



Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2015; Vol. 10, Núm. 1

ISSN: 1728-922X

Artículo original

Estudio propioceptivo en tiradores de pistola elite en relación con la efectividad del disparo

Proprioceptive study pistol shooters elite regarding the effectiveness of the shot

Autores: Dra. Zamira Díaz Santos (MSc.)

Especialista de I Grado en Medicina del Deporte

Dra. C. Sofía León Pérez sofialeon@inder.cu

Especialista en Biomedicina Deportiva, Prof. Auxiliar

Dr. Lázaro H. Ramos O'Farril(MSc.)

Especialista de I Grado en Medicina Física y Rehabilitación

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y prospectivo con intervención, a atletas masculinos de tiro deportivo, modalidad pistola libre de la selección nacional cubana; con el objetivo de evaluar variables que permitan apreciar el estado del sistema propioceptivo y su incidencia en la efectividad del disparo. La muestra corresponde a trestiradores con altos rendimientos, en la modalidad de pistola libre, hombres, a 10 y 50 metros. El estudio se realizó empleando la plataforma COBS[®], que evalúa, coordinación, equilibrio y fuerza, en posición habitual de pie y durante la ejecución de 70 disparos en diferentes variantes de postura al tirar, en 10 y 50 metros, para un total de 426 mediciones. Se puso de manifiesto que la efectividad del disparo está influenciada por la simetría y ésta a su vez depende de la proyección corporal hacia la derecha con preponderancia de la carga muscular de ese hemicuerpo, durante la posición de tiro en cualquiera de sus variantes, por ser derechos los tiradores evaluados. Se instrumentaron entrenamientos propioceptivos utilizando la plataforma COBS[®], para mejorar la postura del tirador y así influir positivamente sobre la efectividad del disparo. Los resultados de la presente investigación indican que la plataforma COBS[®] aporta nuevas posibilidades para el control médico pedagógico del entrenamiento en el Tiro Deportivo, brindando información diagnóstica detallada y medible sobre las características del control propioceptivo individual de estos atletas.

Palabras clave: Plataforma COBS[®], Coordinación, Equilibrio, Fuerza, Control
Médico del Entrenamiento

ABSTRACT

A descriptive, cross-sectional and prospective intervention study was conducted to male athletes sport shooting, free pistol embodiment of the Cuban national team; with the objective of evaluating variables to assess the state of proprioceptive system and its impact on the effectiveness of the shot. The sample is trestiradores high yields, in the form of free pistol, men, 10 and 50 meters. The study was performed using the COBS® platform, which evaluates, coordination, balance and strength in normal standing position and during the execution of 70 shots in different variants position to shoot, at 10 and 50 meters, for a total of 426 measurements. He showed that the effectiveness of the shot is influenced by symmetry and this in turn depends on body projection to the right with a preponderance of muscular load that hemicuerpo during the shooting position in any of its variants, being rights shooters evaluated. Proprioceptive training were implemented using COBS® platform to improve the position of the shooter and thus positively influence the effectiveness of the shot. The results of this investigation indicate that COBS® platform brings new possibilities for teaching medical training control in the Shooting Sports, delivering detailed and measurable diagnostic information on the characteristics of individual proprioceptive control of these athletes.

Keywords: Platform COBS®, Coordination, Balance, Strength, Control Medical Training

INTRODUCCIÓN

Al hablar de práctica deportiva, respecto a cantidad de entrenamiento, seguimiento de los deportistas y características de los mismos, se torna fundamental la realización de pruebas o test con el fin de evaluar el estado de los practicantes, y de esta manera obtener un registro del rendimiento, así como también para planificar el entrenamiento de las cualidades motrices (fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad y coordinación).¹ En los deportistas de alto rendimiento, se necesitan pruebas que pongan en estado de estrés máximo a las estructuras a evaluar, con el objetivo de crear una situación que demande exigencias muy similares a las que el deportista deberá afrontar en la competencia; de esta manera la obtención de resultados satisfactorios indicará la aptitud para llevar adelante el deporte en cuestión. En este sentido el médico, el terapeuta y el entrenador tienen la necesidad de contar con pruebas o test que se adapten en lo posible a las características del deporte y del deportista, para evaluar la ejecución de gestos técnicos específicos de cada

disciplina, ya que de lo contrario se obtendrían valores que reflejarán una aptitud que no será la máxima requerida para practicar deporte de forma segura y sin riesgos.² El continuo seguimiento que se realiza a los practicantes de un determinado deporte demanda que no se deje ningún aspecto del total de las capacidades sin evaluar; así, obteniendo datos concretos sobre cada una de ellas, se logra efectuar un análisis global del deportista a los efectos de determinar rendimiento actual y pronosticar rendimiento futuro, o para observar la evolución durante un plan de rehabilitación o un período de entrenamiento.³

Referente al tema de esta investigación, no existe en la bibliografía un consenso en cuanto a la forma en que se debe evaluar la propiocepción, a diferencia del resto de las cualidades, y los estudios de investigación que resaltan el valor de entrenar esta cualidad, tampoco hacen referencia a métodos dinámicos/funcionales de evaluación. Solo en algunas publicaciones se hace referencia a la medición de la propiocepción, pero en ningún caso es efectuada mediante tests dinámicos/funcionales.²

