen, M., Ainegren, M., & Lisspers, J., 2011). La capacidad del disparo se evaluó antes y después en una situación de reposo y posteriormente al esquiar.

Después del periodo de intervención el grupo experimental mostró una mejora significativa en el rendimiento de los disparos, en comparación con el grupo control. No hubo cambios en el consumo de VO₂ máximo. Este estudio es uno de los claros ejemplos, donde se ve la importancia que tiene el conocer el comportamiento del tirador en distintas condiciones con el objetivo de buscar mejoras técnicas gracias a la aplicación de estímulos previos o posteriores.

4. International Journal of Sports Science and Coaching, 2014, Postural Balance and Rifle Stability During Standing Shooting on an Indoor Gun Range Without Physical Stress in Different Groups of Biathletes. El objetivo del presente estudio fue examinar el equilibrio postural, la estabilidad del rifle y el rendimiento de disparo en biatletas sin carga física previa. Se evaluó el equilibrio postural y la estabilidad del arma reconociendo estos como los factores de mayor relevancia que pueden influir en la desviación transversal de los disparos "The present data indicate the relevance of low body and rifle sway primarily in cross-shooting direction for a successful basic biathlon standing shooting at rest" (Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S., 2014).

Muestra la importancia de conocer el comportamiento del cuerpo de los tiradores bajo distintas condiciones y su efecto sobre los disparos, revelando que las futuras investigaciones en esta disciplina deportiva no sólo

se dan en técnica o implementación, se apuesta a observar el comportamiento de los tiradores con o sin estímulos previos, en este caso, se reconoce que es de vital importancia realizar entrenamientos sin ningún tipo de estrés físico previo.

5. La investigación titulada "Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting" publicada en la revista *Journal of Biomechanics*, teniendo como objetivo, la evaluación de variables en conjunto como estabilidad, fluctuaciones del rifle y objetivo. La posición del rifle en relación con el centro del blanco y sus movimientos fueron registrados con el dispositivo optoelectrónico diseñado especialmente y el sistema Selsport respectivamente. Se encontró que mientras se encontraban apuntando los tiradores aplicaban una estrategia de aproximación al centro del blanco; lo que genera un aumento en el nivel de habilidad, una disminución en los movimientos del rifle. También, es evidente, que los mejores resultados al disparar se correlacionan con desviaciones verticales aleatorias del punto de mira, en lugar de presentarse desviaciones horizontales.

Aunque las variables anteriormente mencionadas, pueden dar ciertas conclusiones, no se tiene en cuenta que al mismo tiempo que estos valores disminuyen con la experiencia y la habilidad adquirida, a través del tiempo por los atletas (Zatsiorsky, 1990). Lo que hace importante conocer la edad deportiva de cada tirador y su trayectoria, porque es determinante a la hora de evaluar los movimientos del arma sobre el blanco.

6. El estudio "Effect of caffeine on target detection and rifle marksmanship", publicado en la revista *Ergonomics* tenía como objetivo de la investigación conocer los efectos de la ingesta de cafeína (300 mg) sobre la detección de objetivos y puntería con el rifle de un grupo de militares de las fuerzas canadienses.

En este estudio se concluyó que la cafeína aumenta la velocidad con la que los tiradores llegan al blanco, reduciendo en tiempo este acercamiento y colocando en riesgo la precisión de la puntería. Adicional la cafeína acelera la decisión de disparar, pero coloca en riesgo la precisión (Gillingham, Keefe, Keillor & Tikuisis, 2003). Es importante, que el tirador deportivo no solo llegue al centro del blanco rápidamente, debe saber llegar con el menor número de movimientos y con suficiente estabilidad de su cuerpo para tener más tiempo de puntería sobre el centro del blanco y ejecutar el disparo preciso.

7. Konttinen, Mets, Lytine & Paananen (2003), en "Timing of Triggering in Relation to the Cardiac Cycle in Nonelite Rifle Shooters", publicado en *Research Quarterly for Exercise and Sport* evaluó la relación entre el tiempo del tirador para realizar un disparo de manera precisa con el ritmo cardiaco en la modalidad de rifle de aire, obteniendo resultados que mostraron que en comparación con una activación cardiaca, los tiradores lograron una puntuación más alta, cuando el tiempo entre sístole y diástole se redujo entre el 10 % y 50 % del intervalo normal. Esto con relación a una frecuencia cardiaca más baja, debido a un aumento del tiempo entre sístole y diástole del 50 % al 90 %. El aumento de la frecuencia cardiaca no afectó la precisión del disparo.

