

Asociación entre potencia en SJ, CMJ y la fuerza aplicada en las patadas Bandal Chagi y Yeop Chagi de Taekwondo

Association between power in SJ, CMJ and the force applied in the Bandal Chagi and Yeop Chagi kicks of Taekwondo

*Noel Fernando Mejia Mejia, **Alfredo Restrepo Marin, ***Daniel Dylan Cohen, ****Alberto Sanchez, *****Stevenson Montoya Marulanda

*Universidad Nacional Autónoma de Honduras, **Ministerio del Deporte de Colombia, ***University of Limerick (Ireland), ****Institute of Interdisciplinary Exercise Science and Sports Medicine, MSH Medical School Hamburg (Alemania); University of Potsdam (Alemania), *****Instituto del Deporte, la Educación Física y la Recreación del Valle del Cauca (Colombia)

Resumen. Debido a la potencia y la velocidad, la patada es el gesto técnico más utilizado en el Taekwondo para la obtención de un punto. Por ello, la fuerza explosiva y las variables relacionadas son de interés para el control del entrenamiento y la mejora del gesto técnico. El objetivo de este estudio fue conocer la asociación entre la potencia desarrollada en el SJ, el CMJ y la potencia aplicada en las técnicas de patada: Bandal Chagi, Yeop Chagi. En el estudio cuantitativo, transversal con alcance correlacional, participaron 12 atletas a quienes se les midió 7 variables relacionadas a la potencia en la ejecución del SJ y el CMJ. Así mismo, se determinó la potencia de las patadas mediante el Sistema Electrónico de Puntuación de Protección (PSS). De las correlaciones identificadas entre las patadas y los saltos (SJ, CMJ), la patada Bandal Chagui se asoció con una mayor cantidad de variables medidas en el CMJ y en menor medida con el SJ; las correlaciones tanto para el CMJ y el SJ fueron menos en la patada Yeop Chagu. Por lo que se concluye en la especificidad del CMJ en la evaluación de los factores determinantes en el rendimiento del mencionado gesto técnico, no así del SJ.

Palabras clave: Bandal Chagi, Yeop Chagi, Potencia, SJ, CMJ.

Abstrat. Due to its power and speed, the kick is the most used technical gesture in Taekwondo to obtain a point. Therefore, explosive strength and related variables are of interest for training control and improving technical gestures. The objective of this study was to determine the association between the power developed in the SJ and the CMJ and the power applied in the kicking techniques: Bandal Chagi and Yeop Chagi. In the quantitative, cross-sectional study with a correlational scope, 12 athletes participated, of whom 7 variables related to power in the execution of the SJ and CMJ were measured. Likewise, the power of the kicks was determined using the Electronic Protection Scoring System (PSS). Of the correlations identified between kicks and jumps (SJ, CMJ), the Bandal Chagui kick was associated with a greater number of variables measured in the CMJ and, to a lesser extent, with the SJ; the correlations for both the CMJ and the SJ were less in the Yeop Chagu kick. Therefore, it is concluded that the CMJ is specific in the evaluation of the determining factors in the performance of the aforementioned technical gesture, but not the SJ.

Keywords: Bandal Chagi, Yeop Chagi, Power, SJ, CMJ.

Fecha recepción: 22-11-23. Fecha de aceptación: 22-03-24

Noel Mejia

nmejia@unah.edu.hn

Introducción

El Taekwondo es un arte marcial cuyo origen data hace más de 2000 años en Corea. Se encuentra dentro del programa Olímpico y se caracteriza por ser un “deporte de combate complejo, de carácter intermitente y de alta intensidad” (Ojeda et al., 2021, p. 84). Actualmente, esta disciplina deportiva goza de gran popularidad en más de 140 países en el mundo (Kazemi et al., 2006). La palabra Taekwondo se traduce en: Tae (golpe con el pie); Kwon (golpe con el puño) y do (arte). De ahí que, tanto el puño como la patada sean los dos medios para la obtención de un punto durante el combate.

La patada es el gesto más utilizado, llegando a alcanzar la mayoría de la totalidad de los puntos obtenidos durante un combate (Kazemi, Waalen, Morgan & White, 2006; Kazemi, Casella & Perri, 2009; Kazemi, Perri & Soave, 2010). La utilidad del gesto de patada, en comparación con el puño, radica en la mayor fuerza que se puede imprimir al momento del golpe, además de las características defensivas de la misma. Para ello se requiere de dos elementos: en primer lugar, la fuerza necesaria para registrar un punto en el sistema electrónico de protección; en segundo lugar, la velocidad necesaria para alcanzar y evitar la defensa del

adversario (Sepriadi, 2019).

