

PODIUM

Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física

EDITORIAL UNIVERSITARIA

Volumen 17
Número 1

2022

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

Director: Fernando Emilio Valladares Fuente

Email: fernando.valladares@upr.edu.cu

Artículo original

Diferencias biomecánicas en la patada chigo-Chagüi con pierna delantera entre taekwondocas principiantes y avanzados

Biomechanical differences in the chigo-Chagüi kick with the front leg in female beginner and advanced taekwondo fighters

Diferenças biomecânicas no pontapé chigo-Chagüi com a perna dianteira entre lutadores iniciantes e avançados de taekwondo

Jaime Sebastián Pérez Villafuerte^{1*}  <https://orcid.org/0000-0003-4978-6596>

Marlon Matías Santos Chauca¹  <https://orcid.org/0000-0003-4434-4609>

Leonardo Xavier Quintanilla Ayala¹  <https://orcid.org/0000-0002-2535-6922>

¹Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

*Autor para la correspondencia: jsperez7@espe.edu.ec

Recibido: 05/08/2021.

Aprobado: 24/11/2021.

Cómo citar un elemento: Pérez Villafuerte, J., Santos Chauca, M., & Quintanilla Ayala, L. (2022). Diferencias biomecánicas en la patada chigo-Chagüi con pierna delantera entre taekwondocas principiantes y avanzados/Biomechanical differences in the chigo-Chagüi kick with the front leg in female beginner and advanced taekwondo fighters. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 17(1), 224-239. Recuperado de <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1174>

RESUMEN

El análisis de la técnica deportiva entre diferentes niveles de rendimiento sirve para establecer comparaciones metodológicas que tributan al perfeccionamiento del rendimiento motriz especializado, incluidos los deportes eminentemente técnico-tácticos. En tal sentido, el objetivo de la investigación es analizar las diferencias biomecánicas entre deportistas profesionales y amateurs de taekwondo en la realización



de la patada Chigo-Chagüi con pierna delantera. Se estudiaron dos grupos independientes, Deportistas Principiantes (DPRI) 15 principiantes y Deportistas Profesionales (DPRO): 15 avanzados o profesionales), se estudiaron indicadores de Velocidad, Ángulo de Flexión y Centro de Gravedad y se estableció una comparación. Se determinó un ángulo inicial de DPRO = $28,4^\circ$ y DPRI: $27,34^\circ$ ($p=0.309$) y un ángulo de impacto de DPRI= $117,93^\circ$ y DPRO= $129,2^\circ$ ($p=0.001$) y un ángulo final de DPRI= $31,34^\circ$ y DPRO= $26,34^\circ$ ($p=0.057$), con un tiempo de ejecución de la patada de DPRO= 1312 ms y DPRI= 1462 ms ($p=0.009$), una velocidad máxima de DPRO= $6,86$ m/s y DPRI= $5,47$ m/s ($p=0.003$) y una aceleración promedio de DPRO= $48,35$ m/s² y DPRI= $36,55$ m/s² ($p=0.029$), siendo el centro de gravedad para el punto de impacto en Eje X sin diferencias significativas ($p=0.506$) y en el Eje y con diferencias significativas entre grupos independientes ($p=0.029$). Las diferencias entre deportistas avanzados y principiantes en la patada chigo-chagüi con pierna delantera suelen ser notables en la mayoría de los indicadores analizados, siendo el nivel del atleta un indicador que permite describir las deficiencias técnicas.

Palabras clave: Biomecánica; Taekwondo; Chigo-chagüi; Velocidad; Ángulo; Trayectoria.

ABSTRACT

The analysis of sports technique between different performance levels serves to establish methodological comparisons that contribute to the improvement of specialized motor performance, including eminently technical-tactical sports. In this sense, the objective of the research is to analyze the biomechanical differences between professional and amateur taekwondo athletes in the performance of the Chigo-Chagüi kick with front leg. Two independent groups were studied, 15 Beginner Athletes (DPRI in Spanish) and 15 Professional or advanced Athletes (DPRO in Spanish); indicators of Speed, Flexion Angle and Center of Gravity were studied and a comparison was established. An initial angle of DPRO= 28.4° and DPRI: 27.34° ($p=0.309$) and an impact angle of DPRI= 117.93° and DPRO= 129.2° ($p=0.001$) and a final angle of DPRI= 31.34° and DPRO= 26.34° ($p=0.057$) were determined, with a kick execution time of DPRO= 1312 ms and DPRI= 1462 ms ($p=0.009$), a maximum velocity of DPRO= 6.86 m/s and DPRI= 5.47 m/s ($p=0.003$) and an average acceleration of DPRO= 48.35 m/s² and DPRI= 36.55 m/s² ($p=0.029$), being the center of gravity for the impact point in Axis X with no significant differences ($p=0.506$) and in Axis Y with significant differences between independent groups ($p=0.029$). The differences between advanced and beginner athletes in the chigo-chagüi kick with front leg are usually remarkable in most of the indicators analyzed, being the level of the athlete an indicator that allows describing the technical deficiencies.

Keywords: Biomechanics; Taekwondo; Chigo-chagüi; Speed; Angle; Trajectory.

