

Gutiérrez-Santiago, A.; Otero-Ferreira, I.; Prieto-Lage, I. (202x) Analysis of the Mistakes in Xuanfengjiao and Tengkong Waibaitui Jumps in Wushu. A Pilot Study. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. X (X) pp. xx. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/___*](http://cdeporte.rediris.es/revista/)

ORIGINAL

**ANÁLISIS DEL ERROR EN LOS SALTOS
XUANFENGJIAO Y TENGTKONG WAIBAITUI EN WUSHU
UN ESTUDIO PILOTO**

**ANALYSIS OF THE MISTAKES IN XUANFENGJIAO AND
TENGTKONG WAIBAITUI JUMPS IN WUSHU. A PILOT
STUDY**

Gutiérrez-Santiago, A.¹; Otero-Ferreira, I.²; Prieto-Lage, I.³

¹ Profesor Titular de Universidad. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Observational Research Group. Universidad de Vigo (España) ags@uvigo.es

² Graduada CCAFD. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo (España) otero.ferreira.iria@gmail.com

³ Profesor Ayudante Doctor. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Observational Research Group. Universidad de Vigo (España) ivanprieto@uvigo.es

Código UNESCO: 5899 Otras Especialidades Pedagógicas (Educación Física y Deporte) / Other Pedagogical Specialties (Physical Education and Sport)

Clasificación Consejo de Europa: 17. Otras: Análisis de Rendimiento / Others: Performance Analysis

Recibido 20 de marzo de 2020 **Received** March 20, 2020

Aceptado 18 de abril de 2021 **Accepted** April 18, 2021

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es detectar y analizar mediante T-Patterns y coordenadas polares los errores técnicos y las secuencias conductuales que se producen en dos saltos con rotación de 540 grados integrados en las formas o rutinas de competición de wushu (taolu). Analizamos 47 formas de competición masculina sénior de ámbito internacional: 43 saltos Xuanfengjiao y 33 saltos Tengkong-Waibaitui. Los errores más frecuentes son el insuficiente grado de giro y la falta de altura de la patada a nivel de los hombros. Las secuencias de errores afectan al ataque del salto, al desarrollo aéreo, a la toma de suelo, y a la recepción y desequilibrios. Los técnicos, árbitros y entrenadores de wushu pueden utilizar estos resultados para mejorar el entrenamiento y desarrollo de la competición y perfeccionar la tarea de los docentes proporcionando feedbacks más precisos.

PALABRAS CLAVE: wushu, salto, error, Metodología observacional, T-Pattern

ABSTRACT

The objective of this research is to identify and analyze T-Patterns and polar coordinates and the technical and behavioral sequential mistakes that occur in two jumps with a rotation of 540 degrees integrated in the forms and routines of wushu competition (taolu). We analyzed 47 forms of an international senior men's competition: 43 Xuanfengjiao jumps and 33 Tengkong-Waibaitui jumps. The most frequent mistakes are the insufficient degree of rotation and the lack of height of the kick at shoulder level. The mistake sequences affect the attack of the jump, the aerial development, the landing on the floor, and the reception and imbalances. The wushu technicians, referees and coaches can use these results to improve the training and development of the competition and to improve the task of the teachers by providing more accurate feedbacks.

KEYWORDS: wushu, jump, error, Observational methodology, T-pattern

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centra en el Wushu, concretamente en la modalidad de formas (taolu). Esta competición con rutinas libres contiene criterios específicos de evaluación y reducción (International Wushu Federation -IWUF-, 2005). En función de la calidad de los movimientos, de la presentación general y del coeficiente de dificultad, la forma o rutina presentada tendrá una puntuación preestablecida. Es similar a la gimnasia rítmica, el deportista sabe de antemano la puntuación a la que aspira con su rutina, estando determinada la nota máxima con la que el competidor comienza su forma. A partir de aquí, a medida que el competidor comete errores se le va reduciendo la puntuación.

Desde que se modificó el sistema de competición de formas taolu (IWUF, 2005) se introdujo el criterio de puntuación correspondiente a “grado de dificultad”. Esto supuso el diseño de un modelo técnico ideal y la codificación de técnicas que implican que las reducciones aplicadas a la puntuación de los competidores estén fundamentadas en los errores cometidos. En base a la normativa de arbitraje y a los criterios de penalización establecidos por la IWUF (2005), cualquier discrepancia con el modelo técnico ideal establecido será considerada como error.

Así, hay evidencias de que el conocimiento previo de los errores más habituales reduce el miedo a fallar (Zubiaur González & Gutiérrez Santiago, 2003). Las investigaciones en *wushu* se han centrado en la modalidad de *sanda* (Ju, 2017; Zhang & Gu, 2014) y en el análisis biomecánico de algunos saltos en rutinas de *wushu* (Benouaich et al., 2015; Wang et al., 2017). A pesar de ello, hasta ahora, las investigaciones sobre el error técnico en *wushu* son inexistentes, aunque sí ha sido estudiado en otras disciplinas de lucha como el judo (e.g., Gutiérrez-Santiago et al., 2013; Prieto-Lage et al., 2020), o en deportes individuales como la gimnasia rítmica o la natación (Rejman, 2013;

Veličković et al., 2016). Debido a esta carencia, los profesores de *wushu* se han basado para la enseñanza de la técnica en su propia experiencia profesional o en las indicaciones de manuales técnicos de carácter internacional (Bangjun & Alpanseque, 2007; Perez & Woodman, 2017; Wu, 2007).

Por todo ello, el objetivo de la presente investigación es detectar y analizar mediante T-Patterns y coordenadas polares los errores técnicos y las secuenciales conductuales más frecuentes que se producen en los saltos con giro de 540° *nanquan* (*Xuanfengjiao* y *Tengkong-Waibaitui*), efectuados en las formas o rutinas libres de competición masculina senior de *wushu* (*taolu*).

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

La metodología observacional nos permitió analizar los saltos en las formas de *wushu*. La observación realizada ha sido sistemática, abierta y no participante (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada, & Portell, 2018).