Ambos elementos mencionados se combinan en la fuerza explosiva, definida como “la tasa de producción de la fuerza en uno o varios movimientos” (Cardozo & Moreno, 2018, p.2). Por ello, no solamente es considerada la magnitud de la fuerza, sino la producción de la fuerza por unidad de tiempo. Por ejemplo, Sepriadi (2019), concluyó que el 45% de efectividad en la técnica de patada (Dollyo Chagi) corresponde a la capacidad de la musculatura de generar fuerza explosiva.

Los test comúnmente utilizados para determinar la potencia de los miembros inferiores son los saltos: “Squat Jump” (SJ) y contramovimiento (CMJ) (Alp & Gorur, 2020). El SJ indica la capacidad contráctil del músculo (Baker & Nance, 1999), mientras que el CMJ la capacidad elástica de los tejidos conectivos y musculares que permite la acumulación de energía y su transmisión de una contracción excéntrica a una concéntrica (Balsalobre et al., 2012). Ojeda et al. (2021), identificaron una relación inversa entre el SJ ($r = -0.63$, $p = 0.01$), el CMJ ($r = -0.53$, $p = 0.03$) y la Prueba de Agilidad Específica en Taekwondo (TSAT). Los autores compararon la manifestación concéntrica del SJ con la activación del bíceps femoral para producir la desace-leración de la pierna en la técnica de patada Bandal Chagi, y

la manifestación del Ciclo de Estiramiento-Acortamiento (CEA) presente en el CMJ con las aceleraciones y desaceleraciones al desplazarse y patear.

Existen varias técnicas de patada que generan una velocidad y potencia condicionada por la misma ejecución. En ese sentido, Burke et al., (2017) analizaron la velocidad y potencia generada en tres técnicas de patadas (Dollyeo Chagi, Dwit Chagi y Yeop Chagi) concluyendo que la técnica Dwit Chagi es la que desarrolla mayor potencia, seguida por la Dollyeo Chagi. Diversos estudios (Burke et al., 2017; Robertson et al., 2002; Sung et al., 1977; Barramuño et al., 2022), usan modelos biomecánicos que demandan de tiempo y recursos económicos difícilmente al alcance de la mayoría de entrenadores y practicantes. Además, la preparación deportiva requiere de información inmediata, obtenida en el mismo sitio de competencia o de entrenamiento. Por lo anterior, y dado que se desconoce la asociación entre distintas variables relacionadas con la potencia de los miembros inferiores evaluada mediante el SJ y el CMJ y las diferentes técnicas de patada en el Taekwondo, el objetivo de este estudio fue conocer la asociación entre la potencia desarrollada en el SJ y el CMJ y la potencia aplicada en las técnicas de patada: Bandal Chagi, como la más utilizada durante el combate (Castro et al., 2020) y Yeop Chagi. Dicho conocimiento ayudará a determinar el estado óptimo de preparación de los/las atletas durante la sesión de entrenamiento y previo a la competencia, evitar lesiones, así como en la detección de talento.

Método

Participantes

Participaron 12 atletas: 6 de género femenino con una edad media de 19.83 años (± 3.06), peso medio de 65.01 kg (± 14.41), estatura media de 1.72 m (± 0.10); y 6 de género masculino con una edad media de 24.50 años (± 5.8), peso medio de 75.93 kg (± 10.84), estatura media de 1.84 m (± 0.05). Como criterios de inclusión se establecieron: (a) mínimo 3 años de práctica en el Taekwondo; (b) 85% de permanencia activa e ininterrumpida en la presente temporada del equipo. Se excluyeron los atletas que, actualmente o en los dos meses previos al estudio, presentaban alguna lesión osteomuscular.

Diseño

Este fue un estudio de diseño transversal, con alcance correlacional.

Instrumentos y procedimientos

Todas las mediciones se realizaron el mismo día (3:00 p.m), previo a la sesión de entrenamiento y posterior a un calentamiento de 20 minutos. En primer lugar, se midieron los saltos verticales (SJ, CMJ), registrando el mejor de tres intentos con intervalos de 30 segundos (Falces et al., 2022) entre intentos y 20 minutos entre los tipos de saltos (SJ, CMJ). Los atletas ya tenían conocimiento y dominio práctico de la ejecución técnica del SJ y el CMJ. En segundo

lugar, se midió la potencia (W) de las patadas con rebote antes de la ejecución; primero Bandal Chagi y luego Yeop Chagi, registrando el mejor de tres intentos en cada patada; primero pierna izquierda y luego pierna derecha, con intervalos de 10 segundos entre intentos y 30 segundos de descanso para cambio de pierna en la misma patada. El descanso entre series (tres intentos) de patadas (Bandal Chagi, Yeop Chagi) fue de 15 minutos.