RESUMO

A análise da técnica desportiva entre diversos níveis de desempenho serve para estabelecer comparações metodológicas que contribuirão para a melhoria do desempenho motor especializado, nomeadamente dos desportos eminentemente técnico-táticos. Neste sentido, o propósito da investigação é analisar as diferenças biomecânicas entre os atletas profissionais e os iniciantes de taekwondo no desempenho do pontapé Chigo-Chagüi com a perna dianteira. Foram estudados dois grupos



independientes, Atletas Principiantes (DPRI) 15 principiantes e Atletas Profissionais (DPRO): 15 avanzados ou profissionais), foram estudados indicadores de Velocidade, Ângulo de Flexibilidade e Centro de Gravidade e foi estabelecida uma comparação. Um ângulo inicial do DPRO=28,4° e DPRI: 27,34° ($p=0,309$) e um ângulo de impacto do DPRI= 117,93° e DPRO=129,2° ($p=0,001$) e um ângulo final do DPRI=31,34° e DPRO=26,34° ($p=0,057$), com um tempo de pontapé de execução do DPRO=1312ms e DPRI=1462 ms ($p=0,009$), um tempo máximo de pontapé de execução do DPRO=1312ms e DPRI=1462 ms ($p=0,009$), uma velocidade máxima de DPRO=6,86 m/s e DPRI=5,47 m/s ($p=0,003$) e uma aceleração média de DPRO=48,35 m/s² e DPRI=36,55 m/s² ($p=0,029$), sendo o centro de gravidade para o ponto de colisão no Eixo X sem diferenças significativas ($p=0,506$) e no Eixo y com diferenças significativas entre grupos independentes ($p=0,029$). As diferenças entre atletas avançados e iniciantes no pontapé de chigo-Chagüi com a perna dianteira são geralmente notáveis na maioria dos indicadores analisados, sendo o nível do atleta um indicador que permite descrever as deficiências técnicas.

Palavras-chave: Biomecânica; Taekwondo; Chigo-Chagüi; Velocidade; Ângulo; Trajetória.

INTRODUCCIÓN

El taekwondo es un deporte de combate, de carácter olímpico, (Kazemi, Waalen, Morgan, & White, 2006), se basa en el uso de un 80 % de patadas y solo un 20 % de marcaje en cuanto a puños dentro de los combates y las prácticas deportivas, su técnica de ejecución de patadas es la más rápida dentro de las artes marciales, siendo por demás un deporte de alta velocidad de reacción, (da Silva Santos, Loturco, & Franchini, 2018) por lo cual, se destacan las técnicas de patadas como prioridad en la teoría y metodología aplicada a su entrenamiento.

La técnica chigo-chagüi o también denominada de patada descendente es una de las técnicas más peligrosas y de gran impacto, dado que al momento de su ejecución el atacante debe levantar la rodilla y extender el pie en dirección a la cara del oponente, dejando caer la planta del pie en el rostro oponente. Según su efectividad en el combate, es una forma para conseguir 3 puntos o lograr un KO (Troya-Mogrovejo, 2013; WTF, 2020).

La biomecánica es una técnica que proporciona una fuente extensa de datos relacionada con la física de los movimientos motrices, explorados ampliamente desde el punto de vista mecánico en relación directa con el control eficiente del rendimiento deportivo, siendo útiles para la evaluación y comprensión de la locomoción humana, pudiendo detectar ventajas y limitaciones del movimiento motriz, (McGinnis, 2013; León, Calero, & Chávez, 2016; Granda, Loachamin, & Arla, 2016; Luigi T. Bercades & Willy Pieter, 2007) quienes conducen a perfeccionar componentes esenciales como la técnica y el rendimiento técnico-táctico.

El estudio de las diferencias biomecánicas entre principiantes y avanzados en la técnica Chigo-Chagüi se direcciona a potenciar ciertas magnitudes, entre ellas la velocidad de reacción, (Swandana, Sugiharto, & Wahyu, 2021) dado que existen momentos en donde la necesidad de reaccionar rápidamente en milésimas de segundos es una respuesta efectiva ante un rival élite o novato para realizar una patada en taekwondo, (Ervilha, Fernandes, Souza, & Hamill, 2020), lo que se vuelve primordial en el accionar del



deportista (Martínez & Escobar, 2017). Por ello, la importancia trascendental que poseen los entrenamientos especializados para mejorar la velocidad, la agilidad y la rapidez en el taekwondo a cualquier nivel, (Akhmad, Nugraha, & Sembiring, 2021) ya sea mediante modelos tradicionales o modelos integrales de preparación deportiva (Tipán, *et al.*, 2017).

Una de las variables más estudiadas en la biomecánica aplicada al rendimiento deportivo es el centro de gravedad, la cual constituye una posición ventajosa de mantener el cuerpo equilibrado sobre una base de sustentación firme, (WTF, 2020; Loachamin, Mena, Durán, & Maqueira, 2017), donde el centro de gravedad esté correctamente alineado y distribuido en los pies al momento de realizar cualquier acción técnica.