El diseño observacional fue nomotético (varios sujetos que ejecutan una misma técnica), seguimiento (determinar la estabilidad de la técnica en los distintos saltos), y multidimensional (las dimensiones se corresponden con los criterios del instrumento de observación). De este diseño se derivan una serie de decisiones sobre los participantes, los instrumentos y el procedimiento (Anguera et al., 2011).

Participantes

Utilizamos una muestra de conveniencia consistente en 47 formas de competición masculina sénior de ámbito internacional. Las unidades de medida en este estudio fueron los saltos *Xuanfengjiao* (n=43) y *Tengkong-Waibaitui* (n=33). Los saltos se analizaron utilizando material audiovisual de dominio público.

Instrumentos

El instrumento de observación elaborado *ad hoc* para este estudio le denominamos “Instrumento de observación de saltos 540° de *wushu*” I.O.SALTOS540-WUSHU (ver tabla 1). Combina el formato de campo con el sistema de categorías. Este tipo de combinación ha sido utilizada en múltiples investigaciones (Aguado-Méndez et al., 2020; Álvarez-Kurogi, 2020; Lasierra et al., 2020; Sabio Lago et al., 2018). Está formado por un conjunto de criterios que permite determinar los errores técnicos de los saltos estudiados. Se ajusta al diseño observacional y cumple las condiciones de exhaustividad y mutua exclusividad (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada, & Portell, 2018).

Los modelos técnicos ideales empleados para elaborar el instrumento de observación forman parte del reglamento de arbitraje y competición de *wushu*

establecido por la IWUF (2005). La construcción de esta herramienta de observación se fundamentó en que todo aquello que no concordase con el modelo técnico ideal de la IWUF (2005), era considerado un error y, por tanto, formó parte del instrumento de observación. Los dos saltos investigados forman parte de las técnicas codificadas en la reglamentación como *Xuanfengjiao* (XFJ, código-323A) y *Tengkong waibaitui* (TKWBT, código-324A). Son movimientos de dificultad “B” cuyo valor es de +0,3. Las habilidades que constituyen la estructura de estos saltos se amparan en patrones motores específicos de la disciplina del *wushu* pero ejecutados como elementos gimnásticos.

Tabla 1. Instrumento de observación I.O. SALTOS540-WUSHU

Criterio	Código	Categoría. Descripción
Inicio/Fin	IF	Inicio de forma. El competidor hace el saludo que indica el inicio de la forma.
	FF	Final de la forma. El competidor hace el saludo que indica el final de la forma.
Tipo de salto	XFJ	Xuanfengjiao. Salto xuanfengjiao.
	TKWBT	Tengkong waibaitui. Salto tengkong waibaitui.
Ataque del salto	EP4	Excede 4 pasos. El deportista da más de cuatro pasos antes de efectuar el impulso del salto.
Desarrollo aéreo	APBNH	Altura pierna bajo nivel del hombro. La elevación de la pierna en la ejecución de la patada queda por debajo del nivel de los hombros, en base a calificación técnica.
	APBNC	Altura pierna bajo nivel cadera. La elevación de la pierna en la ejecución de la patada queda por debajo del nivel de la horizontal (cadera), requisito para validar el grado de dificultad.
	EP	Extensión pierna. La acción de pateo no se ejecuta con la rodilla totalmente extendida.
	APX	Ausencia de palmada. En el momento de mayor altitud alcanzada con la pierna, el pie no impacta contra la palma de la mano contraria. Exclusivo del salto XFJ.
Toma de suelo 1	IGG	Insuficiente grado de giro. El deportista no consigue efectuar la rotación necesaria para alcanzar los 540° grados de giro, demarcado por la posición de los pies en el momento de iniciar el impulso y la posición de los pies inmediatamente después de la toma de suelo.
Toma de suelo 2	PNS	Pies no simultáneos. El competidor no efectúa la toma de suelo impactando con los dos pies simultáneamente.
Recepción	AEDP	Ausencia entrada directa a posición. No se define la posición de caída de forma instantánea. No “clava” la posición.
	ARP	Ausencia de recepción prolongada. No se mantiene la posición al menos 2 segundos para demostrar la estabilidad correcta.
Desequilibrios	BP	Balancesos prolongados. Movimientos, fundamentalmente de la zona superior, tendentes a paliar los desequilibrios.
	DP	Deformidad de posición. Movimientos de flexión de rodillas o inestabilidad de cadera que alteran una posición correcta.
	MP	Movimientos compensatorios. Movimientos compensatorios de los pies para contrarrestar el desequilibrio.
	REB	Rebotes. El deportista da pequeños saltitos para lograr la estabilidad perdida.
	APA	Apoyo adicional. Apoyo de cualquier otra parte del cuerpo que no sean los pies.
	CAI	Caídas. El deportista cae al suelo.
Traje	TP	Traje rompe. Cualquier parte del traje sufre una rotura o se descose durante el desarrollo del salto.
	TE	Traje engancha. El traje se enrolla o engancha en cualquier parte del cuerpo.
	TZ	Traje calzado. Al competidor se le escapa o descalza el calzado deportivo.
Otros	SAL	Salida de zona. El competidor sale de la zona delimitada para la exposición de la forma.
	LV	Olvidos. El competidor se olvida u omite el salto a ejecutar.

La validez de constructo del instrumento de observación se hizo mediante su coherencia con el marco teórico (González-Prado et al., 2015) y mediante la consulta a seis expertos en wushu que alcanzaron un grado de acuerdo medio del 95% al responder un cuestionario sobre el instrumento de observación, analizando la adecuación del mismo a la realidad de la competición, siguiendo el mismo procedimiento que en otros estudios (Prieto-Lage, Louzao-Neira, et al., 2020). A los seis expertos se les facilitó una descripción exhaustiva del instrumento de observación, los objetivos de la investigación, e instrucciones para contestar el cuestionario. El cuestionario se componía de cinco ítems (con una escala de Likert de cinco niveles) sobre su adecuación al objeto de estudio, el cumplimiento de los criterios de exhaustividad y mutua exclusividad, la claridad en la redacción de las categorías, y el grado de objetividad que permita unificar la recogida de datos por varios observadores.