Medición del salto vertical

Para la medición de las variables relacionadas con el CMJ y el SJ, se utilizó la Plataforma de fuerza dual ForceDecks FD4000 con el Software ForceDecks 2.08587 (Vald Performance, Australia) con una frecuencia de captura de 1000 Hz.

Se registró el mejor de tres intentos de las siguientes variables: Concentric Mean Force [N], Concentric Mean Power [W], Concentric Peak Velocity [m/s], Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg], Peak Power [W], Jump Height [cm], Concentric RFD [N/s]. Por conveniencia y sobre todo reproducibilidad del estudio, se consideró manejar el idioma original (inglés) de las variables, de acuerdo con la información provista por el software (ForceDecks 2.08587). Entre las variables correlacionadas se consideró la división de peso definida como la categoría de peso de competencia (Tabla 1).

Tabla 1.
División de peso definida como la categoría de peso.

| GENERO | División de peso | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------------|------------|------------|
| FEMENINO | -67 | 2 | 33.3 |
| | -57 | 2 | 33.3 |
| | -49 | 1 | 16.7 |
| | 67 | 1 | 16.7 |
| | Total | 6 | 100.0 |
| MASCULINO | -80 | 2 | 33.3 |
| | -68 | 2 | 33.3 |
| | -58 | 1 | 16.7 |
| | 87 | 1 | 16.7 |
| | Total | 6 | 100.0 |

En el SJ se instruyó a realizar un salto vertical partiendo desde la posición de media sentadilla sostenida durante 5 segundos, con el tronco recto (neutro) y las manos en las caderas, sin la utilización o ayuda de los brazos y sin realizar contramovimiento hacia abajo. Las observaciones de la técnica de ejecución del SJ fueron: planta del pie en contacto con cada plataforma de fuerza, flexión de las rodillas en un ángulo de 90°, manos en las caderas y tronco recto, extensión de las rodillas (180°) durante el vuelo, caída con los pies hiperextendidos. En el CMJ se instruyó a los participantes a iniciar el gesto en posición erguida, manos en la cintura, sin ayuda de brazos. Los participantes decidían cuándo iniciar el movimiento hacia abajo. Las observaciones de la técnica de ejecución del CMJ fueron: planta del pie en contacto con cada plataforma de fuerza, posición erguida con manos en las caderas, realizar un contramovimiento sugerido en 90°, ángulo de 180° de las rodillas en el despegue y durante el vuelo, caída con los pies hiperextendidos.

Medición de la fuerza en las técnicas de patada

Para la medición de la potencia (W) en las técnicas de patada (Bandal Chagi, Yeop Chagi) se utilizó el Sistema Electrónico de Puntuación de Protección (PSS) marca DAEDO con el software TK-Strike System Daeido Gen 2 (versión 3.2.4). Se uso empeinera Generación 2, de 11 sensores.

Análisis estadístico

Las variables analizadas se describieron mediante la media (M) y desviación estándar (\pm). La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba Shapiro-Wilks. Para la correlación (coeficiente de Pearson) se utilizaron los siguientes valores: 0 a 0.30, se consideró baja; 0.31 a 0.49, se consideró moderada; 0.50 a 0.69 se consideró grande; 0.70 a 0.89, se consideró muy grande; y 0.90 a 1.0, se consideró casi perfecta a perfecta (Akoglu, 2018). Adicionalmente, se analizó la diferencia de medias relacionadas mediante el estadístico t de Student para determinar la

diferencia estadística entre la potencia en las patadas estudiadas (Yeop Chagi, Bandal Chagi). Todo el análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS de IBM para Windows, versión 19.0. El nivel de significancia estadística se estableció en los valores $p < 0.5$ y $p < 0.1$, para dos (2) colas.

Resultados

La tabla 2 y 3 muestra los valores medios y las desviaciones estándar para las variables sociodemográficas y las variables relacionadas al CMJ y el SJ, respectivamente. La pierna dominante, excepto un atleta masculino, fue la derecha. En la tabla 4 se observa la diferencia estadísticamente significativa entre la potencia producida en la patada Bandal Chagi ($M = 44.33 W \pm 14.49$) y la patada Yeop Chagi ($M = 36.33 W \pm 8.77$) para la pierna izquierda. No se identificó diferencia en la potencia entre ambas patadas para la pierna derecha.

Tabla 2.