Los presentes resultados amplían algunos hallazgos anteriores, mostrando que en la modalidad de rifle de aire el tiempo óptimo dentro del ritmo cardíaco puede estar situado muy cerca de la fase sistólica. Sin embargo, a nivel personal se considera que se necesitan investigaciones adicionales, para examinar el grado en que la relación entre el tiempo del ritmo cardíaco y la precisión del disparo depende también del nivel de habilidad y experiencia de un tirador. Adicionalmente, el

tiempo de división entre sístole-diástole no es suficiente para investigar la precisión de un disparo con relación al ritmo cardíaco.

8. "Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training" estudio realizado por los autores Baecka, Kimb, Seoa, Ryeomc, Leec, Choid, Wooe, Kimf, Kimf, & Changa evaluaron, sí, la práctica de tiro intensiva fortalecería la representación motora de disparar y el aumento de la actividad de los ganglios basales. Dentro de los resultados se encontraron diferencias significativas antes y después de 90 h evidenciadas en el puntaje, estabilidad, dispersión y promedio. Adicionalmente, antes del entrenamiento, imágenes del motor muestran la participación de la corteza sensoriomotora, áreas premotora, áreas motoras suplementarias (SMA), y la corteza parietal inferior bilateral.

Una de las conclusiones importantes del estudio, es que varios años de práctica con un promedio diario de entrenamiento de al menos 5 horas, son requeridos para llegar a un nivel profesional de habilidad. Además de esto, los ganglios basales aprenden y seleccionan la mejor postura y movimiento entre las acciones candidatas después de 90 h de entrenamiento de tiro (Baecka et al., 2012). En definitiva y reforzando lo hallado en investigaciones anteriores, la experiencia y años de práctica de un tirador llegan a influenciar el rendimiento y precisión de sus disparos.

9. Autores como Herpin, Gauchard, Lion, Collet, Keller y Perrin (2010) realizaron la investigación llamada: "Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters". Estos autores evaluaron el control del equilibrio y la organización neurosensoriales relacionados a través de tareas posturales reproducibles con y sin conflicto sensorial. Los resultados encontrados fueron

que las habilidades motoras durante la actividad deportiva se ven influidas por las limitaciones relacionadas con la práctica y conduce al desarrollo de estrategias de sensoriomotoras posturales adecuados.

Esto permite concluir, que el tiro es una actividad estática que requiere un alto control del balance del cuerpo. El equilibrio y balance corporal se convierte en un factor determinante a la hora de analizar en investigaciones estímulos que afecten los sistemas del cuerpo del tirador en respuesta a la precisión para realizar un disparo, el equilibrio puede ser analizado por el sistema de entrenamiento y simulador Scatt.

10. Zatsiorsky y Aktov (1990) evaluaron la influencia del grado de fatiga inducida por el ejercicio en las decisiones de comportamiento en la investigación "Biomechanics of highly precise movements: the aiming process in air rifle shooting". Se encontró que al disparar a blancos inmóviles, los tiradores aplican la estrategia de "aproximación" hacia el objetivo. La reducción de movimiento al apuntar se produce mediante la compensación de los movimientos relativos a varios grados de libertad. Sin embargo, los mecanismos específicos que proporcionan una sorprendentemente precisión del movimiento humano siguen siendo desconocidos.

Esta investigación fue publicada en la revista Journal of Biomechanics. Este estudio resalta la importancia del movimiento de aproximación que ejerce el tirador sobre el arma, mientras se dirige al centro del blanco, este es el resultado del nivel técnico del atleta, control sobre el arma y coordinación de todos los sistemas de su cuerpo para lograr el balance correcto que le permita ejecutar un disparo con buena precisión; lo que se convierte en un deporte aparentemente estático en el movimiento técnico clave de esta disci-

plina deportiva y sobre el que recaen los instrumentos de medición para las investigaciones.