El concepto de hacer ejercicios propioceptivos para restaurar el control neuromuscular fue introducido inicialmente en programas de rehabilitación, debido a que los ligamentos y tendones contienen mecano-receptores, por lo que una lesión en estas estructuras modificaría la información aferente, así que en el entrenamiento, después de una lesión, sería necesario restaurar esta función neurológica alterada. Más recientemente, las técnicas de acondicionamiento neuromuscular se han utilizado para la prevención de lesiones.⁴ Se ha resaltado el papel de la propiocepción en la prevención y tratamiento de las lesiones deportivas, fundamentado en que después de las lesiones articulares, suelen afectarse mecanismos propioceptores que inhiben la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación, lo que contribuye a que se reproduzcan las lesiones, así como al deterioro progresivo de la articulación.⁵

La sensibilidad propioceptiva resulta provechosa para los músculos y en los tejidos internos. La sensación de movimiento o propiocepción es una de las características más evidentes del entrenamiento expresivo, deportivo o psicomotor. Resulta extremadamente fina e informa de la posición, el equilibrio y sus cambios, por lo cual se incluye el sentido de la posición, además de la posición estacionaria de cada segmento y la cinestesia de cada segmento en

relación con el resto.⁶ La propiocepción ocurre por una compleja integración de impulsos somato-sensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de propioceptores, permitiendo el control neuromuscular por parte del atleta.⁷

A partir de la revisión de fuentes de información científica,² así como por la experiencia de entrenadores y médicos deportólogos, queda en evidencia el valor que posee la evaluación de la propiocepción dentro de un plan de entrenamiento; sin embargo este tipo de trabajo se lleva a cabo, en la mayoría de los casos, sin mediciones objetivas ni estándares a los cuales remitirse para documentar y cuantificar los cambios que se pueden ir produciendo en el estado del deportista. Sólo el criterio subjetivo del terapeuta o entrenador guían el proceso de entrenamiento determinando el ritmo y progreso del mismo. En base a estos hallazgos surgió el interés de realizar la pesquisa, utilizando por primera vez en el Instituto de Medicina del Deporte de La Habana, la plataforma COBS[®] de la firma Seca[®], de origen alemán, comercializada por la Empresa Physiomed,⁸ lo que permite realizar estudios de propiocepción en los deportistas cubanos de alto rendimiento.

La elección del Tiro Deportivo para realizar la presente investigación se debe a las características motrices de esta modalidad, donde lo que prima no es el movimiento por cambios de desplazamientos, sino el mantenimiento de una postura corporal lo más estable que contribuya a la precisión para el disparo. La práctica de este deporte requiere preparación física, formación y disciplina. Es un deporte que implica poner a prueba la precisión y velocidad en el manejo de un arma de fuego o de aire comprimido, según la modalidad que se trate.⁹ Durante el control médico del entrenamiento deportivo de estos atletas, se les realizan pruebas específicas de terreno, donde es fundamental conocer el desarrollo del sistema propioceptivo y la coordinación neuromuscular, particularmente en el logro de posturas estáticas que favorezcan la precisión del tiro.⁹ Resulta importante el desarrollo de la capacidad de equilibrio para mantener una posición estable durante las ejecuciones, lo que influye en el ritmo con que se efectúan los diferentes disparos.

Considerando que la incorporación de los análisis con la plataforma COBS[®] brindará informaciones más confiables y reproducibles para la mejor orientación de la preparación del tirador, se desarrolló la presente investigación

con el objetivo de evaluar variables que permitan apreciar el estado del sistema propioceptivo en tiradores deportivos masculinos de alto rendimiento y su incidencia en la efectividad del disparo.

Material y método

Se desarrolló un estudio descriptivo, transversal y prospectivo con intervención. La muestra intencional corresponde a los tres tiradores de pistola libre seleccionados a participar en los Juegos Centroamericanos y del Caribe (JCAC), celebrados en Veracruz, México en 2014, en la modalidad de pistola libre a 10 y 50 metros, hombres. Se realizó un estudio propioceptivo a estos atletas empleando la plataforma COBS[®], en posición habitual de pie y durante la ejecución de 70 disparos en diferentes variantes de posturas, en ambas distancias, para un total de 426 mediciones.

Criterios de inclusión:

- Atletas de alto rendimiento, del equipo nacional de tiro deportivo, pistola libre, seleccionados para participar en los JCAC de 2014, que no curse con una lesión aguda de miembros inferiores.
- Estar de acuerdo en participar en la investigación, forma voluntaria y con el consentimiento informado.
- Participar en todos los momentos de la prueba.