Medidas descriptivas para las variables sociodemográficas y la potencia (W) en las técnicas de patada: Bandal Chagi, Yeop Chagi.

| Variables | M | S | Femenino | | Masculino | |
|-----------------------------|--------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | | | M | S | M | S |
| Edad | 22.17 | 5.07 | 19.83 | 3.061 | 24.50 | 5.857 |
| Peso (Kg) | 70.475 | 13.42 | 65.01 | 14.41 | 75.93 | 10.84 |
| Talla (m) | 1.7808 | 0.10 | 1.72 | 0.10 | 1.84 | 0.05 |
| Bandal Chagi Derecha. (W) | 40.75 | 14.71 | 27.83 | 4.35 | 53.67 | 7.65 |
| Bandal Chagi Izquierda. (W) | 44.33 | 14.49 | 31.83 | 8.28 | 56.83 | 4.30 |
| Yeop Chagi Derecha. (W) | 37.33 | 10.09 | 31.50 | 7.71 | 43.17 | 9.10 |
| Yeop Chagi Izquierda. (W) | 36.33 | 8.77 | 31.00 | 6.51 | 41.67 | 7.65 |

M: promedio, S: desviación estándar

Tabla 3.

Medidas descriptivas para las variables en los saltos: CMJ, SJ.

| Variables | M | S | Variables | M | S |
|--|---------|---------|---|---------|---------|
| CMJ-Concentric Mean Force [N] | 1346.42 | 323.73 | SJ-Concentric Mean Force [N] | 1172.75 | 287.54 |
| CMJ-Concentric Mean Power [W] | 1943.33 | 662.05 | SJ-Concentric Mean Power [W] | 1532.25 | 674.71 |
| CMJ-Concentric Peak Velocity [m/s] | 2.8100 | .35 | SJ-Concentric Peak Velocity [m/s] | 2.6892 | .33 |
| CMJ-Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | 15.058 | 4.13 | SJ-Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | 12.592 | 2.60 |
| CMJ-Peak Power [W] | 3678.17 | 999.43 | SJ-Peak Power [W] | 3673.67 | 1154.05 |
| CMJ-Concentric Mean Force (Left) [N] | 677.00 | 160.86 | SJ-Concentric Mean Force (Left) [N] | 585.00 | 136.79 |
| CMJ-Concentric Mean Force (Right) [N] | 682.08 | 173.11 | SJ-Concentric Mean Force (Right) [N] | 588.75 | 151.42 |
| CMJ-Jump Height (Flight Time) [cm] | 40.2000 | 10.01 | SJ-Jump Height (Flight Time) [cm] | 36.1667 | 9.59 |
| CMJ-Concentric RFD [N/s] | 2116.75 | 1689.36 | SJ-Concentric RFD [N/s] | 3834.17 | 3995.93 |
| CMJ-Concentric RFD (Left) [N/s] | 2065.58 | 1753.32 | SJ-Concentric Maximum RFD (Left) [N/s] | 3596.00 | 2333.99 |
| CMJ-Concentric RFD (Right) [N/s] | 447.83 | 604.52 | SJ-Concentric Maximum RFD (Right) [N/s] | 3867.33 | 2732.49 |

M: promedio. S: desviación estándar. CMJ: salto contra movimiento. SJ: salto squat jump. BW: peso corporal. RFD: tasa de desarrollo de fuerza.

Tabla 4.

Estadístico para la diferencia entre la potencia de las patadas.

| | Diferencias emparejadas | | | | t | gl | Sig. (bilateral) | |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|--------|-------|------------------|----------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | | | | Superior |
| Bandal Chagui – Yeop Chagi (Derecha) | 3.417 | 9.830 | 2.838 | -2.829 | 9.662 | 1.204 | 11 | .254 |
| Bandal Chagui – Yeop Chagi (Izquierda) | 8.000 | 9.667 | 2.791 | 1.858 | 14.142 | 2.867 | 11 | .015 |

Correlación Bandal Chagi - CMJ

La patada derecha e izquierda, respetivamente (Tabla 5), tuvo correlación muy grande con las variables del CMJ: Concentric Mean Force ($r = .813; .884$), Concentric Peak Velocity ($r = .839; .806$), Peak Net Takeoff Force / BW ($r = .783; .642$), y la altura ($r = .821; .801$). No obstante, se observaron las siguientes diferencias entre ambas piernas: la

correlación entre la patada derecha y Concentric Mean Power ($r = .933$), fue casi perfecta, mientras que con la patada izquierda fue muy grande ($r = .822$); la correlación entre la parada derecha y Peak Power ($r = .852$), fue muy grande, mientras que con la patada izquierda fue casi perfecta ($r = .921$). La variable Concentric RFD, no correlaciono con la patada derecha, ni con la patada izquierda.

Tabla 5.
Correlación de variables medidas en el CMJ con la patada Bandal Chagi.

| VARIABLES | Concentric Mean Force [N] | Concentric Mean Power [W] | Concentric Peak Velocity [m/s] | Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | Peak Power [W] | Jump Height [cm] | Concentric RFD [N/s] |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|----------------------|
| Bandal Chagi (Derecha) | r .813** | .933** | .839** | .783** | .852** | .821** | .393 |
| Bandal Chagi (Izquierda) | r .884** | .822** | .806** | .642* | .921** | .801** | .407 |

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas)

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas)

CMJ: salto contra movimiento. BW: peso corporal. RFD: tasa de desarrollo de fuerza

Correlación Bandal Chagi - CMJ (bilateral)

La variable bilateral del CMJ (Tabla 6), Concentric Mean Force, presentó una correlación muy grande con la patada correspondiente a la misma pierna ($r = .850$, $r =$

.801). Respecto a la variable Concentric RFD, no se observó correlación alguna con la patada derecha, ni con la patada izquierda.