11. La investigación "The Effect of Acute Exercise on Pistol Shooting Performance of Police Officers" publicada en Motor Control, por Brown, Tandy, Wulf y Young (2013). Determinaron el rendimiento del tiro utilizando la pistola de oficiales de policía en condiciones similares de la fatiga física; "fue posible evidenciar que el rendimiento del tiro utilizando el rifle, mientras se está de pie se ve comprometido, sí, el tirador está cansado" (Brown, Tandy, Wulf, Young. 2013). Así mismo, los resultados mostraron que, a pesar de que el ritmo cardíaco se incrementó considerablemente -es decir, alrededor de un 60 latidos por minuto; después de la sesión de ejercicio al esfuerzo voluntario, el rendimiento del disparo no se vió afectado negativamente por la fatiga física y la frecuencia cardíaca no se correlacionó con el rendimiento de disparo.

Por lo que concluyen, finalmente, que la fatiga previa afecta notoriamente posturas y rendimientos del tiro con rifle. Esto puede ser un resultado que refleja notoriamente a nivel deportivo, que el rifle goza de mayor precisión en sus disparos que las modalidades de pistola. Lo que contradice, claramente a la investigación mencionada en el numeral siete de este documento.

12. En el estudio "Validation of a Dumbbell Body Sway Test in Olympic Air Pistol Shooting" realizada por Mon, Cordente, Monroy, López & Zakythinaki en 2014 publicado en Plos One, los autores plantearon como objetivo del estudio diseñar y validar una prueba que midiera los movimientos del centro gravedad en cuerpo del tirador en la modalidad de pistola de aire, que pudiera realizarse sin el uso de una pistola real. Los resultados muestran que las pruebas específicas del balance del cuerpo pueden ser utilizados para evaluar el

equilibrio estático de un sujeto, mediante el uso de una pieza para simular la pistola de aire. Los tiradores con mejor balance o equilibrio del cuerpo tienden a obtener mejores resultados.

La necesidad de simular una pistola se crea debido a que existen lugares como escuelas o centros deportivos, donde se prohíbe el uso de un arma de fuego y se necesita proporcionar mediciones fiables del balance o equilibrio del cuerpo sin el uso de un arma. Otro elemento importante que puede verse modificado por los efectos de las respuestas agudas del ejercicio es el equilibrio del tirador en el gesto específico y evidencia el rendimiento del atleta. Para su interpretación el sistema de entrenamiento Scatt ofrece información de dispersión de los disparos en el eje horizontal y vertical del blanco impactado por el tirador.

13. Kontinen, Lyytinen & Viitasalo (1998) realizaron un estudio denominado "Preparatory heart rate patterns in competitive rifle shooting" en donde evaluaban la relación entre los patrones de frecuencia cardíaca de preparación y ejecución del tiro competitivo. En esta investigación se puede identificar que tanto los tiradores de élite y no élite mostraron un patrón sistemático de deceleración cardíaca inmediatamente antes de disparar el gatillo. Sin embargo, la cantidad que se desacelera el ritmo cardíaco no se asoció con eficacia en las tareas como un índice por el resultado de tiro. Esta investigación fue presentada en Journal Of Sports Sciences. Lo que nuevamente nos presenta la importancia de seguir realizando investigaciones en esta área, con el objetivo de conseguir mejores beneficios.

14. "Pursue or shoot? Effects of exercise-induced fatigue on the transition from running to rifle shooting in a pursuit task" investigación realizada por Nibbeling, Oudejans,

Cañal-Bruland, van der Wurff & Daanen (2013), tuvo como objetivo explorar los efectos del aumento de la fatiga inducida por el ejercicio en la transición de correr a disparar en una carrera y disparar un rifle posteriormente.

Se encontró que en los altos niveles de fatiga los participantes dejaron de correr a la misma velocidad, que se redujo, apuntando al blanco por un tiempo más largo y disparaban con menos frecuencia la secuencia de disparos que debían realizar. Los resultados indican que los parámetros fisiológicos influyen no sólo en la percepción, sino también, en las transiciones entre las diferentes acciones reales. Adicionalmente, cuando las demandas físicas se elevan, los participantes decidieron disminuir la velocidad de la carrera y apuntar al blanco por más tiempo, lo que resulta en un aumento en el tiempo de la carrera y finalización de la prueba.