Todos los errores de los saltos objeto de estudio fueron codificados y registrados mediante el software LINCE v.1.2.1 (Gabin et al., 2012), el cual ha sido utilizado en numerosas investigaciones (Álvarez Medina et al., 2018; Ramón-Llin et al., 2021; Valdecabres et al., 2019).

Procedimiento

Al ser un estudio observacional en un entorno natural, con vídeos públicos que no implican experimentación, no fue necesario el consentimiento informado por parte de los competidores (American Psychological Association, 2002).

Tras diseñar el instrumento de observación, la validez de su constructo se efectuó mediante su coherencia con el marco teórico y mediante una consulta a 6 expertos en *wushu* (árbitros internacionales a la vez que entrenadores) que debían mostrar su grado de acuerdo con el instrumento, alcanzado un nivel de acuerdo del 95%.

Después de un entrenamiento adecuado en el uso del instrumento observacional, el registro de los datos se realizó mediante dos observadores expertos en *wushu*. La calidad de los datos (Anguera & Hernández-Mendo, 2013) se obtuvo mediante la realización de un único registro mediante dos observadores que discutían entre sí a qué categoría se le asignaba cada conducta, existiendo una concordancia consensuada entre los dos observadores antes de cada registro.

Después del registro obtenemos un archivo Excel con la secuencialidad de todos los códigos de las conductas registradas. La versatilidad de este archivo nos permitió realizar sucesivas transformaciones para los diferentes análisis.

Análisis de datos

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM- Statistical Package for the Social Sciences, versión 20.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA). La

relación entre las distintas categorías de estudio se calculó mediante la prueba chi-cuadrado (χ^2). La significatividad estadística fue asumida para $p < 0,05$.

Para detectar las secuencias de errores calculamos los T-Patterns con el Theme v.5.0. (Magnusson, Burgoon, & Casarrubea, 2016) con un nivel de significación de 0,005 (el porcentaje de aceptar un intervalo crítico debido al azar es de un 0,5%). Fijamos un número mínimo de ocurrencias de tres, no desechando patrones de ocurrencia igual o mayor que tres. Este software revela estructuras ocultas y aspectos no observables de las técnicas deportivas, siendo extremadamente eficaz en las ciencias del deporte (Magnusson, Burgoon, & Casarrubea, 2016). Su representación gráfica muestra las conductas objeto de estudio, manifestando las vinculaciones existentes entre los distintos errores técnicos en los saltos. Está formado por dos partes. El cuadrante izquierdo representa la relación entre conductas. Su lectura debe efectuarse a modo de diagrama de árbol, de arriba hacia abajo. El cuadrante derecho nos indica cuántas veces ocurren dichas relaciones, mediante líneas que van de la parte superior a la inferior.

Las coordenadas polares se calcularon con el programa HOISAN (Hernández-Mendo et al., 2012), usando la técnica analítica de Sackett (1980) en la variante de retrospectividad genuina (Gorospe & Anguera, 2000) utilizada en numerosas investigaciones (e.g., Tarragó et al., 2017). La construcción de las coordenadas polares se realizó mediante la determinación de los módulos de los vectores (son considerados significativos cuando son superiores a 1,96) y el ángulo del vector, que nos indicará la naturaleza de la relación entre las conductas dependiendo del cuadrante donde se ubique y del radio. Una detallada explicación de la técnica de coordenadas polares es mostrada en publicaciones previas (Castellano Paulis & Hernández Mendo, 2003).

RESULTADOS

Análisis estadístico descriptivo

La tabla 2 muestra frecuencia y porcentaje de errores en los saltos *Xuanfengjiao* (XFJ) y *Tengkong waibaitui* (TKWBT) de forma conjunta e individual y los patrones de error detectados.

Tabla 2. Estadística descriptiva y T-Patterns detectados de los errores técnicos en XFJ y TKWBT

Medidas descriptivas							
	Error	XFJ y TKWBT		XFJ		TKWBT	
		Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Ataque del salto	EP4	7	9,2	5	11,6	2	6,1
Desarrollo aéreo	APBNH	23	30,3	1	2,3	22	66,7
	EP	8	10,5	6	13,9	2	6,1
Toma de suelo 1	IGG	25	32,9	18	41,9	7	21,2
Toma de suelo 2	PNS	12	15,8	10	23,3	2	6,1
Recepción	AEDP	19	25	15	34,9	4	12,1
	ARP	2	2,6	1	2,3	1	3
Desequilibrios	BP	2	2,6	2	4,6	0	0
	MP	14	18,4	9	20,9	5	15,1
	REB	9	11,8	1	2,3	8	24,2
	APA	3	3,9	2	4,6	1	3

T-Patterns de las secuencias de errores			
Salto	T-Pattern	O	I
Genérico	((IF TKWBT) (XFJ FF))	18	1
XFJ	(IGG (AEDP MP))	3	2
	(EP (IGG AEDP))	3	3
	(PNS (IGG AEDP))	3	4
TKWBT	(APBNH) (IGG MP))	3	5
	(APBNH (IGG REB))	3	6
XFJ y TKWBT	(EP4 (IGG MP))	3	7
	(EP4 (AEDP MP))	3	8
	(EP4 (IGG AEDP))	3	9

Fr. = Frecuencia; O = Ocurrencia; I = Identificador

El análisis conjunto de los saltos revela que los errores más frecuentes son: la falta de altura de la pierna a nivel de los hombros (APBNH), la insuficiencia del grado de giro (IGG) y la ausencia de entrada directa a posición (AEDP). Destacamos la inexistencia de errores en categorías de penalización catalogadas por la IWUF (2005), como por ejemplo las salidas de pista (SAL) o los olvidos (LV).

El análisis individual del salto XFJ indica que los errores predominantes son la insuficiencia del grado de giro (IGG), la ausencia de entrada directa a posición (AEDP) y la falta de pies simultáneos (PNS). También destacan otros dos errores como son los movimientos de pies en los desequilibrios (MP) y la insuficiente extensión de pierna en el desarrollo aéreo (EP). En el salto TKWBT, sin lugar a duda, el error predominante es la deficiente altura de la patada para llegar a la altura del nivel de los hombros (APBNH). También son relevantes los errores de los rebotes (REB) y la insuficiencia del grado de giro (IGG).