Tabla 6.
Correlación de variables medidas en el CMJ en el análisis bilateral con la patada Bandal Chagi.

| Variables | Concentric Mean Force (Left) [N] | Concentric Mean Force (Right) [N] | Concentric RFD (Left) [N/s] | Concentric RFD (Right) [N/s] |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Bandal Chagi (Derecha) | r .801** | .801** | .356 | -.113 |
| Bandal Chagi (Izquierda) | r .850** | .864** | .289 | .007 |

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

RFD: tasa de desarrollo de fuerza

Correlación Bandal Chagi - SJ

Respecto a la correlación entre el SJ y la patada Bandal Chagi (Tabla 7), se observaron las siguientes diferencias entre ambas piernas: mientras la patada derecha no correlacionó con la Concentric Mean Force, **sí** hubo correlación muy grande de dicha variable con la patada izquierda ($r =$

.716). Así mismo, la patada derecha correlacionó de manera muy grande con las variables Concentric Peak Velocity ($r = .776$), Peak Power ($r = .822$), y la altura ($r = .790$), mientras que la correlación de dichas variables con la patada izquierda fue casi perfecta ($r = .903$; .956; .903, respectivamente).

Tabla 7.
Correlación de variables medidas en el SJ con la patada Bandal Chagi.

| Variable | Concentric Mean Force [N] | Concentric Mean Power [W] | Concentric Peak Velocity [m/s] | Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | Peak Power [W] | Jump Height [cm] | Concentric RFD [N/s] |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|----------------------|
| Bandal Chagi (Derecha) | r .554 | .769** | .762** | .284 | .822** | .790** | .282 |
| Bandal Chagi (Izquierda) | r .716** | .896** | .903** | .479 | .956** | .903** | .441 |

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

BW: peso corporal. RFD: tasa de desarrollo de fuerza

Correlación Bandal Chagi - SJ (bilateral)

Para el análisis bilateral (Tabla 8), los resultados muestran que la patada derecha solamente tuvo una correlación grande con la variable Concentric RFD ($r = .674$). Sin

embargo, la patada izquierda correlacionó con un nivel muy grande, tanto con la Concentric Mean Force ($r = .723$) como con la Concentric RFD ($r = .691$).

Tabla 8.
Correlación de variables medidas en el SJ en el análisis bilateral con la patada Bandal Chagi.

| Variable | Concentric Mean Force (Left) [N] | Concentric Mean Force (Right) [N] | Concentric RFD (Left) [N/s] | Concentric RFD (Right) [N/s] |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Bandal Chagi (Derecha) | r .561 | .554 | .483 | .674* |
| Bandal Chagi (Izquierda) | r .723** | .716** | .691* | .797** |

*La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

RFD: tasa de desarrollo de fuerza

Correlación Yeop Chagi - CMJ

La patada Yeop Chagi con la pierna derecha (Tabla 9), tuvo una correlación grande y muy grande con las variables del CMJ: Concentric Mean Force ($r = .584$), Concentric Mean Power ($r = .799$), Peak Velocity ($r = .784$), Peak

Net Takeoff Force / BW ($r = .595$), Peak Power ($r = .729$) y la altura ($r = .824$). Las mismas correlaciones fueron observadas con la pierna izquierda, exceptuando las variables Concentric Peak Velocity y Peak Net Takeoff Force / BW.

Tabla 9.

Correlación de variables medidas en el CMJ con la patada Yeop Chagui

| Variable | | Concentric Mean Force [N] | Concentric Mean Power [W] | Concentric Peak Velocity [m/s] | Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | Peak Power [W] | Jump Height [cm] |
|-----------------------|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|
| YeopChagi (Derecha) | r | .584* | .799** | .784** | .595* | .729** | .824** |
| YeopChagi (Izquierda) | r | .726** | .695* | .559 | .473 | .760** | .598* |

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlación Yeop Chagi – CMJ (bilateral)

Para el análisis bilateral (Tabla 10), los resultados muestran que la patada derecha no correlacionó con ninguna de

las variables del CMJ. Por el contrario, la patada izquierda sí correlacionó con Concentric Mean Force ($r = .711$).

Tabla 10.