Para la realización del trabajo se utilizaron los datos de las variables obtenidas durante las mediciones, aportadas por la Plataforma COBS[®], consistente en acciones realizadas por cada miembro, capacidad de carga, coordinación, fluctuaciones, índice de fuerza e índice de simetría. El software expresa los resultados a través de gráficos y valores de medición, así como valores de referencia. Los parámetros de evaluación son los que se describen en el Manual de instrucciones para el manejo.⁸ Se realizó una evaluación inicial a cada atleta, según protocolo del software para la posición de pie habitual (medición No. 3 del Manual)⁸, pues es la que se ajusta a las condiciones del deporte en estudio. Este primer registro se considera como análisis exploratorio. Posteriormente se siguió el protocolo diseñado por la autora principal, conjuntamente con el entrenador de los tiradores en estudio,² para ambas modalidades, tomando en cuenta los indicadores que brinda dicho programa. Para cada prueba el tiempo de medición es de 10 segundos. Se realizaron un

total de 426 mediciones en 420 disparos, con 140 disparos por cada atleta, pues en cada distancia se les realizó una medición en posición de tiro habitual (pies al ancho de hombros, 30 disparos), así como en posiciones modificadas, 10 disparos en cada una: Cerrada (pies unidos); Abierta (pies separados, a más del ancho de hombros); Descalzo Mejorada (con Intervención). Esta última medición, con intervención, se realizó mejorando la postura del atleta, mediante influencia externa, por indicaciones del entrenador, según los resultados gráficos que aporta el software en cada medición, con el objetivo de comprobar la correspondencia entre posturas con todas las variables dentro de parámetros normales (índice de fuerza, índice de simetría, coordinación y carga de cada miembro) y la efectividad del disparo.

El comportamiento de las diferentes variables se analizó mediante técnicas descriptivas, examinando las diferencias entre las distintas posiciones de una medición a otra.

Se confeccionó una base de datos con los resultados de cada atleta en cada momento: primera medición que se considera un análisis exploratorio como referencia y el resto de las pruebas que son valoradas después de realizar el análisis exploratorio. El procesamiento de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS para Windows (Versión 11.5). Los indicadores utilizados en la estadística descriptiva fueron frecuencias absolutas y, porcentuales, media y desviación estándar.

Resultados

El tiro deportivo es un deporte que presenta desafíos y dificultades para el atleta, muy altas en el que se inicia, dado que esta práctica competitiva no tiene mucha relación con actividades motrices básicas o comunes, como correr, saltar, lanzar o trepar, que para cualquier deporte suponen una experiencia motriz previa.² Con esos antecedentes se presentan los resultados comenzando con la descripción del estudio propioceptivo exploratorio a estos atletas, en posición habitual de pie, de manera que esos datos sean una referencia para la presentación posterior de los resultados en distintas posiciones de tiro, incluyendo los de la intervención.

Valores de referencia en posición habitual de pie

En la Tabla 1 se muestran los valores alcanzados por los tres tiradores, en la posición habitual de pie, según la metodología de la plataforma COBS®. Se reflejan los datos de las variables obtenidas (acciones realizadas por cada miembro, capacidad, coordinación, fluctuaciones, índice de fuerza e índice de simetría) que se consideran referenciales para la muestra.

Tabla 1. Caracterización propioceptiva de tiradores. Pistola libre. Estudio exploratorio.

Atleta	Distancia (m)	Acciones I/D		Capacidad I/D		Coordinación I/D		Fluctuación	Índice Fuerza	Índice Simetría
1	10	0	0	47	53	0.81	0	0.2	0	0.9
	50	0	0	49	51	0.69	0.87	0.1	0	0.98
2	10	0	0	51	49	0.85	0	0.2	0	0.94
	50	0	0	51	49	0.69	0.89	0.1	0	0.93
3	10	0	0	51	49	0.72	0	0.2	0	0.95
	50	0	0	49	51	0	0.27	0.2	0	0.96

- La variable “**Acciones**, Izquierda / Derecha” (Valor de referencia: 0.00) delimita cuántos movimientos se han llevado a cabo en un tiempo determinado, (10 segundos). En esta comprobación todos los atletas coinciden con el valor de referencia aportado por el software, que es de 0 para cada hemicuerpo, es decir que no se originaron movimientos.
- La variable “**Capacidad**, Izquierda / Derecha”(49-51%) precisa la proporción de la capacidad promedio entre ambos miembros inferiores, en un tiempo determinado: 50/50 significa que la capacidad promedio de la pierna izquierda y de la derecha es igual, 50 % cada una. La capacidad, expresión de la carga ejercida por uno u otro miembro, se comporta positivamente en la mayoría de las mediciones, excepto en el tirador 1 en la distancia de 10 metros donde se aleja de los valores de referencia en cada miembro.
- La variable “**Coordinación**,Izquierda / Derecha” (0.90 – 1.00) define cuán armónicos son los movimientos. Mientras más alto y cercano a 1.00 se muestre el valor, es mejor la coordinación. Los tres casos estudiados se encuentran por debajo del valor mínimo de referencia (0.90), destacándose en este aspecto negativo el atleta 3.

- La variable “**Fluctuación**” (0.0% – 0.3 %) indica cuánto es el cambio del valor promedio de la capacidad mostrado en el tiempo. Esto señalará cuán alta será la fluctuación. La cuantificación de la fluctuación promedio es medida como un porcentaje del peso corporal. Los tres tiradores se mantienen dentro de los valores referenciales en esta variable.
- La variable “**Índice de Fuerza**” (0.0%) define cual es la relación entre el peso corporal y la fuerza promedio utilizada para realizar las acciones. También en esta variable los resultados de los tiradores se corresponden con el valor debido.
- La variable “**Índice Simétrico**” (0.95 – 1.00) especifica la coherencia o irregularidad entre las mediciones de derecha / izquierda en un tiempo determinado. Mientras más alto sea el índice mejor es la coherencia en los valores medidos. En este aspecto, el Atleta 1 queda por debajo en la distancia de 10 m y el atleta 2 es el de peores resultados en ambas distancias.