Detección de patrones temporales y de coordenadas polares

El patrón de la figura 1A manifiesta la lógica interna de ejecución de los saltos dentro de la forma. En 18 formas de las 47 analizadas se repite la misma secuencialidad de ejecución. Al inicio de forma (IF), primero se produce un

salto 540° *Tengkong waibaitui* (TKWBT), seguido de otro salto *Xuanfengjiao* (XFJ) para posteriormente finalizar la forma (FF). Se observa un total de 43 saltos 540° *Xuanfengjiao* y 33 saltos 540° *Tengkong waibaitui*, ejecutándose ambos al principio de la forma.

El análisis individual de cada salto proporciona cadenas de errores específicas para cada uno de ellos. En el salto XFJ detectamos los patrones de conducta (errores) mostrados en la tabla 2 (1.2 a 4), en el salto TKWBT los mostrados en la tabla 2 (1.5-6).

La tabla 3 muestra los resultados del análisis de coordenadas polares en los saltos XFJ y TKWBT de forma conjunta e individual teniendo en cuenta que la categoría focal del análisis ha sido el error IGG.

El patrón del salto XFJ (IGG (AEDP MP)) indica que un insuficiente grado de giro en el momento de recepción del salto dificulta en gran medida la entrada directa a posición y provoca desequilibrios con movimientos de pies (tabla 2, 1.2).

El patrón del salto XFJ (EP (IGG AEDP)) muestra que no tener la pierna en total extensión dificulta llegar al grado adecuado de giro y por lo tanto no entrar directamente a la posición de finalización del salto adecuadamente (figura 1B). Aspecto indicado también en la coordenada polar de la figura 1E1. Se evidencia que en 12 ocasiones el insuficiente grado de giro conlleva la ausencia de entrada directa a posición (IGG AEDP), siendo una relación estadísticamente significativa ($\chi^2 = 13,768$, $p < 0,001$).

Table 3. Resultados del análisis de coordenadas polares para la conducta focal IGG

Salto y CC	Pro. X	Ret. Y	Cuadrante	Radio	Ratio Y/Radio	Ángulo inicial	Ángulo transformado
<i>XFJ y TKWBT</i>							
EP4	-2,45	2	II	3,16 (*)	0,63	39	140,85
APBNH	-2,89	2,89	II	4,08 (*)	0,71	45	135
EP	-1,03	-0,73	III	1,26	-0,58	35	215,29
PNS	-0,72	-1,17	III	1,37	-0,85	58	238,46
AEDP	3,32	-2,89	IV	4,4 (*)	-0,66	41	318,99
ARP	1,4	0	I	1,4	0	0	0
BP	0,35	0	I	0,35	0	0	0
MP	2,75	-2,16	IV	3,5 (*)	-0,62	38	321,9
REB	-0,22	0	I	0,22	0	0	0
APA	1,84	-0,31	IV	1,86	-0,17	10	350,36
<i>XFJ</i>							
EP4	0	1,37	I	1,37	1	90	90
APBNH	0	-0,57	III	0,57	-1	90	270
EP	-1,2	2,77	II	3,02 (*)	0,92	67	113,43
PNS	-0,28	0,92	II	0,97	0,96	74	107,03
AEDP	2,86	-2,17	IV	3,59 (*)	-0,6	37	322,78
ARP	0,41	0	I	0,41	0	0	0
BP	0,06	0	I	0,06	0	0	0
MP	0,84	-0,62	IV	1,04	-0,59	36	323,58
REB	-0,8	0	I	0,8	0	0	0
APA	0,61	0	I	0,61	0	0	0
<i>TKWBT</i>							
EP4	0	0,96	I	0,96	1	90	90
APBNH	-2,6	2,31	II	3,48 (*)	0,66	41	138,37
EP	-1,03	-0,73	III	1,26	-0,58	35	215,29
PNS	-0,72	-1,17	III	1,37	-0,85	58	238,46
AEDP	-0,43	-2,05	III	2,09	-0,98	79	258,07
ARP	1,4	0	I	1,4	0	0	0
MP	2,75	-2,16	IV	3,5 (*)	-0,62	38	321,9
REB	3,32	-2,31	IV	4,04 (*)	-0,57	35	325,18
APA	1,93	-0,72	IV	2,06	-0,35	20	339,69

CC = Conducta Condicionada; Pro. X = Zsum prospectivo (X); Ret. Y = Zsum retrospectivo (Y)
 (*) Indica una relación significativa ($p < .05$) entre conductas cuando el módulo o la longitud del radio es superior 1.96 (Radio > 1.96).

El patrón del salto XFJ (PNS (IGG AEDP)) indica que cuando el sujeto no cae con los pies de manera simultánea, el grado de giro no es correcto y la entrada directa a posición se hace de manera dificultosa y no directamente (tabla 2, l.4).

El patrón del salto TKWBT (APBNH) (IGG MP)) indica que la falta de altura en la patada del salto por encima del nivel de los hombros implica no realizar el giro completo (540°) lo que provoca un movimiento de pies compensatorio para no perder el equilibrio en la recepción (tabla 2, l.5), relación señalada en la coordenada polar de la figura 1E2. La vinculación entre APBNH y IGG es significativa ($\chi^2 = 4,442$, $p = 0,035$) y también entre IGG y MP ($\chi^2 = 5,305$, $p = 0,021$).

El patrón del salto TKWBT (APBNH (IGG REB)) nos advierte que la falta de altura en la patada del salto por encima del nivel de los hombros implica no

realizar el giro completo (540°), provocando un movimiento de rebote compensatorio para no perder el equilibrio o hacer algún tipo de apoyo adicional o tener una caída en la recepción (figura 1C). Aspecto también mostrado en la coordenada polar de la figura 1E2.