Correlación de variables medidas en el CMJ en el análisis bilateral con la patada Yeop Chagui.

| Variable | | Concentric Mean Force (Left) [N] | Concentric Mean Force (Right) [N] | Concentric RFD (Left) [N/s] | Concentric RFD (Right) [N/s] |
|-----------------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| YeopChagi (Derecha) | r | .484 | .439 | -.053 | -.211 |
| YeopChagi (Izquierda) | r | .711** | .662* | .014 | -.192 |

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlación Yeop Chagi – SJ

En la correlación entre el SJ y la patada Yeop Chagi (Tabla 11), la patada izquierda tuvo una correlación muy grande con las variables: Concentric Mean Force ($r = .711$), Concentric Mean Power ($r = .676$), Concentric Peak Velocity ($r = .606$), Peak Power ($r = .778$) y la altura ($r = .623$); mientras que la patada derecha solamente tuvo

una correlación muy grande con Concentric Peak Velocity ($r = .726$), y con la altura ($r = .772$). A diferencia del CMJ, la División de peso presento una correlación negativa y grande (Tabla 10, Figura 1 y 2) con el SJ en las variables Peak Net Takeoff Force / BW ($r = -.691$) y Concentric RFD ($r = -.616$).

Tabla 11.

Correlación de variables medidas en el SJ con la patada Yeop Chagi.

| Variable | | Concentric Mean Force [N] | Concentric Mean Power [W] | Concentric Peak Velocity [m/s] | Peak Net Takeoff Force / BW [N/kg] | Peak Power [W] | Jump Height [cm] | Concentric RFD [N/s] |
|---------------------|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|----------------------|
| División | r | -.345 | -.574 | -.458 | -.691* | -.461 | -.384 | -.616* |
| YeopChagi (Derecha) | r | .281 | .484 | .726** | .404 | .516 | .772** | .144 |
| YeopChagi I. | r | .711** | .676* | .606* | .474 | .778** | .623* | .438 |

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

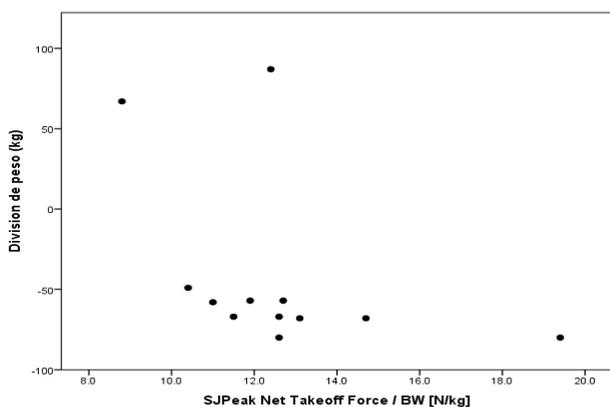


Figura 1 Correlación negativa y grande entre la División del peso y la variable SJ-Peak Net Takeoff Force / BW ($r = -.691$).

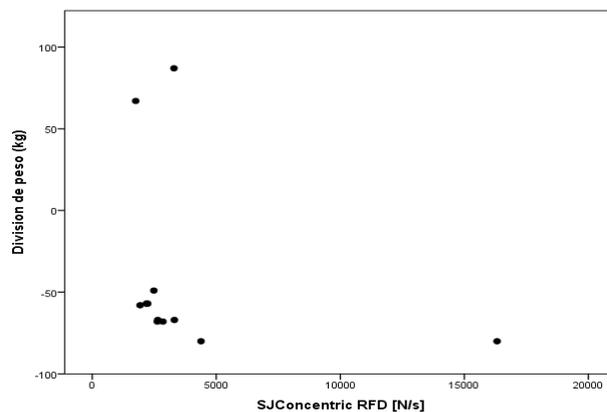


Figura 2. Correlación negativa y grande entre la División del peso y la variable SJ-Concentric RFD ($r = -.616$).

Correlación Yeop Chagii – SJ (bilateral)

Para el análisis bilateral (Tabla 12), los resultados muestran que la patada derecha no correlacionó con ninguna de

las variables del SJ. Por el contrario, la patada izquierda sí correlacionó con Concentric Mean Force ($r = .669$).

Tabla 12.

Correlación de variables medidas en el SJ en el análisis bilateral con la patada Yeop Chagi.

| Variabes | SJConcentric Mean Force (Left) [N] | SJConcentric Mean Force (Right) [N] | SJConcentric Maximum RFD (Left) [N/s] | SJConcentric Maximum RFD (Right) [N/s] |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| YeopChagi (Derecha) r | .291 | .281 | .386 | .463 |
| YeopChagi (Izquierda) r | .669* | .711** | .532 | .553 |

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Discusión

En el presente estudio fue posible identificar asociación entre distintas variables presentes en la ejecución del CMJ, el SJ y la potencia aplicada en las patadas Bandal Chagi y Yeop Chagi.