Finalmente, los resultados muestran que un aumento del tiempo de puntería para ejecutar un disparo no determina automáticamente una disminución en el rendimiento con el objetivo, "Los participantes pueden compensar la influencia negativa de los efectos inmediatos del ejercicio aeróbico sobre la precisión del tiro apuntando más tiempo y evitando los límites de sus capacidades, mediante la construcción de márgenes de seguridad" (Nibbeling, Oudejans, Cañal-Bruland, van der Wurff & Daanen, 2013) este estudio fue publicado en la revista *Ergonomics*.

Evidencia, que sí existe una disminución de la precisión del disparo en el tiro deportivo, debido a los efectos inmediatos de las respuestas agudas al ejercicio y los tiradores necesitan más tiempo para regular su organismo antes de ejecutar cada tiro y sumado el argumento de algunos estudios mencionados anteriormente, que afirman que mediante la habilidad y experiencia del tirador esto se

puede mitigar, se puede llegar a construir una hipótesis para ampliar futuras investigaciones.

15. En el año 2009, los autores Goodman, Haufler, Kun Shim & Hatfieldd realizaron una investigación denominada "Regular and Random Components in Aiming-Point Trajectory During Rifle Aiming and Shooting" que fue publicada en la revista *Journal of Motor Behavior*. El objetivo de este estudio fue determinar, sí, el movimiento para dirigir el rifle al centro del blanco difería o era similar en relación con el nivel técnico del tirador, en un intento por proporcionar pistas generales sobre posibles estrategias de control del movimiento, para obtener mayor precisión. "Las conclusiones del estudio encontradas fueron que las estrategias que utilizan novatos y expertos que difieren sólo en los valores de los parámetros" (Goodman, Haufler, Kun Shim & Hatfieldd, 2009).

16. Le Meur, Hausswirth, Abbiss, Baup & Dorel (2010), en la revista *Journal of Sports Sciences* se publicó la investigación titulada "Performance factors in the new combined event of modern pentathlon" en donde se plantearon dos objetivos, como determinar la táctica individual empleada por el pentatleta moderno de élite, para enfrentar de mejor manera, la prueba donde se corre y se dispara de manera combinada. Así como, identificar las consecuencias de estas técnicas en el rendimiento general de la prueba. En este estudio se ha demostrado que "los pentatletas de élite en el evento de tiro combinado con carrera obtienen un mejor rendimiento debido a una buena precisión en el disparo" (Le Meur, Hausswirth, Abbiss, Baup & Dorel, 2010).

Esta investigación también proporciona, nuevos conocimientos sobre las estrategias que utilizan los pentatletas para la carrera y el tiro. Ampliar el conocimiento de los efectos

de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico sobre la precisión del disparo puede beneficiar no solo a los tiradores olímpicos, sino también, a los pentatletas modernos de cualquier forma.

17. "Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters" investigación presentada en la revista *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* en el año 2007, en esta fue planteada la hipótesis en la que el equilibrio postural y la estabilidad del rifle estarían relacionadas con la puntuación de tiro. Se esperaba que las relaciones entre la precisión del tiro, el equilibrio postural y la estabilidad del rifle cambian dependiendo del nivel deportivo del atleta.

DISCUSIÓN

"Dentro de los resultados se demostró que el alto equilibrio postural y un mínimo movimiento del cañón del arma son determinantes esenciales de la exitosa ejecución del tiro entre los tiradores novatos" (Monone, Konttinen, Viitasalo & Era, 2007).

En concreto, se ha demostrado el importante papel del equilibrio postural en el rendimiento. Por lo tanto, en el entrenamiento de tiro, el uso de programas de entrenamiento adicionales para el equilibrio y el control postural de un tirador que comienza debe fomentarse. En futuros estudios sería de mucho interés examinar, sí, el emplear un programa de entrenamiento para la mejora del equilibrio postural y la estabilidad, aumentada el rendimiento del disparo ayudando al tirador novato.