La trayectoria del movimiento y los ángulos de la articulación son medidas que permiten la corrección de muchos aspectos como la ubicación, una correcta optimización técnica, la postura y la ejecución y eficacia de la patada, (Marlene J Adrian & John M Cooper, 1995). Esta considera las capacidades físicas como la flexibilidad en los ángulos de las articulaciones de los miembros inferiores, es una prioridad para realizar la patada Chigo-Chagüi, siendo igualmente una dirección fundamental del deporte objeto de estudio, (Paramitha, Rosadi, Ramadhan, & Suwanta, 2020) al igual que otras variables como la velocidad máxima (Saransig, López, & Aldaz, 2021).

Dado la posible existencia de diferencias en las ejecuciones técnicas en el taekwondo, según los niveles presentados por deportistas, el propósito de la investigación es determinar las diferencias biomecánicas entre deportistas principiantes y avanzados en la patada chigo-chagüi con pierna delantera del taekwondo, esperando que los resultados obtenidos permitan facilitar a los profesionales, indicadores confiables con el fin de corregir y potencializar el entrenamiento de la técnica Chigo-Chagüi.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió a una población de 30 deportistas de los cuales 15 eran deportistas principiantes y 15 deportistas profesionales del Club Formativo Especializado DAIGORO entre hombres y mujeres, en la ciudad de Quito, República del Ecuador.

Según su tiempo de entrenamiento, se clasificaron a los deportistas en los siguientes grupos independientes:

1. Deportistas Principiantes (DPRI): tienen un tiempo de entrenamiento muy corto que no poseen más de un año de experiencia en el entrenamiento. Total:15 Deportistas
2. Deportistas Profesionales (DPRO): tienen un tiempo de entrenamiento superior a los tres años en la disciplina y van desde cinturón verde azul hasta cinturón negro (1 dan), poseyendo una técnica ya perfeccionada de la técnica de la patada chigo-chagüi con pierna delantera.

Para el análisis de los datos, se utilizó el programa Kinovea en su versión 0.8.27 y para la tabulación y correlación de los datos, el programa SPSS V25, aplicada la prueba U de Mann-Whitney ($p= 0,05$) al no existir una distribución normal de los datos.



El análisis se realizó con las herramientas que proporciona el programa Kinovea. Tomando en cuenta las siguientes magnitudes:

1. Velocidad: se midió en el momento exacto cuando inicia el movimiento de la patada Chigo-Chagüi, llega a su punto máximo y desciende hasta llegar de nuevo a la posición inicial.
2. Centro de gravedad: se midió en el momento que el deportista alcanza su punto de máxima extensión y altura de la patada, después de haber realizado la fase de flexión y elevación de rodilla; se seleccionan las herramientas y un modelo humano que coincidan los puntos predeterminados con las articulaciones del deportista.
3. Ángulo de flexión: para medirlo, se insertó un ángulo tomando como vértice la articulación coxofemoral y la articulación del tobillo en la posición inicial de impacto y final.

Para obtener la trayectoria, se colocó un punto de referencia en el maléolo lateral del pie cuando el deportista inicia el movimiento de la técnica chigo-chagüi; se seleccionó la opción *seguir trayectoria* y finaliza el proceso cuando el deportista regrese a su posición de combate. El gráfico que se obtendrá será una línea curvilínea que permite el análisis del movimiento motriz.

RESULTADOS

La tabla 1 evidencia los resultados alcanzados por los deportistas profesionales en la patada Chigo-Chagüi con pierna delantera, donde el ángulo en posición inicial (X1) presentó una media de 28.4°, el ángulo de posición media (X2) un promedio de 129.2°, el ángulo de posición final un promedio de 26.33° (X3), el tiempo del movimiento una media de 1312ms (milisegundos)(X4), la velocidad máxima de la trayectoria con una media de 6.85m/s (X5), la aceleración máxima de la trayectoria con una media de 48.35m/s² (X6) y el centro de gravedad (X7) con una media o promedio en el Eje X de 1.052° y en el Eje Y de 1.015° (Tabla 1).

Tabla 1. - Resultados de los deportistas profesionales en la patada Chigo-Chagüi

Resultados obtenidos con los deportistas profesionales en la patada Chigo-Chagüi								
Variables	x1*	x2*	x3*	x4*	x5*	x6*	x7*	
							Eje x	Eje y
Unidades de medida	Grados			ms	m/s	m/s ²	m	m
Profesionales								
Sujeto 1	26	122	21	1370	7,9520054	47,7908249	1,04	1,16
Sujeto 2	37	121	30	1470	7,7633309	45,9949760	1,02	0,88