La comparación de estos resultados con la literatura posee varios obstáculos. En primer lugar, en el presente estudio se utilizaron plataformas de fuerza, mientras que otros estudios han utilizado medidores de deformación y acelerómetros (Rocha, et al., 2017), por lo que la comparación directa se imposibilita. En segundo lugar, las variables utilizadas y sus unidades no corresponden con otros estudios (O'Sullivan, et al., 2009; Del Vecchio, et al., 2011; Sant'Ana, et al., 2014). En tercer lugar, la potencia de salto del CMJ y SJ se reporta erróneamente como la altura de salto (cm), y no la potencia en Watts, como lo establece la Sociedad Internacional de Biomecánica (Kazemi, et al., 2006; Kazemi, et al., 2010; Honghao, et al., 2023).

En cuanto a la altura del CMJ en varones, los resultados obtenidos en la presente investigación ($M = 48.50 \text{ cm} \pm 4.5$) son mayores que los resultados ($M = 39 \text{ cm} \pm 4$) obtenidos por Ball, Nolan, & Wheeler (2011). Respecto a la altura del CMJ en las mujeres, los resultados del presente estudio ($M = 31.90 \text{ cm} \pm 5.8$) son similares a los obtenidos ($M = 32 \text{ cm} \pm 8$) por O Goulart, et al., (2015).

En lo que respecta al SJ, solamente fue posible identificar un trabajo previo en atletas de Taekwondo donde se midieron 2 de las variables estudiadas en el presente estudio (Ball, Nolan, & Wheeler, 2011). En dicho estudio, la Concentric mean power tuvo un valor medio de 1,290 W (± 106.40), distinto a la presente investigación ($M = 1,532 \text{ W} \pm 674.71$); en el caso de Concentric peak velocity ($M = 2.96 \text{ m/s} \pm 0.31$), los valores son similares a la presente investigación ($M = 2.68 \text{ m/s} \pm 0.33$). Referente al sistema de medición, no se identifican estudios previos en los que se haya utilizado el PSS para la medición de la potencia en las patadas de Taekwondo. Falco et al., (2009) y Thibordee & Prasartwuth, (2014), si bien no indican el sistema de medición de la potencia en la patada Bandal Chagi, reportaron valores de 1,000 N y 3,000 N respectivamente. Los resultados del presente estudio (Tabla 4) reportan una diferencia estadísticamente significativa ($t = 2.86, p = .015$), entre la potencia producida en la Bandal Chagi ($M = 44.33 \text{ W} \pm 14.49$) con respecto a la Yeop Chagi ($M = 36.33 \text{ W} \pm 8.77$) para la pierna izquierda, no así la pierna derecha. Dada su alta generación de potencia, se justifica el mayor uso de la

patada Bandal Chagi durante el combate como principal técnica de puntuación (Falco, et al., 2009).

Bandal Chagi – CMJ – SJ

En el presente estudio hubo una asociación entre la potencia de la patada Bandal Chagi y las variables estudiadas en el CMJ y el SJ presente en la mayoría de las variables (Tablas 5 y 7). No obstante, resaltan algunas diferencias.

La potencia ($M = 44.33 \text{ W}$) de la patada Bandal Chagi se asocia con Peak Net Takeoff Force / BW ($M = 15,058 \text{ N/kg}$) del CMJ que es un movimiento de naturaleza balística, pero no con Peak Net Takeoff Force / BW ($M = 12,592 \text{ N/kg}$) del SJ, un movimiento más lento. Por otra parte, sabiendo que la Concentric RFD indica la habilidad de desarrollar y alcanzar rápidamente la máxima fuerza concéntrica (Honghao, et al., 2023), llama la atención la falta de asociación de la Concentric RFD del CMJ ($M = 2116.75 \text{ N/s}$) y el SJ ($M = 3834.166 \text{ N/s}$).

En contraste, el análisis bilateral sí identifica asociación entre la patada Bandal Chagi y la Concentric RFD del SJ (Tabla 8) tanto para la pierna izquierda como la derecha, más no se encuentra asociación en el análisis bilateral del CMJ (Tabla 6).

Yeop Chagi – CMJ – SJ

La asociación de la potencia en la Yeop Chagi con el CMJ y el SJ se presentó en menos variables. Similar a los resultados con el CMJ, la potencia de ambas piernas correlaciona con todas las variables estudiadas, exceptuando las variables Concentric Peak Velocity y Peak Net Takeoff Force / BW para la pierna izquierda (Tabla 9); sin embargo, en la pierna izquierda, solamente se asocia con dos variables: Concentric Peak, Velocity y altura (Tabla 11).