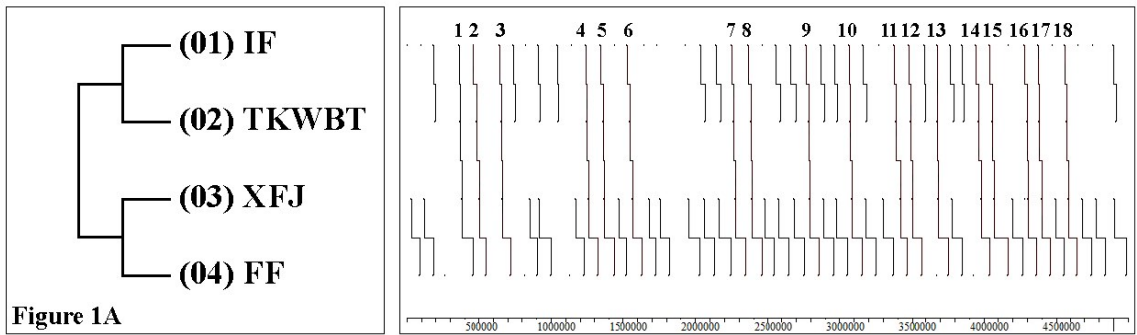


Figure 1A

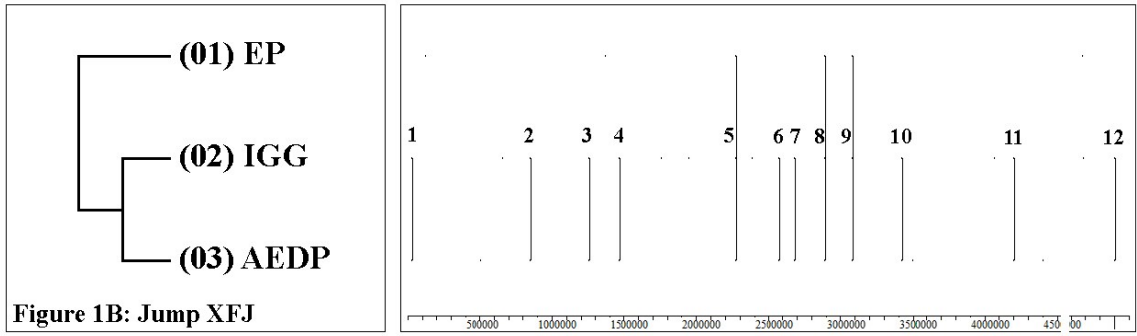


Figure 1B: Jump XFJ

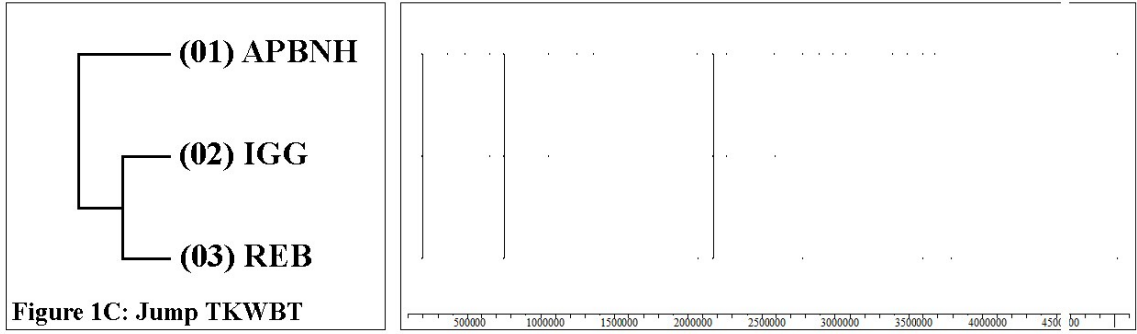


Figure 1C: Jump TKWBT

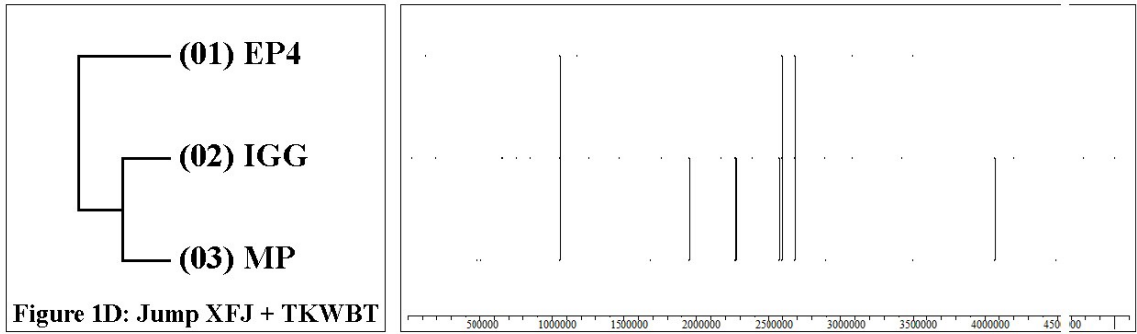


Figure 1D: Jump XFJ + TKWBT

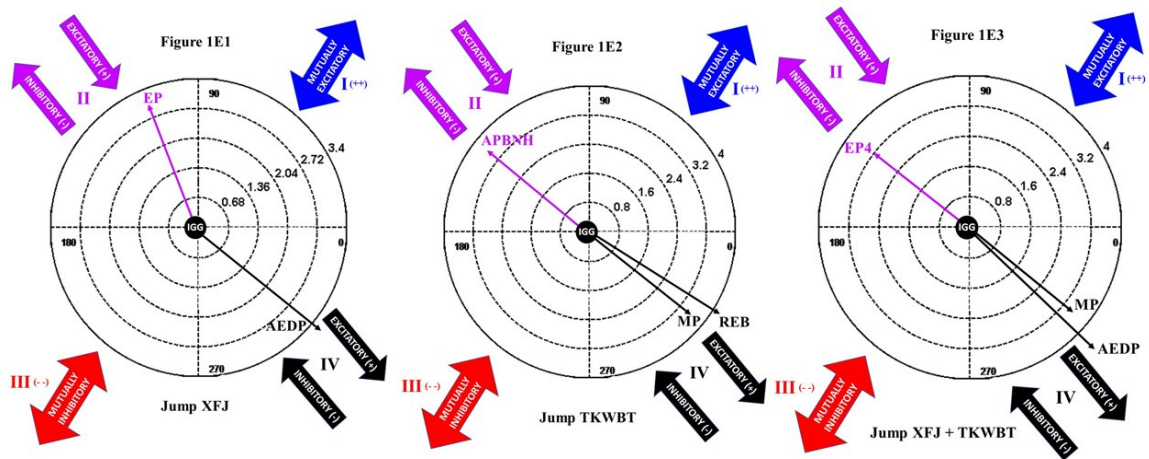


Figura 1. T-Patterns y coordenadas polares de los saltos XFJ y TKWBT.