Sujeto 3	28	137	28	1370	8,3799839	71,9481201	0,75	1,09
Sujeto 4	21	130	20	1470	6,3889542	44,8942490	1,12	1
Sujeto 5	25	126	28	1260	7,7771335	72,1054382	1,2	1,18
Sujeto 6	27	123	28	1230	6,1224294	29,4514942	1,01	0,89
Sujeto 7	32	123	23	1490	5,9234424	59,4702530	1,08	0,99
Sujeto 8	19	124	25	1290	5,6790342	35,7243691	0,91	0,67
Sujeto 9	18	139	24	1410	5,6038084	27,2886448	1,04	0,81
Sujeto 10	27	151	23	1220	7,3367081	42,8614197	0,93	1,36
Sujeto 11	37	120	33	1200	6,5113721	38,3708076	1,13	1,02
Sujeto 12	36	125	32	1210	6,8539529	60,6783943	1,1	1,03
Sujeto 13	38	132	24	1290	5,3236151	46,6719131	1,2	1
Sujeto 14	32	121	31	1170	7,1688623	59,8809013	1,12	1.01
Sujeto 15	23	144	25	1230	8,0869474	42,1889000	1,13	1,13
Promedio	28,4	129,2	26,3333333	1312	6,85810534	48,3547137	1,052	1,015

* **Leyenda:** X1 = Ángulo posición inicial; X2 = Ángulo posición media; X3 = Ángulo posición final; X4 = Tiempo del movimiento; X5 = Velocidad máxima de la trayectoria; X6 = Aceleración máxima de la trayectoria; X7 = Centro de gravedad

La tabla 2 evidencia los resultados alcanzados por los deportistas principiantes en la patada Chigo-Chagüi con pierna delantera, donde el ángulo en posición inicial (X1) presentó una media de 27.33°, el ángulo de posición media (X2) un promedio de 117.93°, el ángulo de posición final un promedio de 31.33° (X3), el tiempo del movimiento una media de 1462ms (X4), la velocidad máxima de la trayectoria con una media de 5.47m/s (X5), la aceleración máxima de la trayectoria con una media de 36.55m/s² (X6) y el centro de gravedad (X7) con una media en el Eje X de 1.1° y en el Eje Y de 0.9427° (Tabla 2).

Tabla 2. - Resultados de los deportistas principiantes en la patada Chigo-Chagüi

Resultados obtenidos con los deportistas principiantes en la patada Chigo-Chagüi								
Variables	x1*	x2*	x3*	x4*	x5*	x6*	x7*	
							Eje x	Eje y
Unidades de medida	Grados			ms	m/s	m/s ²	m	m
Principiantes								
Sujeto 1	30	113	24	1260	5,9490099	52,2936630	1,19	1,01



Sujeto 2	19	119	30	1580	4,9431925	27,0343895	1,04	0,88
Sujeto 3	19	126	28	1410	4,6461797	32,2793007	1,01	0,77
Sujeto 4	25	123	27	1530	7,6154737	44,7603989	1,05	1,16
Sujeto 5	27	113	23	1430	6,4576726	40,0948639	1,11	1,05
Sujeto 6	30	119	28	1330	5,9587684	42,4626503	1,01	0,98
Sujeto 7	28	95	28	1350	5,7971501	27,8600750	1,01	0,71
Sujeto 8	23	118	24	1280	4,6215472	43,5593300	1,02	0,95
Sujeto 9	31	127	44	1260	5,7102346	47,1356506	1,1	0,96
Sujeto 10	25	116	35	1770	3,2209926	11,8049402	1,19	0,78
Sujeto 11	34	120	34	1410	6,7457132	43,6903458	1,27	1,08
Sujeto 12	33	126	50	1780	6,3782377	33,8449135	1,21	0,95
Sujeto 13	26	115	31	1540	4,5216872	43,6743267	1,17	1,1
Sujeto 14	31	121	36	1570	4,5524931	20,2198334	1,07	0,87
Sujeto 15	29	118	28	1430	4,9847217	37,5628624	1,05	0,89
Promedio	27,3333	117,933	31,33	1462	5,47353828	36,55183625	1,1	0,9427

* **Legenda:** X1 = Ángulo posición inicial; X2 = Ángulo posición media; X3 = Ángulo posición final; X4 = Tiempo del movimiento; X5 = Velocidad máxima de la trayectoria; X6 = Aceleración máxima de la trayectoria; X7 = Centro de gravedad.

La tabla 3 evidencia el ángulo de impacto en la patada Chigo-Chagüi de los atletas profesionales y principiantes, en donde, en los primeros, el ángulo inicial establece una media de 28.4°, el ángulo de impacto estableció una media de 129.2° y el ángulo final una media de 26.33°. Los deportistas principiantes en el ángulo de impacto en la patada Chigo-Chagüi establecen para el ángulo inicial una media de 27.33°, el ángulo de impacto una media de 117.92° (evidenciándose que el ángulo de impacto tiene un rango de 95°-127°) y el ángulo final una media establecida en 31.33° (Tabla 3).