Estudio propioceptivo en posiciones de tiro

El porcentaje de **acciones** realizadas por los tres tiradores, con cada miembro inferior, según posición y distancia se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. **Acciones** de cada miembro inferior según posición y distancia.

Posición	Total de Acciones	Distancia			
		10 metros		50 metros	
		Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
		%	%	%	%
Tiro habitual	2	2.2	2.2	10.0	10.0
Cerrada	1	3.3	3.3	26.7	26.7
Abierta	3	10.0	10.0	0.0	0.0
Descalzo	2	6.7	6.7	6.7	6.7
Mejorada	4	13.3	13.3	13.3	13.3
Total	12	5.7	5.7	11.0	11.0

Se registró mayor número de acciones en 50 metros con 23 para un 11% del total de disparos realizados; en 10 metros se encontraron 12 acciones (5.7%). La posición de tiro habitual ocupa el porcentaje más bajo (2.2%) en 10 metros. La posición cerrada presenta el mayor porcentaje en orden ascendente en 50 metros (26.7%) y el cuarto lugar en orden descendente para 10 metros (3.3%). Independientemente de la distancia, la posición mejorada se mantiene en la misma cifra (13.3%).

En la tabla 3 se muestran las medidas resumen (media y desviación estándar) de la **capacidad** de los tres atletas, según posición, distancia y miembro.

Tabla 3. **Capacidad** de cada miembro según posición y distancia.

Posición	Distancia							
	Capacidad. 10m				Capacidad. 50m			
	Izquierdo		Derecho		Izquierdo		Derecho	
X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
Tiro habitual	49.9	3.2	50.1	3.2	49.7	2.0	50.3	2.0
Cerrada	51.6	3.0	48.4	3.0	54.6	3.8	45.4	3.8
Abierta	50.1	2.2	49.9	2.2	50.1	2.8	49.9	2.8
Descalzo	51.0	2.4	49.0	2.4	50.4	1.5	49.6	1.5
Mejorada	49.7	0.8	50.3	0.8	49.6	0.6	50.4	0.6

En estos atletas la media de capacidad no tiene un comportamiento uniforme para las posiciones, distancia y miembros en los disparos, de manera que se hace mayor a la izquierda en 50 metros con 54.6% y con 51.6% a la distancia de 10 metros, ambas para la posición cerrada, En la posición mejorada con 50.4% en 50 metros y 50.3% en los 10 metros, son los valores más cercanos a

los de referencia. La variabilidad es menor en la posición mejorada, pues es la única que tiene una desviación estándar por debajo de 1 (0.8 y 0.6 para 10 metros y 50 metros respectivamente)

La tabla 4 exponen las medidas resumen de **coordinación** según posición, distancia y miembro obtenida durante las mediciones realizadas.

Tabla 4. Medidas resumen de coordinación según posición y distancia.

Posición	Distancia							
	10 metros				50 metros			
	Izquierdo		Derecho		Izquierdo		Derecho	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Tiro habitual	0.8	0.1	0.0	0.0	0.1	0.02	0.7	0.2
Cerrada	0.8	0.1	0.0	0.0	0.1	0.03	0.7	0.2
Abierta	0.8	0.1	0.0	0.0	0.1	0.01	0.6	0.4
Descalzo	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.01	0.5	0.3
Mejorada	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.01	0.5	0.4

Los valores más altos de coordinación corresponden al hemicuerpo izquierdo, distancia 10 m, en todas las posiciones.

Las medidas resumen de **fluctuación** de los valores encontrados según posición y distancia se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Medidas resumen de fluctuación según posición y distancia

Posición	Distancia			
	10 metros		50 metros	
	X	DE	X	DE
Tiro habitual	0.1	0.0	0.2	0.1
Cerrada	0.6	0.05	1.6	0.09
Abierta	0.1	0.0	0.1	0.0
Descalzo	0.1	0.0	0.2	0.1
Mejorada	0.2	0.1	0.3	0.2

La posición abierta registra los mejores valores seguido de las posiciones de tiro habitual y descalzo, todos con una variabilidad de 0.0 en 10 metros y 0.1 en 50 metros,

En la tabla 6 se muestra el **índice de fuerza** obtenido en las distintas distancias y posiciones.

Tabla 6. Medidas resumen del índice de fuerza según posición y distancia

Posición	Distancia			
	10 metros		50 metros	
	Total	%	Total	%
Tiro habitual	1	1.1	10	11.1
Cerrada	1	3.3	8	26.7
Abierta	4	13.3	0	0.0
Descalzo	2	6.7	3	10.0
Mejorada	4	13.3	4	13.3
Total	12	5.7	25	11.9

Nota: Los totales se refieren a la cantidad de mediciones con un índice de fuerza superior a cero respecto al total de 210 mediciones realizadas en esta variable.

La posición abierta a la distancia de 50 metros es la única que cumple con el indicador. La posición cerrada a 50 metros registra el mayor porcentaje (26.7%) de índice de fuerza mayor de cero seguido de las posiciones abierta en 10 metros y la mejorada en ambas distancias, todas con el mismo valor (13.3%). La posición de tiro habitual en 50 metros aporta el mayor número de mediciones con 10, donde el índice de fuerza fue mayor de cero. En tabla posterior se hará referencia a la relación existente entre el índice de fuerza y las acciones realizadas.