El análisis conjunto de ambos saltos proporciona varios patrones de error. El patrón (EP4 (IGG MP)) releva que cuando el competidor excede los pasos establecidos por la normativa (más de cuatro), implica que no llegue al grado de giro predeterminado, lo que conlleva una recepción desequilibrada que provoca el movimiento de pies compensatorio para evitar la pérdida de posición (figura 1D). Relación indicada en la coordenada polar de la figura 1E3. La vinculación entre IGG y MP es significativa ($\chi^2 = 4,571$, $p = 0,033$).

El patrón (EP4 (AEDP MP)) indica que cuando el competidor realiza más de cuatro pasos para tener más impulso y así poder llegar al grado de giro, éste se pasa de impulso provocando la no entrada directa a posición y por lo tanto un movimiento de pies para poder colocarse (tabla 2, I.8). La relación entre EP4 y AEDP es significativa ($\chi^2 = 4,248$, $p = 0,039$) y también entre AEDP y MP ($\chi^2 = 5,720$, $p = 0,017$).

El patrón (EP4 (IGG AEDP)) muestra que realizar más de 4 pasos desestabiliza al competidor, provocando una confusión en cuanto a la orientación para llegar al grado de giro, y por lo tanto esto hace que la recepción en posición no sea directa (tabla 2, I.9). Aspecto presente en la coordenada polar de la figura 1E3. La relación entre IGG y AEDP es significativa ($\chi^2 = 19,094$, $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación pueden significar una valiosa herramienta en la mejora de métodos y sistemas de entrenamiento y de competición, para técnicos, árbitros y entrenadores, que dispondrán de datos fiables y objetivos para la corrección de errores y recursos de mejora técnica y evaluación, así como un factor de perfeccionamiento en la tarea docente.

El conocimiento de los errores en la técnica de ejecución deportiva tiene gran importancia por ser un elemento clave en la competición (Rejman, 2013; Veličković et al., 2016). El interés de la comunidad científica por generar este conocimiento en el *wushu* ha sido nulo, centrándose especialmente en aspectos biomecánicos o de rendimiento (Benouaich et al., 2015; Wang et al., 2017). Por ello, dicho conocimiento únicamente se puede fundamentar en la experiencia tradicional y personal de los profesionales de este deporte. Analizando las publicaciones de los profesionales del *wushu* (Bangjun & Alpanseque, 2007; Perez & Woodman, 2017; Wu, 2007) observamos que los puntos importantes, señalados por estos, en la ejecución de los dos saltos objeto de estudio coinciden con los errores tipo que se han obtenido en este trabajo.

Aspectos coincidentes entre saltos 540°: *Tengkong Waibaitui* y *Xuanfengjiao*

El reglamento de competición de la IWUF (2005) define a ambos saltos con el calificativo de “540 grados”, puntualizando que ésta es la dificultad de ejecución primordial a superar por los deportistas. Esta dificultad es precisamente la que

complica la ejecución de los otros elementos o requerimientos involucrados en la propia técnica.

Por ello, resulta interesante destacar la aparición del insuficiente grado de giro (IGG) como el error más frecuente entre los datos obtenidos en el análisis y, en consecuencia, es la causa que implicaría la invalidez del mayor número de saltos en competición (IWUF, 2005), con la pérdida de la puntuación que los codifica (0,3). Siendo este el motivo por el que decidimos utilizar esta categoría (IGG) como la categoría focal del análisis de coordenadas polares.

La normativa de competición también es consciente de la gran dificultad que supone, en un salto de tanta exigencia de giro, el poder elevar la pierna a la altura de los hombros dando el salto como correcto si llega a la altura de la cadera (IWUF, 2005) pero penalizándolo (error APBNH) en el apartado de “técnica” (calidad de movimientos). Así, este estudio pone de manifiesto que lograr la elevación de la pierna a la altura de la cadera se consigue siempre (no se incurre en el error APBNC), circunstancia que no sucede cuando queremos elevar la pierna a nivel de los hombros (error APBNH), aspecto no logrado por muchos competidores, convirtiéndose en el segundo error más frecuente.

El sistema de competición plantea la tremenda exigencia física y coordinativa que implican estos saltos para lograr la rotación establecida y la altura de la patada (IWUF, 2005). Esta circunstancia, detectada en el T-Pattern de la figura 1A, explicaría por qué los competidores realizan estos saltos casi al inicio de la forma y bajo un patrón que coloca en primer lugar el salto *Tengkong Waibaitui* seguido de *Xuanfengjiao*. Ese mismo patrón nos revela que el número de saltos TKWBT es inferior al número de saltos XFJ, por lo que podemos señalar, que los saltos TKWBT resultan más complejos de ejecutar para un mayor número de deportistas.

Este estudio ha puesto de manifiesto dos errores (IGG y APBNH) por encima del resto. Por ello, tanto los competidores como los entrenadores deberán prestar especial atención a los mismos durante sus entrenamientos.

Saltos Xuanfengjiao 540°

Los dos errores más frecuentes de este salto (IGG y AEDP) han sido protagonistas de los patrones detectados con el Theme y de la coordenada polar hallada con el HOISAN. De este modo, el patrón muestra que hasta en 12 ocasiones, un insuficiente grado de giro (IGG), en el momento de recepción del salto, dificulta en gran medida la entrada directa a posición (AEDP). Esta misma relación (IGG-AEDP) aparece reflejada en la coordenada polar de este salto (figura 1E1).