Tabla 3. - Resultados de los deportistas profesionales en el ángulo de impacto en la patada Chigo-Chagüi

Profesionales				Principiantes			
	Ángulo Inicial	Ángulo de Impacto	Ángulo Final		Ángulo Inicial	Ángulo de Impacto	Ángulo Final
Sujeto 1	26	122	21	Sujeto 1	30	113	24
Sujeto 2	37	121	30	Sujeto 2	19	119	30



Sujeto 3	28	137	28	Sujeto 3	9	126	28
Sujeto 4	21	130	20	Sujeto 4	25	123	27
Sujeto 5	25	126	28	Sujeto 5	27	113	23
Sujeto 6	27	123	28	Sujeto 6	30	119	28
Sujeto 7	32	123	23	Sujeto 7	28	95	28
Sujeto 8	19	124	25	Sujeto 8	23	118	24
Sujeto 9	18	139	24	Sujeto 9	31	127	44
Sujeto 10	27	151	23	Sujeto 10	25	116	35
Sujeto 11	37	120	33	Sujeto 11	34	120	34
Sujeto 12	36	125	32	Sujeto 12	33	126	50
Sujeto 13	38	132	24	Sujeto 13	26	115	31
Sujeto 14	32	121	31	Sujeto 14	31	121	36
Sujeto 15	23	144	25	Sujeto 15	29	118	28
Promedio	28,40	129,20	26,33	Promedio	27,33	117,93	31,33

Por otra parte, la tabla 4 evidencia los resultados de los deportistas profesionales y principiantes en el tiempo de movimiento de la patada Chigo-Chagüi, estableciéndose una media o promedio en los deportistas profesionales de 1312 ms, con valor máximo de 1490ms y un valor mínimo de 1170 ms. Por otra parte, en los deportistas principiantes se estableció una media o promedio de 1385 ms, con un valor máximo de 1780 y un valor mínimo de 1260 (Tabla 4).

Tabla 4. - Resultados de los deportistas profesionales en el tiempo de movimiento de la patada Chigo-Chagüi

Profesionales		Principiantes	
	Tiempo del movimiento		Tiempo del movimiento
Sujeto 1	1370	Sujeto 1	1260
Sujeto 2	1470	Sujeto 2	1580
Sujeto 3	1370	Sujeto 3	1410
Sujeto 4	1470	Sujeto 4	1530
Sujeto 5	1260	Sujeto 5	1430



Sujeto 6	1230	Sujeto 6	1330
Sujeto 7	1490	Sujeto 7	1350
Sujeto 8	1290	Sujeto 8	1280
Sujeto 9	1410	Sujeto 9	1260
Sujeto 10	1220	Sujeto 10	1770
Sujeto 11	1200	Sujeto 11	1410
Sujeto 12	1210	Sujeto 12	1780
Sujeto 13	1290	Sujeto 13	1540
Sujeto 14	1170	Sujeto 14	1570
Sujeto 15	1230	Sujeto 15	1430
Promedio	1312	Promedio	1385

La tabla 5 evidencia los resultados de los deportistas profesionales y principiantes en la velocidad máxima de la patada Chigo-Chagüi, estableciéndose para los profesionales una media de 6.86 m/s, con un valor mínimo de 5,32361507 m/s y un valor máximo de 8,3799839 m/s. Mientras que en los deportistas principiantes se estableció una media de 5.47 m/s, con un valor mínimo de 3,22099257 m/s y un valor máximo de 7,61547375 m/s (Tabla 5).

Tabla 5. - Resultados de los deportistas profesionales en la velocidad máxima de la patada Chigo-Chagüi

Profesionales		Principiantes	
	Velocidad máxima		Velocidad máxima
Sujeto 1	7,9520054	Sujeto 1	5,9490099
Sujeto 2	7,7633309	Sujeto 2	4,9431925
Sujeto 3	8,3799839	Sujeto 3	4,6461797
Sujeto 4	6,3889542	Sujeto 4	7,6154738
Sujeto 5	7,7771335	Sujeto 5	6,4576726
Sujeto 6	6,1224294	Sujeto 6	5,9587684
Sujeto 7	5,9234424	Sujeto 7	5,7971501
Sujeto 8	5,6790342	Sujeto 8	4,6215472
Sujeto 9	5,6038084	Sujeto 9	5,7102346
Sujeto 10	7,3367081	Sujeto 10	3,2209926



Sujeto 11	6,5113721	Sujeto 11	6,7457132
Sujeto 12	6,8539529	Sujeto 12	6,3782377
Sujeto 13	5,3236151	Sujeto 13	4,5216872
Sujeto 14	7,1688623	Sujeto 14	4,5524931
Sujeto 15	8,0869474	Sujeto 15	4,9847217
Promedio	6,86	Promedio	5,47

Para el caso de los deportistas profesionales (Tabla 6), en los resultados de la aceleración máxima de la patada Chigo-Chagüi, se obtuvo una media de 48.35 m/s², mientras que en los resultados de los deportistas principiantes se obtiene una media o promedio de 36.55 m/s².