Las medidas resumen del **índice de simetría** según posición y distancia se exponen en la tabla 7.

Tabla 7. Medidas resumen del índice de simetría según posición y distancia

Posición	Distancia			
	10 metros		50 metros	
	X	DE	X	DE
Tiro habitual	0.88	0.1	0.93	0.0

Cerrada	0.88	0.1	0.81	0.1
Abierta	0.91	0.0	0.89	0.0
Descalzo	0.90	0.1	0.94	0.0
Mejorada	0.97	0.0	0.97	0.0

La única posición que logra valores dentro del rango de referencia es la mejorada con la intervención del entrenador.

Relación entre variables propioceptivas y efectividad del disparo

A continuación se presentan dos tablas (8 y 9) donde se ilustra la relación existente entre los resultados del estudio propioceptivo con la plataforma COBS® y la efectividad del disparo en las distintas posiciones, a partir de valores porcentuales según la calificación del disparo como variable pedagógica, para una mayor fundamentación del alcance de esta investigación y la importancia que aporta para explicar el rendimiento deportivo. El análisis se realiza solamente con el Índice de Simetría por considerarse más demostrativo de la relación.

Tabla 8. Disparos de alto impacto a la distancia de 10 metros según simetría y posición.

Posición	Total Disparos	Simetría Adecuada				Simetría no Adecuada			
		Disparo alto impacto		Disparo no alto impacto		Disparo alto impacto		Disparo no alto impacto	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Hab. Tiro	90	14	77.8	4	22.2	60	83.3	12	16.7
Cerrada	30	5	83.3	1	16.7	18	75.0	6	25.0
Abierta	30	3	100.0	0	0.0	19	70.4	8	29.6
Descalzo	30	8	72.7	3	27.3	16	84.2	3	15.8
Mejorada	30	22	81.5	5	18.5	2	66.7	1	33.3
Total	210	52	80.0	13	20.0	115	79.3	30	20.7

En la Tabla 8 se registran los disparos de alto impacto a la distancia de 10 metros según simetría y posición. No existe marcada diferencia en los resultados porcentuales encontrados en la calificación del disparo según el

comportamiento de la simetría corporal, con 80% de disparos de alto impacto con simetría adecuada y 79.3% de disparos de alta calificación con asimetría, sin embargo el mayor número de disparo de alta calificación se logra con asimetría, 115 disparos contra 52, lo que se explica por el elevado número de disparos en este indicador. En la posición abierta la totalidad de disparos tuvieron una alta calificación cuando la simetría fue adecuada, teniendo el porcentaje más alto (29.6%) de disparos de baja calificación con simetría no adecuada. La posición descalzo recoge el mayor porcentaje (84.2%) de disparos de alto impacto con asimetría. La posición mejorada aporta el mayor número de disparos de alto impacto con 22 en esta distancia con simetría adecuada, mientras que la posición habitual de tiro recoge el mayor número de disparos de alta calificación con 60 cuando falta simetría.

Tabla 9. Disparos de alto impacto a la distancia de 50 metros según simetría y posición.

Posición	Total Disparos	Simetría Adecuada				Simetría no Adecuada			
		Disparo alto impacto		Disparo no alto impacto		Disparo alto impacto		Disparo no alto impacto	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Hab. Tiro	90	17	56.7	13	43.3	42	70.0	18	30.0
Cerrada	30	2	66.7	1	33.3	16	59.3	11	40.7
Abierta	30	0	0.0	0	0.0	19	63.3	11	36.7
Descalzo	30	9	52.9	8	47.1	8	61.5	5	38.5
Mejorada	30	19	65.5	10	34.5	1	100.0	0	0.0
Total	210	47	59.5	32	40.5	86	65.6	45	34.4

La Tabla 9 muestra la misma relación que la anterior, pero a la distancia de 50 metros. En esta distancia el porcentaje de disparos de alto impacto con simetría no adecuada (65.6%) fue superior al de los disparos de alta calificación obtenidos con adecuada simetría (59.5%). La posición abierta en

esta ocasión no presenta disparos con simetría adecuada. La posición mejorada ocupa el primer lugar con 100% de disparos de alto impacto con asimetría y el segundo lugar (65.5%) con simetría adecuada, mientras que la posición habitual de tiro recoge el mayor número de disparos de alta calificación con 42 cuando falta simetría. La posición cerrada ocupa el primer lugar con 66.7% de disparos de alto impacto con simetría adecuada y de disparos de baja calificación (40.7%) con simetría no adecuada.