Además, los patrones detectados también muestran que dicha relación (IGG-AEDP) provoca desequilibrios con movimientos de pies (MP).

Asimismo, los patrones indican que esta relación de errores (IGG-AEDP) se produce porque previamente el deportista no tiene la pierna en total extensión

(EP) o porque no cae con los pies de manera simultánea (PNS). Circunstancia que también aparece evidenciada, para el caso de la categoría EP, en la coordenada polar de este salto (figura 1E1).

De este modo, se pone de manifiesto que el error más común (IGG) del salto *Xuanfengjiao* interrelaciona con otros errores formando cadenas de errores. Bien sea porque éste se ve alterado por el fallo en elementos individuales de la cadena cinética (EP) o porque al no alcanzar el giro reglamentario el competidor fuerza la recepción (PNS), hace movimientos de rotación corporal tratando de simular la correcta entrada a posición (AEDP) y si no lo controla se producen desequilibrios con movimiento de pies (MP).

Saltos Tengkong Waibaitui 540°

Los criterios de puntuación para la calidad de movimientos de las normas del reglamento en rutinas libres (IWUF, 2005) establece como error que la pierna de la patada quede por debajo del nivel de los hombros y, en los resultados de este estudio, este error (APBNH) destaca ampliamente sobre los demás.

Los patrones detectados (tabla 2, 1.5-6) reflejan la existencia de una relación significativa entre la altura de la pierna bajo el nivel de los hombros (APBNH) con la insuficiencia de grado de giro (IGG) en la fase aérea del salto, provocando desequilibrios evidentes en la entrada a posición que se manifiestan mediante movimientos compensatorios de pies (MP) o rebotes (REB). Esta misma relación conductual, mostrada en los dos patrones indicados, aparece también claramente evidenciada en la coordenada polar de este salto (figura 1E2).

Los cuatro pasos que permite la normativa para hacer la batida, en el salto *Tengkong Waibaitui*, no favorecen la cantidad de movimiento (lo que sí ocurre en el salto *Xuanfengjiao*), por lo que la fuerza de giro depende totalmente del impulso y hace mucho más costosa la elevación de la pierna hasta la altura de los hombros a la hora de ejecutar la patada. Así el reglamento del salto *Tengkong Waibaitui* no obliga a golpear con el pie en la palma de la mano, como sí exige en el salto *Xuanfengjiao*. Además, aunque se descuenta puntuación, este fallo no invalida el salto.

En cualquier caso, sigue constatándose que esta técnica, con las características de un elemento gimnástico (540° de giro), se ve afectada por o afecta a, cada uno de los movimientos que la componen y que están recogidos y codificados en las reglas de competición.

Limitaciones del estudio

Existen ciertas debilidades metodológicas, como el reducido tamaño muestral, lo que justifica el carácter de estudio piloto de la presente investigación, o los análisis realizados para relacionar las diferentes categorías del instrumento de observación (al ser muestras pequeñas). Por tanto, deben ser tenidas en cuenta estas limitaciones, pues la interpretación y transferencia de los

resultados y conclusiones presentados han de considerarse con cautela. Por otro lado, consideramos que la discusión de los resultados se ha visto condicionada por la ausencia de publicaciones científicas sobre el presente campo de estudio, siendo esto derivado de haber realizado una investigación inédita. Sin embargo, este último aspecto (estudio inédito) debe ser considerado a su vez una fortaleza, pues abre sin duda una línea de investigación original para futuros estudios sobre el *wushu*.

CONCLUSIONES

Se ha puesto de manifiesto que los errores observados en esta investigación coinciden con los parámetros que los deportistas tienen que superar al realizar estos saltos, siendo los establecidos en el reglamento de competición de la IWUF. Los resultados de este estudio generan un conocimiento sobre los errores y sus secuencias en los saltos *Tengkong Waibaitui* y *Xuanfengjiao* de 540°, el cual podrá ser utilizado por los profesionales del *wushu* para mejorar los métodos de entrenamiento, las calificaciones de la competición y perfeccionar la tarea de los docentes proporcionando *feedbacks* más precisos.

Los errores más frecuentes son el insuficiente grado de giro (IGG) y la falta de altura de la patada a nivel de los hombros (APBNH). El error IGG es el más frecuente en el salto *Xuanfengjiao* 540° y el error APBNH en salto *Tengkong waibaitui* 540°.

Los T-Patterns manifiestan la lógica interna de ejecución de los saltos dentro de la forma, primero se produce un salto *Tengkong waibaitui* y después un salto *Xuanfengjiao*, realizándose ambos al inicio de la forma.

El salto *Tengkong waibaitui* es más complejo de ejecutar para la mayoría de los deportistas, por eso se realiza menos veces, se producen mayor número de errores cuando se ejecuta y generalmente se realiza antes que *Xuanfengjiao* al inicio de la forma.

Realizar más de cuatro pasos en la batida del salto produce una ulterior cadena de errores relacionada con el insuficiente grado de giro, con la no entrada directa a posición y con el movimiento de pies.

Los patrones detectados en el salto *Xuanfengjiao* vinculan el insuficiente grado de giro con la ausencia de entrada directa a posición y tres posibles relaciones: movimientos de pies (IGG-AEDP-MP), no extensión de pierna (EP-IGG-AEDP), y pies no simultáneos (PNS-IGG-AEDP).

En los saltos *Tengkong waibaitui* se observa la relación significativa entre la altura de la pierna bajo el nivel de los hombros con el insuficiente grado de giro, lo que provoca un movimiento de pies o de rebote compensatorio para no perder el equilibrio.