Tabla 6. - Resultados de los deportistas profesionales en la aceleración máxima de la patada Chigo-Chagüi

Profesionales		Principiantes	
	Aceleración Máxima		Aceleración Máxima
Sujeto 1	47,7908249	Sujeto 1	52,293663
Sujeto 2	45,994976	Sujeto 2	27,03439
Sujeto 3	71,9481201	Sujeto 3	32,279301
Sujeto 4	44,894249	Sujeto 4	44,760399
Sujeto 5	72,1054382	Sujeto 5	40,094864
Sujeto 6	29,4514942	Sujeto 6	42,46265
Sujeto 7	59,470253	Sujeto 7	27,860075
Sujeto 8	35,7243691	Sujeto 8	43,55933
Sujeto 9	27,2886448	Sujeto 9	47,135651
Sujeto 10	42,8614197	Sujeto 10	11,80494
Sujeto 11	38,3708076	Sujeto 11	43,690346
Sujeto 12	60,6783943	Sujeto 12	33,844914
Sujeto 13	46,6719131	Sujeto 13	43,674327
Sujeto 14	59,8809013	Sujeto 14	20,219833
Sujeto 15	42,1889	Sujeto 15	37,562862
Promedio	48,3547137	Promedio	36,551836



La tabla 7 evidencia los resultados de los deportistas principiantes y profesionales en el centro de gravedad como parte del punto de impacto de la patada Chigo-Chagüi, donde los principiantes obtienen una media en el Eje X de 1.1° y una media en el Eje Y de 0.94° y los profesionales obtienen una media en el Eje X de 1.052° y en el Eje Y de 1.015° , tomando en cuenta que el sistema de coordenadas estuvo ubicado en el pie de apoyo del deportista (Tabla 7).

Tabla 7. - Resultados de los deportistas profesionales en el centro de gravedad en el punto de impacto de la patada Chigo-Chagüi

Principiantes			Profesionales		
	Eje x	Eje y		Eje x	Eje y
Sujeto 1	1,19	1,01	Sujeto 1	1,04	1,16
Sujeto 2	1,04	0,88	Sujeto 2	1,02	0,88
Sujeto 3	1,01	0,77	Sujeto 3	0,75	1,09
Sujeto 4	1,05	1,16	Sujeto 4	1,12	1
Sujeto 5	1,11	1,05	Sujeto 5	1,2	1,18
Sujeto 6	1,01	0,98	Sujeto 6	1,01	0,89
Sujeto 7	1,01	0,71	Sujeto 7	1,08	0,99
Sujeto 8	1,02	0,95	Sujeto 8	0,91	0,67
Sujeto 9	1,1	0,96	Sujeto 9	1,04	0,81
Sujeto 10	1,19	0,78	Sujeto 10	0,93	1,36
Sujeto 11	1,27	1,08	Sujeto 11	1,13	1,02
Sujeto 12	1,21	0,95	Sujeto 12	1,1	1,03
Sujeto 13	1,17	1,1	Sujeto 13	1,2	1
Sujeto 14	1,07	0,87	Sujeto 14	1,12	1,01
Sujeto 15	1,05	0,89	Sujeto 15	1,13	1,13
Promedio	1,1	0,942667	Promedio	1,052	1,015

DISCUSIÓN

Se determinó que los deportistas profesionales tienen un promedio en su ángulo inicial de $28,4^\circ$ y los deportistas principiantes tienen un ángulo de $27,34^\circ$ de promedio, lo cual refleja que no existe una mayor variación en cuanto al ángulo de la posición inicial entre ambos grupos. Además, mediante el cálculo comparativo a partir de la prueba U de



Mann-Whitney, se determinó la no existencia de diferencias significativas ($p=0,309$), estableciéndose un menor rango promedio en los deportistas principiantes (13,87) que en los deportistas profesionales (17,13).

El ángulo de impacto de los deportistas principiantes es en promedio de $117,93^\circ$ y el ángulo de los deportistas profesionales es de $129,2^\circ$, lo que refleja la existencia de una mayor variación en cuanto al ángulo de la posición de impacto entre ambos grupos, además, mediante el cálculo comparativo a partir de la prueba U de Mann-Whitney se determinó la existencia de diferencias significativas ($p=0,001$), estableciéndose un menor rango promedio en los deportistas principiantes (10,23) que en los deportistas profesionales (20,77).

En el ángulo final, se observa que los deportistas principiantes tienen una media de $31,34^\circ$ y el ángulo promedio de los deportistas profesionales es de $26,34^\circ$, determinándose que no existe una mayor variación en cuanto al ángulo de la posición final entre ambos grupos, no existe una diferencia significativa ($p=0,057$), se establece un menor rango promedio en los deportistas profesionales (18,53) que en los deportistas principiantes (12,47).

Uno de los aspectos relacionados con los ángulos y su descripción en grados es la relación existente con la capacidad física de flexibilidad, (Tacan, Werz, & Cevallos, 2021) una mejor amplitud articular pudiera derivar en una mejor flexibilidad muscular y, por ende, una mayor probabilidad de mover los miembros inferiores en el taekwondo deriva en un incremento del rendimiento deportivo en términos de precisión de la patada, tal y como se define en Paramitha, Rosadi, Ramadhan, & Suwanta, (2020).

En el tiempo de ejecución, se produjo un promedio de 1312 ms en los deportistas profesionales y un promedio de 1462 ms en los deportistas principiantes, lo que determinó que existe una mayor variación en cuanto al tiempo de ejecución de la patada entre ambos grupos, existen diferencias significativas ($p=0,009$) y se establece un menor rango promedio en los deportistas profesionales (11,33) que en los deportistas principiantes (19,67), indicativo de que los deportistas profesionales poseen un menor tiempo de ejecución y, por ende, una mejor capacidad de velocidad específica.