Discusión

A diferencia de la mayoría de los deportes, los tiradores se entrenan para mantenerse inmóviles y adoptar una postura muy particular y diferente a la habitual. Existen habilidades técnicas que se encuentran en el patrón de disparar de los tiradores de pistola. Asimismo, los errores al adoptar la postura específica, mantenerse inmóvil y accionar el disparador, tienen consecuencias relacionadas entre sí, que inciden en el resultado. La posición que adopta el atleta para realizar los disparos, estará determinada por la colocación y relaciones entre piernas, pelvis, tronco, cabeza y extremidades superiores, particularmente, el brazo y la mano que sostiene el arma.²

Al analizar los resultados en la variable “**acciones**” se recordará que se considera una acción cuando durante una medición se cambia en más de un 20% la distribución del peso corporal, lo que indica que existen movimientos innecesarios durante la ejecución. En las diferentes posiciones estudiadas este indicador debe ser 0 pues son posiciones estáticas, ya que no se incluyó en los 10 segundos de medición el gesto de abducir el brazo para adoptar la posición de tiro, es decir la medición se efectuó a partir de que el tirador “entraba en zona” (apuntar a la diana); en este deporte la característica esencial es la inmovilidad para evitar las oscilaciones del sistema en su totalidad y del brazo que porta el arma, lo que incidiría negativamente en la efectividad del disparo. La posición de tiro habitual ocupa el porcentaje más bajo (2.2%) en 10 metros, lo que demuestra que esta posición es la más ventajosa en comparación con la cerrada que presenta el mayor valor porcentual de acciones, que se traduce como un aspecto negativo debido a que al unir los

pies disminuye marcadamente la base sustentante con lo que aumenta la inestabilidad conllevando a una mayor cantidad de oscilaciones de todo el sistema.^{1,2,10} El atleta 1 al tener reducido el contacto de sus pies con la superficie debido a los problemas podálicos que presenta (pie izquierdo cavo extremo y pie derecho cavo)² tiene menos superficie de contacto plantar y disminución de la participación de receptores nerviosos que envíen la información a la médula espinal y a niveles encefálicos para que sea procesada y responda por vía eferente a los músculos para que realicen los ajustes necesarios; por esta razón presenta indicadores propioceptivos tan negativos, esto sumado a que el cavismo conlleva la proyección del centro de gravedad hacia la zona metatarsal alterando el control del equilibrio.^{10,11} Los tiradores tienen la tarea de seleccionar una posición que requiera el menor gasto energético por esfuerzos musculares y adecuadas tensiones del aparato ligamentoso para mantener las posiciones estáticas. El cuerpo debe someterse a una mínima cantidad de oscilaciones. La línea vertical del centro común de gravedad coincide con el eje articular de cadera, rodilla y tobillo, así el aparato ligamentoso recibe menor sobrecarga para reforzar las articulaciones y se logra un adecuado balance entre las cadenas musculares extensoras y estabilizadoras de la posición bípeda. Un tirador sosteniendo el arma (pistola) al asumir la posición de tiro establece un sistema mecánico distinto al de la postura bípeda habitual del ser humano, esta nueva posición instaurotro sistema que tiene su propio centro de gravedad y está en equilibrio solo cuando la línea (proyección) de gravedad está dentro del área de sustentación. El intentar sostener la carga en una posición fija causa inevitablemente un cambio sustancial en la posición de las partes del cuerpo que se mueven para crear un desplazamiento compensatorio que "contrabalancea" el peso del brazo elevado y del arma. Esto causa un cambio significativo en la posición del cuerpo del tirador, al adoptar la posición para disparar con la pistola, su cuerpo adquiere una postura no natural y asimétrica. Preservar el balance en estas condiciones representa una inusual y considerable sobrecarga en músculos y ligamentos. De lo anteriormente expuesto deriva la importancia práctica del entrenamiento propioceptivo para lograr mantener la relación entre los segmentos corporales y a la vez el ahorro energético, fortaleciendo la musculatura de las cadenas musculares que intervienen.^{1, 10,11,12}

La variable “**capacidad**” para la posición cerrada presenta los valores más negativos de todos los obtenidos, posiblemente debido a la disminución del área sustentante. En la posición mejorada se advierte la influencia positiva de las indicaciones del entrenador (intervención) que se pueden considerar como un entrenamiento propioceptivo, obteniéndose valores dentro del rango de normalidad. En un tirador la ubicación de los pies depende del grado de sensibilidad (propiocepción músculo-articular) que posea y de su habilidad para reproducir su posición de tiro de manera uniforme; esta “memoria muscular” para reproducir la posición de tiro incluye la colocación de los pies, el ángulo entre ambos y la distribución del peso corporal sobre ellos, ello depende de la experiencia y edad deportiva. La “memoria muscular” para reproducir la posición del cuerpo depende del nivel de entrenamiento especial del tirador, que debe permanecer en posición, en la línea de tiro, durante toda la duración del evento, todo esto asociado a la inmovilización de la cintura escapular y la extremidad superior.¹²

En la variable “**coordinación**” se destacan los resultados del hemicuerpo derecho en la distancia de 10 metros, cuyos valores son igual a cero, lo que traduce que se produjo un mínimo de acciones durante la medición, o sea no existen desplazamientos evidentes y por tanto no se refleja coordinación, esto coincide con lo explicado en la tabla 2 respecto a las acciones donde en 10 metros es menor el porcentaje de acciones. Se evidencia una mayor coordinación en 10 metros a la izquierda. Para mantener el balance de un cuerpo estático, en este caso el conjunto tirador-pistola, es necesario neutralizar las fuerzas externas que operan sobre éste. El cuerpo humano revela un sistema complejo de movimiento de sus distintos segmentos; cada uno tiende a desplazarse hacia abajo por efecto del propio peso (fuerza de gravedad) por eso es necesario una específica neutralización o coordinación de las fuerzas musculares para primero, mantener la relación entre las partes móviles del cuerpo en la posición específica del tirador y después asegurar su inmovilidad.^{1, 2, 10, 12}