REFERENCIAS

- Aguado-Méndez, R. D., González-Jurado, J. A., & Otero-Saborido, F. (2020). Observational analysis of goals conceded by Real Betis in LaLiga: case study. *Retos*, 38, 355–362. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76216>
- Álvarez-Kurogi, L. (2020). Technical-Tactical offensive analysis with ball of the spanish team of futsal. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 20(79), 453–470. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.79.005>
- Álvarez Medina, J., Murillo Lorente, V., García Felipe, A., & Parra Artal, A. (2018). Observational analysis of the goals the two seasons of the Spanish Professional Futsal League. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Fisica y Del Deporte*, 18(69), 27–42. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2018.69.002>
- American Psychological Association. (2002). Ethical principles of psychologists and code of conduct. *American Psychologist*, 57(12), 1060–1073. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.12.1060>
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A., & Losada-López, J. L. (2011). Observational designs: Their suitability and application in sports psychology. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 11(2), 63–76.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., & Portell, M. (2018). Guidelines for designing and conducting a study that applies observational methodology. *Anuario de Psicología*, 48(1), 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.anpsic.2018.02.001>
- Anguera, M. T., & Hernández-Mendo, A. (2013). Observational methodology in sport sciences. *E-Balonmano.Com: Journal of Sports Science / Revista de Ciencias Del Deporte*, 9(3), 135–160.
- Bangjun, J., & Alpanseque, E. (2007). *Mastering Wushu*. Empire Books.
- Benouaich, L., Rouch, P., Natta, F., & Thoreux, P. (2015). Spring jumpers vs power jumpers: Ankle joint behavior in elite wushu athletes and implications for performance and injury risk. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 18(November), 1886–1887. <https://doi.org/10.1080/10255842.2015.1069555>
- Castellano Paulis, J., & Hernández Mendo, A. (2003). El análisis de coordenadas polares para la estimación de relaciones en la interacción motriz en fútbol. *Psicothema*, 15(4), 569–574.
- Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M. T., & Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692–4694. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.320>
- González-Prado, C., Iglesias, X., & Anguera, M. T. (2015). Regularities detection in high level of taekwondo. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 15(1), 99–110. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232015000100010>
- Gorospe, G., & Anguera, M. T. (2000). Retrospectivity in polar coordinates analysis: application to tennis. *Psicothema*, 12(SUPPL. 2), 279–282.
- Gutiérrez-Santiago, A., Prieto, I., Camerino, O., & Anguera, M. (2013). Sequences of errors in the Judo throw Morote Seoi Nage and their relationship to the learning process. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and*

- Technology*, 227(1), 57–63.
- Hernández-Mendo, A., López-López, J. A., Castellano, J., Morales-Sánchez, V., & Pastrana, J. L. (2012). HOISAN 1.2: Program for Use in Methodology Observacional. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 12(1), 55–78. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232012000100006>
- IWUF. (2005). *Rules for International Wushu Taolu Competition*. <http://14wwwc.iwuf.org/wp-content/uploads/2017/09/Rules-for-International-Wushu-Taolu-Competition.pdf>
- Ju, Y. (2017). Research on Side Front Kick of Sanda Technique based on the Sports Mechanics. *Boletín Técnico*, 55(16), 359–365.
- Lasierra, G., Carreras, D., Montoya, M., & Planas, A. (2020). The Observation in Context of Level Actions in Team Handball. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 20(79), 435–451. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.79.004>
- Magnusson, M. S., Burgoon, J. K., & Casarrubea, M. (2016). *Discovering Hidden Temporal Patterns in Behavior and Interaction*. Springer-Verlag.
- Perez, K., & Woodman, A. (2017). *Wushu Skills*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Prieto-Lage, I., Louzao-Neira, I., Argibay-González, J. C., & Gutiérrez-Santiago, A. (2020). Injury patterns of professional footballers in the Spanish first division during the 2017–2018 seasons. *Physiology and Behavior*, 224(October), 113052. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113052>
- Prieto-Lage, I., Rodríguez-Souto, M., Prieto, M. A., & Gutiérrez-Santiago, A. (2020). Technical analysis in Tsurigoshi through three complementary observational analysis. *Physiology and Behavior*, 216, 112804. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112804>
- Ramón-Llin, J., Guzmán, J., Martínez-Gallego, R., Muñoz, D., Sánchez-Pay, A., & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2021). Analysis of the situation on the court of the players in the serve and its relationship with the direction, the side of the court and the result of the point in high-level padel. *Retos*, 41, 399–405. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.83310>
- Rejman, M. (2013). Analysis of relationships between the level of errors in leg and monofin movement and stroke parameters in monofin swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 171–181.
- Sabio Lago, Y., Guerra Balic, M., Cabedo Sanromà, J., Solà Santesmases, J., & Argudo Iturriaga, F. (2018). Design, validation and reliability of an instrument to analyze technical-tactical actions in water polo. *Retos*, 34, 57–65. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.55388>
- Sackett, G. P. (1980). Lag Sequential Analysis as a data reduction technique in social interaction research. In D. B. Sawin, R. C. Hawkins, L. O. Walker, & J. H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300–340). Brunner/Mazel.
- Tarragó, R., Iglesias, X., Lapresa, D., Anguera, M. T., Ruiz-Sanchis, L., & Arana, J. (2017). Analysis of diachronic relationships in successful and unsuccessful behaviors by world fencing champions using three complementary techniques. *Anales de Psicología*, 33(3), 471–485. <https://doi.org/10.6018/analesps.33.3.271041>
- Valdecabres, R., de Benito, A. M., Casal, C. A., & Pablos, C. (2019). Design and validity of a badminton observation tool (BOT). *Revista Internacional*

- de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 19(74), 209–223. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2019.74.003>
- Veličković, S., Paunović, M., Madić, D., Vukašinović, V., & Kolar, E. (2016). Proposed method of identification of technical errors in artistic gymnastic: Case study. *Science of Gymnastics Journal*, 8(1), 43–56.
- Wang, X., Zhi, C., & Wang, Q. (2017). Research on Wushu Actions and Techniques Based on a Biomechanical Sensor System. *International Journal Bioautomation*, 21(2), 199–206.
- Wu, R. (2007). *Fundamentals of High Performance Wushu: Taolu Jumps and Spins*. lulu.com.
- Zhang, J., & Gu, F. (2014). Research on the dynamics and biomechanical models of Sanda side kick. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(6), 1854–1861.
- Zubiaur González, M., & Gutiérrez Santiago, A. (2003). Fear in motor learning. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 72, 21–26.

Referencias totales / Total references: 32 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 4 (12,5%)

[Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte](#)- vol. X - número X - ISSN: 1577-0354