CONCLUSIÓN

La frecuencia cardiaca es una de las variantes más importantes del entrenamiento del tiro deportivo, pero no la única. La mayoría de los estudios se enfocan en la evaluación del ritmo cardiaco y equilibrio postural de los tiradores con el objetivo de proporcionar sobre estos distintos estímulos, ya sea de manera previa o posteriormente a la ejecución de los disparos, con el único objetivo buscar mejoras en el rendimiento de los tiradores.

El tiro deportivo avanzó de gran forma en la posibilidad de variar con la aplicación de diferentes estímulos debido a que el sistema de entrenamiento y simulador de tiro Scatt se ha convertido en la herramienta más importante de entrenadores y científicos, permite evidenciar claramente cómo estos estímulos influyen sobre la precisión del disparo, estabilidad del tirador y cadencia de los tiros, cosas antes difíciles de precisar de manera inmediata, permite observar elementos que a simple vista parecerían no existir.

Existen distintas hipótesis, donde se plantea que los estímulos externos hacia el tirador en muchos casos pueden proveer de efectos negativos sobre la precisión del disparo, como pueden ser los efectos de las respuestas agudas del ejercicio aeróbico y que pueden ser mitigados debido a la habilidad y experiencia del tirador que se evalúe; campo donde se requieren más investigaciones que sigan aportando evidencia para llegar a una conclusión final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baeck, J., Kim, Y., Seo, J., et al. (2012). Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training. *Behavioural Brain Research*, 234(1): 26-32.
- Brown, M., Tandy, R., Wulf, G., & Young, J. (2013). The effect of acute exercise on pistol shooting performance of police officers. *Motor Control*, 17, 273-282.
- Ebrahimi, M., Pordanjani, A., & Ahmadabadi, F. (2015). The effect of different doses of caffeine on cardiovascular variables and shooting performance. *Biomedical Human Kinetics*, 7(1).
- Gillingham, R., Keefe, A., Keillor, J. & Tikuisis, P. (2003). Effect of caffeine on target detection and rifle marksmanship. *Ergonomics*, 46(15):1513-30.
- Goodman, S., Haufler, A., Shim, J., & Hatfield, B. (2009). Regular and Random Components in Aiming-Point Trajectory During Rifle Aiming and Shooting. *Journal of Motor Behavior*, 41(4), 367-382.
- Herpin, G., Gauchard, G., Lion, A., Collet, P., Keller, D., et al. (2010). Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. *J Electromyogr Kines* 20(1): 162-169.
- Konttinen, N., Mets, T., Lyytinen, H., & Paananen, M. (2003). Timing of Triggering in Relation to the Cardiac Cycle in Nonelite Rifle Shooters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(4):395-400.
- Laaksonen, M., Ainegren, M., & Lisspers, J. (2011). Evidence of improved shooting precision in biathlon after 10 weeks of combined relaxation and specific shooting training. *Cognitive behaviour therapy*, 40(4), 237-250.
- Le Meur, Y., Hausswirth, C., Abbiss, C., Baup, Y., & Dorel, S. (2010). Performance factors in the new combined event of modern pentathlon. *Journal of Sports Sciences*, 28(10):1111-6.
- Mon, D., M., Zakyntinaki, M., Cordente, C., Monroy, D., López, J. (2014). Validation of a dumbbell body sway test in olympic air pistol shooting. *PloS One*, 9.
- 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 Science Sports*, 17,180-185
- Nibbeling, N., Oudejans, R., Cañal-Bruland, R., Van Der Wurff, P., & Daanen, H. (2013). Pursue or shoot? Effects of exercise-induced fatigue on the transition from running to rifle shooting in a pursuit task. *Ergonomics*, 56(12):1877-88.
- Reglamento técnico general para todas las modalidades de tiro. (2013) ISSF, Madrid, España.
- Reinkemeier, H., Bühlmann, G., Eckhardt, M., Kulla, C. & Linn, U. (2006). *Air rifle shooting*. Dortmund, Alemania: MEC.
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 171-184.
- 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.

- Zanevskyy, I., Korostylova, Yuliya., & Mykhaylov, V. (2009). Specificity of shooting training with the optoelectronic target. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 11(4), 63-70.
- Zatsiorsky, V. & Aktov, A. (1990). Biomechanics of highly precise movements: The aiming process in air rifle shooting, *Journal of Biomechanics*, 23, 35-41.