En la variable **fluctuación** la posición abierta registra los mejores valores seguido de las posiciones de tiro habitual y descalzo; es decir además de ser los más armónicos poseen la menor variabilidad con respecto a las otras mediciones. La posición que más fluctúa es la cerrada con mayores valores de

desviación estándar para ambas distancias de disparo. Se considera que la fluctuación es una variable que se mueve según los valores obtenidos en el resto de parámetros mostrados por el software, sobre todo cuando sus resultados se alejan de los valores de referencia. La posición cerrada es de difícil dominio para los participantes, sobre todo el atleta 3, debido a presentar alteraciones podálicas (pie derecho cavo e izquierdo cavo extremo)² que dificulta aún más la tolerancia de esta postura por disminución en la base de sustentación.^{10,11} En los tiradores de pistola con experiencia, el patrón del disparo está influenciado por la inestabilidad de la "línea de mira", expresión de la fluctuación física (del cuerpo) y los movimientos del brazo en forma de vibraciones (oscilaciones) muy finas que no pueden ser eliminadas completamente. La inestabilidad del brazo depende de factores biomecánicos, condiciones de entrenamiento, fuerza y tonicidad de la musculatura de la cintura escapular, brazo y espalda mientras que la fluctuación depende de la estática de las extremidades inferiores y el sentido del equilibrio, todo lo que está influenciado en parte por factores hereditario y programación a temprana edad, que en gran parte incide en la calidad del equilibrio y la fluctuación, ello pueden ser mejorado a través de un adecuado entrenamiento propioceptivo.¹²

En el análisis de los valores del **índice de fuerza** y del **índice de simetría** **resalta** la posición mejorada, resultado de la intervención pues precisamente el objetivo de esta colocación es lograr una correcta simetría en los atletas; influyendo externamente sobre ellos de manera verbal o táctil, se interviene de manera consciente en el desarrollo del sentido propioceptivo. El resto de los resultados coincide con lo encontrado en la posición habitual, a causa de los problemas podálicos diagnosticados en estos atletas a partir del plantograma.²

Al analizar los resultados en estos indicadores es necesario resaltar que sobre el cuerpo humano se ejercen dos fuerzas externas conjuntamente, la fuerza de gravedad y la fuerza de reacción de la superficie sobre la que se apoya. La fuerza de gravedad pasa por el centro de gravedad corporal (CGC) a nivel de la pelvis y se proyecta perpendicular al plano horizontal de apoyo. La fuerza de reacción de la superficie de apoyo tiene la misma magnitud y es directamente opuesta e igual a la fuerza de gravedad, equivalente al peso corporal.^{1, 10} Para mantener el equilibrio de un cuerpo estático - el tirador - es necesario neutralizar las fuerzas externas que operan sobre éste. Para mantener el

equilibrio la línea de la gravedad debe proyectarse dentro del área de sustentación.^{10,12,13} En el tiro deportivo, la posición de pié es la menos estable, debido a la altura del CGC localizado sobre un área de soporte comparativamente reducida. Aquí la estabilidad depende del peso y la talla del tirador, la altura de la pelvis, la posición que adopte. Se puede variar al inclinar el tronco atrás y apoyarse en los talones, o mantener el tronco erecto y descargar su peso en el mediopié y así llevar la proyección del CGC al centro del área sustentante. En la práctica el tirador toma una posición particular en la que el peso se distribuye sobre la superficie de soporte y dentro de sus límites; puede cambiar la posición de ambos pies para aumentar o disminuir el área de sustentación con lo que varía la estabilidad; sin embargo, aumentar el área no incrementa la estabilidad porque el ángulo de estabilidad aumenta en una sola dirección y puede llegar a proyectarse el CGC fuera del área.^{1, 10, 12,13}

En cuanto a la relación entre las variables propioceptivas y efectividad del disparo encontrada en esta investigación, se estiman que estos resultados se deben a la maestría deportiva y nivel alcanzado por estos atletas, a pesar de la pobre simetría diagnosticada durante las mediciones en posición habitual, además es la posición que adoptan para entrenar diariamente. La media del grupo determina asimetría en todas las posiciones, excepto la mejorada. Se logran mayor cantidad de disparos de alto impacto sin simetría que con ella por la razón antes expuesta. Este comportamiento evidencia problemas de simetría ya que la carga hacia la derecha debería ser desde el punto de vista biomecánico lo ideal en la ejecución deportiva de esta especialidad, partiendo de que son atletas derechos. La carga neutra lejos de lo que se pudiera pensar no sería lo ideal, pues al abducir el brazo a 90° para alcanzar la posición de tiro, los hemicuerpos dejan de estar en igualdad de condiciones, se pierde la simetría, entonces se debe cargar hacia la derecha para compensar.² Para crear condiciones más favorables a la función muscular, se desplaza el tronco ligeramente hacia atrás e izquierda con un carácter compensatorio, el peso del cuerpo estará repartido entre ambas piernas y el centro de gravedad proyectado en el área de apoyo y algo desplazado hacia el antepié.¹³ En esta investigación se comprobó la adopción por los tiradores de esta postura compensatoria, en la distancia de 10 metros en el 48.1% y en la distancia de 50 metros en el 47.1% de las mediciones, asumieron la carga de sus segmentos