Se determinó que los deportistas profesionales tienen un promedio en la velocidad máxima de 6,86 m/s y los deportistas principiantes tienen un promedio en la velocidad máxima de 5,47 m/s, lo que refleja que existe una mayor variación en cuanto a la velocidad máxima de la patada entre ambos grupos, determinándose diferencias significativas ($p=0,003$) y es menor el rango promedio en los deportistas principiantes (10,80) que en los profesionales (20,20), indicativo de una mejor capacidad de rapidez por parte de los deportistas profesionales, aspecto estudiado en otras obras como (Saransig, López, & Aldaz, 2021).

La aceleración promedio de los deportistas profesionales o avanzados es de $48,35 \text{ m/s}^2$, y el promedio de aceleración de los deportistas principiantes fue de $36,55 \text{ m/s}^2$, lo que refleja la existencia de una mayor variación en cuanto a la aceleración máxima de la patada entre grupos independientes, lo que es significativamente diferente ($p=0,029$) al establecerse un menor rango promedio en los deportistas principiantes (12,00) que en los profesionales (19,00), indicativo que los últimos mencionados poseen una mayor aceleración al tener una mejor preparación física.



El cálculo comparativo del centro de gravedad en el eje de coordenadas (X) para el punto de impacto durante la ejecución de la patada Chigo-Chagüi delantera entre deportistas principiantes y profesionales no determinaron diferencias significativas ($p=0,506$), lo que establece un menor rango promedio en los deportistas profesionales (14,43) que en los principiantes (16,57). En el caso del cálculo comparativo del centro de gravedad en el eje de coordenadas (Y), el punto de impacto durante la ejecución de la patada Chigo-Chagüi, con pierna delantera entre deportistas principiantes y profesionales a partir de la prueba U de Mann-Whitney, determinó diferencias significativas ($p=0,029$), lo que establece un menor rango promedio en los deportistas principiantes (12,00) que en los profesionales (19,00).

Se observa que el centro de gravedad en el eje de coordenadas X en principiantes es 1,1 y en el eje de coordenadas Y es de 0,94 y en profesionales, el eje de coordenadas en X es 1,052 y en el eje de coordenadas en Y es de 1,015, lo que demuestra durante la fase de ascenso hasta llegar al punto de impacto; el centro de gravedad tiende a desplazarse más hacia el pie de apoyo y se obtiene una mayor estabilidad. Por otra parte, durante la fase de ascenso del pie de golpeo, el centro de gravedad tiende a desplazarse hacia donde se mueve la pierna ejecutante, lo que eleva en cierto grado el centro de gravedad.

Los deportistas profesionales tienen una mayor experiencia en la ejecución de la patada, además de ser más flexibles para realizar la patada Chigo-Chagüi con pierna delantera; por ello, su ángulo en el punto de impacto es mayor en comparación a los principiantes, los cuales poseen una menor flexibilidad, es decir, el golpe es más preciso y eficiente logrando llegar, incluso, superar a la cabeza de su oponente, lo que supondría una ventaja competitiva dentro del combate (Paramitha, Rosadi, Ramadhan, & Suwanta, 2020).

El tiempo total de ejecución de la técnica Chigo-Chagüi con pierna delantera es menor en los profesionales que en los principiantes, dado a que tienen automatizado el movimiento por el tiempo que llevan entrenando. De igual modo, se determina que la velocidad máxima en los profesionales perfecciona la acción técnico-táctica de la patada, lo que brinda una ventaja competitiva adicional a los profesionales. En la aceleración, también se observan diferencias en los profesionales, su aceleración fue mayor que los principiantes, dado que tiene que maximizar la aceleración del muslo, de ese modo, transmitir la fuerza a la pierna para alcanzar un impacto con mayor fuerza, dado que entre aceleración o velocidad lineal y la fuerza existe una relación directa (Ojeda-Aravena, Azócar-Gallardo, Hernández-Mosqueira, & Herrera-Valenzuela, 2020).

Los deportistas profesionales o avanzados cuentan con mucho más tiempo de experiencia, además de una mejor técnica, la cual se ha perfeccionado con su mayor experiencia para la correcta ejecución de las diferentes patadas, a diferencia de los deportistas principiantes, los cuales cuentan con un menor tiempo de aprendizaje técnico y, por ende, un menor rendimiento técnico y técnico-táctico en términos de probabilidades.

CONCLUSIONES

Las diferencias entre deportistas avanzados y principiantes en la patada chigo-chagüi con pierna delantera suelen ser notables en la mayoría de los indicadores analizados, siendo el nivel del atleta un indicador que permite describir las deficiencias técnicas,