corporales hacia la izquierda. Se razona que la carga hacia la izquierda es un medio de compensación para los tiradores derechos a la tensión muscular de su brazo derecho, sobre todo cuando falta fuerza en la musculatura abductora, pero este comportamiento rompe la simetría corporal y afecta el valor del disparo. En la distancia de 50 metros esta postura estuvo acompañada de un 67.7% de disparos de alto impacto, no ocurrió lo mismo en la distancia de 10 metros, donde los mejores disparos fueron con carga a la derecha. Además la efectividad del tiro en 50 metros se ve influenciada junto con los factores técnicos, tácticos, psicológicos, propioceptivos y otros, por los agentes externos medio ambientales; esto pudiera dar respuesta a las diferencias encontradas entre ambas distancias, donde la mayor cantidad de disparos de alto impacto no coinciden con una simetría adecuada, según se esperaba. Vidaurreta¹⁴ hace alusión a este tema; desde el punto de vista táctico se destaca la importancia de entrenar bajo condiciones meteorológicas variables para prevenir y contrarrestar el aumento de la dispersión de los impactos, y por ende, para un mejor resultado. También se ha señalado entre los factores básicos a tener presente en el tiro deportivo junto al control de la calidad del material (armas, municiones y equipo técnico), el tiro en condiciones climático-ambientales cambiantes como viento, cambio de luz, de temperatura y humedad.^{15, 16,17}

Los resultados de la presente investigación permiten concluir que la plataforma COBS® aporta nuevas posibilidades para el control médico pedagógico del entrenamiento en el tiro deportivo, brindando información diagnóstica detallada y medible sobre las características del control propioceptivo individual de estos atletas. Fue posible registrar indicadores de la actividad propioceptiva y neuromotriz en cuanto a coordinación, equilibrio y fuerza, estableciendo su relación con los resultados pedagógicos específicos mediante disparos de alto impacto. Se demostró que la efectividad del disparo está influenciada por la simetría y ésta a su vez depende de la proyección corporal hacia la derecha con predominio de la carga muscular de ese hemicuerpo, durante la posición de tiro en cualquiera de sus variantes, por ser derechos los tiradores evaluados. Se instrumentaron entrenamientos propioceptivos utilizando la propia plataforma, para mejorar la postura del tirador y así influir positivamente sobre la efectividad del disparo.

Referencias bibliográficas

1. Gutiérrez Dávila M. Biomecánica Deportiva. Bases para el análisis. Madrid. Ed. Síntesis, 1999
2. Díaz Santos Z. Estudio propioceptivo en tiradores elite con plataforma COBS
3. [®] en relación con la efectividad del disparo. Tesis de Especialista en Medicina del Deporte. La Habana. Instituto de Medicina del Deporte. 2014
4. Araguas RO. Propiocepción en rehabilitación de lesiones deportivas. Buenos Aires. Asociación Argentina de Traumatología del Deporte. 2005.
5. Ávalo Ardila C & Bérrio Villegas J. Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas. Tesis. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 2007. Disponible <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf>. Consultado 2-8-2013.
6. Casáis Martínez L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. Apunts. Medicina l'esport. 2008; 157(43). Disponible <http://www.apunts.org/apunts>. Consultado 8-10-2013.
7. Guillén del Castillo M & Linares Girela D. Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano. Madrid. Ed. Médica Panamericana. 2002.
8. Buz Swanik C. Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses. Am Journal of Bone and Joint Surgery. 2004; 86: 328-334. Disponible: <http://www.ejbs.org/cgi/content/abstract/86/2328>. Consultado 28-9-2013
9. Physiomed. Technology for Therapy. Plataforma COBS. Instrucciones para el Manejo. Alemania. Seca. S/F.
10. León Valladares D. Conferencia sobre control médico en deportes de arte competitivo. La Habana. Instituto de Medicina del Deporte. 2010.
11. León Pérez S. Temas de Morfología Funcional y Biomecánica Deportiva. La Habana. Instituto de Medicina del Deporte. 2013.
12. Hernández Corvo R. Halterofilia y movimiento. Madrid. Dirección General de Deportes. 1999.

13. Lois González Y. Estudio de las variaciones del equilibrio en atletas de Tiro Deportivo del Equipo Nacional de Cuba. Trabajo de Diploma. La Habana. ISCF.2006
14. Guerra Robaina Y. Algunas características morfofuncionales del equipo nacional de Tiro Deportivo. Trabajo de Diploma. La Habana. ISCF.2005.
- 14 Vidaurreta R. Adecuación del centro de impactos como factor que favorece el rendimiento en competición en tiradores de pistola 50 metros (hombres). Tesis de Doctorado en Ciencias de la Cultura Física. La Habana. ISCF.2009
- 15 Barani G. Medicina, Psicología y Pedagogía en el tiro deportivo. Wiesbaden. III Congreso Científico para UIT. 4:52-57.1987.
- 16 Korj AY. Tiro Deportivo. Moscú, Instituto Superior de Cultura Física. 1987
- 17 Rio R. Entrenamiento inteligente en Tiro. Munich. ISSF News. 6: 98-99.2003

Recibido: 10 de septiembre de 2014

Aprobado: 26 de diciembre de 2014