además de servir de predictor para enfatizar en los elementos biomecánicos que inciden en el rendimiento deportivo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Club formativo especializado "DAIGORO" por el apoyo en el proceso de investigación en términos de recursos humanos e instalaciones deportivas. Al Grupo de Investigación Afidesa (Actividad Física, Deporte y Salud) de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe por la asesoría e implementación de la propuesta de intervención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhmad, I., Nugraha, T., & Sembiring, P. (2021). Speed, Agility, and Quickness (SAQ) training of the circuit system: How does it affect kick speed and agility of junior taekwondo athletes?. *Journal Sport Area*, 6(2), 175-182. doi:10.25299/sportarea.2021.vol6(2).6433
- da Silva Santos, J. F., Loturco, I., & Franchini, E. (2018). Relationship between frequency speed of kick test performance, optimal load, and anthropometric variables in black-belt taekwondo athletes. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 18(1), 39-44. doi:10.14589/ido.18.1.6
- Ervilha, U. F., Fernandes, F. D., Souza, C. C., & Hamill, J. (2020). Reaction time and muscle activation patterns in elite and novice athletes performing a taekwondo kick. *Sports biomechanics*, 19(5), 665-677. doi:10.1080/14763141.2018.1515244
- Granda, C. A., Loachamin, E. M., & Arla, S. M. (2016). Biomechanical analysis of the Taekwondo Ap-Chagui kick. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 21(218), 1-7. <https://www.efdeportes.com/efd218/biomechanical-analysis-of-the-taekwondo.htm>
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006). A profile of Olympic taekwondo competitors. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 114. <https://www.jssm.org/jssm-05-CSSI1-114.xml%3EFulltext>
- León, S., Calero, S., & Chávez, E. (2016). *Morfología funcional y biomecánica deportiva* (2E ed.). Quito, Ecuador: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Loachamin, E. M., Mena, F. M., Durán, E. E., & Maqueira, G. d. (2017). Diferencias biomecánicas en la patada ap chagüi entre taekwondocas de cinturón blanco y negro. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(2), 159-168. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03002017000200013&script=sci_arttext&tlng=en
- Luigi T. Bercades, & Willy Pieter. (2007). Un análisis biomecánico de la patada descendente modifi cada de taekwondo. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 2(1), 28-39. <http://revpubli.unileon.es/ojs/index.php/artesmarciales/article/view/282/239>



- Marlene J Adrian, & John M Cooper. (1995). *Biomechanics of Human Movement*. WCB. Brown a BenchmarkPub. Iowa: WCB Brown & Benchmark.
- Martínez, C. A., & Escobar, Y. P. (2017). Sistema de ejercicios para el perfeccionamiento de la velocidad de ejecución simple y compleja en acciones ofensivas del taekwondo en atletas escolares de la EIDE provincia las Tunas. *Revista Boletín Redipe*, 6(1), 174-192. <http://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/187>
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics. New York: Human Kinetics.
- Ojeda-Aravena, A. P., Azócar-Gallardo, J., Hernández-Mosqueira, C., & Herrera-Valenzuela, T. (2020). Relación entre la prueba de agilidad específica en taekwondo (tsat), la fuerza explosiva y la velocidad líneal en 5-m atletas de taekwondo de ambos sexos. *Retos*, 39, 84-89., 39, 84-89. doi:10.47197/retos.v0i39.78395
- Paramitha, S. T., Rosadi, T. Y., Ramadhan, M. G., & Suwanta, D. M. (2020). The Influence of Flexibility Training on the Accuracy of the Dollyo Chagi Kick in Taekwondo Martial Arts. In 4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019) (4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019)).21, págs. 317-320. Atlantis Press. <https://www.atlantis-press.com/article/125934806.pdf>
- Saransig, D. D., López, A. P., & Aldaz, E. M. (2021). Diferencias biomecánicas en el taekwondo entre la categoría clasificado y novato realizando la patada mondolyo furyo chagui. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 26(276), 75-89. doi:10.46642/efd.v26i276.2918
- Swandana, A., Sugiharto, S., & Wahyu, I. S. (2021). Development of Reaction Speed and Endurance Training Tools for Taekwondo Kick Speeds Using Pyongyo. *Journal of Physical Education and Sports*, 10(1), 8-16. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes/article/view/44385>
- Tacan, E. J., Werz, D. N., & Cevallos, E. C. (2021). Insistencia pasiva dinámica y contracción maximal: influencia en la flexibilidad del split en karate. *PODIUM-Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2), 1-13. <http://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1084>
- Tipán, M. G., Quichimbla, H. V., Morales, C., Apolo, E. G., Aldaz, E. M., & Rojas, M. P. (2017). Integrated training vs traditional training in senior taekwondo practitioners. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 21(224), 1-16. <https://efdeportes.com/efd224/integrated-training-in-senior-taekwondo.htm>
- WTF, W. T. (2020). *Competition Rules & Interpretation*. Seoul, Korea: World Taekwondo Federation. [http://www.worldtaekwondo.org/viewer_pdf/external/pdfjs-2.1.266-dist/web/viewer.html?file=http://www.worldtaekwondo.org/att_file/documents/WT%20Competition%20Rules_Interpretation%20\(October%201,%202020\).pdf](http://www.worldtaekwondo.org/viewer_pdf/external/pdfjs-2.1.266-dist/web/viewer.html?file=http://www.worldtaekwondo.org/att_file/documents/WT%20Competition%20Rules_Interpretation%20(October%201,%202020).pdf)



Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2022 Paul Isaías Marcillo Iza, Jorge Washington Tipán Gualotuña, Edgardo Romero Frómata