Igualmente, en el análisis bilateral solamente se observa asociación entre la pierna izquierda y Concentric Mean Force, tanto para el CMJ y SJ (Tabla 10 y 12). Esta reducida asociación (Yeop Chagi – CMJ – SJ) puede indicar la poca especificidad del CMJ y el SJ en predecir el rendimiento en la patada Yeop Chagi.

Aplicación práctica

El conocimiento de las variables estudiadas en el CMJ y el SJ, así como su asociación con las patadas en el Taekwondo, permite establecer qué factores son determinantes en el rendimiento del gesto técnico (Bandal Chagi, Yeop Chagi) de naturaleza balística, así como la valoración de la

velocidad y la fuerza como condicionantes de la capacidad mecánica del sistema neuromuscular. Por ejemplo, como se observa en la tabla 11 y las figuras 1 y 2, mientras menor es la división de combate, mayor capacidad se tiene para desarrollar la fuerza y generar un mayor impulso.

Recomendaciones

Partiendo de la aplicación práctica del presente estudio, se recomienda estudiar el comportamiento de las variables (CMJ, SJ) en combinación con otras variables cinemáticas de los miembros inferiores en la ejecución de las patadas.

Limitaciones

El tiempo necesario y el equipamiento tecnológico fueron una limitación de la presente investigación, para realizar una captura de movimiento de los miembros inferiores en la ejecución de las patadas y su respectivo análisis cinemático.

Conclusiones

En la presente investigación se han constatado las características únicas de la patada Bandal Chagui, tales como la capacidad de generar una mayor potencia como se evidencia en su relación con el CMJ, razón por la cual es la más utilizada durante los combates de Taekwondo.

No obstante, la asociación entre el CMJ y la patada Yeop Chagi, hace de esta una técnica útil en el logro de la fuerza necesaria para el registro de un punto.

En ambos casos (Bandal Chagui, Yeop Chagi) se estableció la especificidad del CMJ para la evaluación de los factores determinantes en el rendimiento, no así del SJ.

Referencias

- Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18, 91-93.
- Alp, M. & Gorur, B. (2020). Comparison of Explosive Strength and Anaerobic Power Performance of Taekwondo and Karate Athletes. *Journal of Education and Learning*, 9(1), 149-155.
- Baker, D., & Nance. (1999). The relation between strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 224-229. doi:10.1519/00124278-199908000-00009
- Ball, N., Nolan, E. & Wheeler, K. (2011). Anthropometrical, Physiological, and Tracked Power Profiles of Elite Taekwondo Athletes 9 Weeks before the Olympic Competition Phase. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2752-2763.
- Balsalobre, C., Del Campo, J., Tejero, C. & Alonso, D. (2012). Relación entre potencia máxima, fuerza máxima, salto vertical y sprint de 30 metros en atletas cuatrocenistas de alto rendimiento. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 108, 63-69. [https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/2\).108.07](https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/2).108.07)
- Barramuño, M., Valdés, P., Fonseca, F., & Gálvez, G. (2022). Electromiografía de superficie en movimientos balísticos: un análisis metodológico comparativo en atletas de taekwondo. *Retos*, 44, 146-154. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90174>
- Burke, D., Adawi, S., Burke, D., Bonato, P. & Leong, C. (2017). The kicking process in taekwondo: a biomechanical analysis; running title: biomechanical analysis of taekwondo. *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*, 1(1), 8-13.
- Cardozo, L. & Moreno, J. (2018). Valoración de la Fuerza Explosiva en Deportistas de Taekwondo: Una Revisión Sistemática. *Revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 17(1), 1-15.
- Castro, N., Valderas, C., Herrera, T., Ferreira Da Silva, J., Guzmán, E., Vázquez, J., Magnani, B., Zapata, J., Valdés, P., & López, A. (2020). Effects of post-activation potentiation exercises on kicking frequency, fatigue rate and jump performance in taekwondo athletes: a case study. *Retos*, 38, 679-683. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76755>
- de O Goulart, N., Corgosinho, R., Rodrigues, S., Drummond, M., Flor, F., Gonçalves, R., Szmuchrowski, L. & Couto, B. (2016). Correlation between roundhouse kick and countermovement jump performance. *Arch Budo, Science Of Martial Arts*, 12, 125-131
- Del Vecchio, F., Franchini, E., Del Vecchio, A. & Pieter, W. (2011). Energy absorbed kicks in a taekwondo competition, *Biology in Sports*, 28, 75-78.
- Falco, C., Alvarez, O., Castillo, I., Estevan, I., Martos, J., Mugarra, F. & Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 242-248.
- Honghao, F., Zhiyuan, L., Xiao, Z., Jiaoqin, W., Zhuo, C., Guanrong, S., Jingbo, S., Hongtao, Z., Laihong, W., Yueying, H., Feng, W. & Junyi, Z. (2023). The profiles of single leg countermovement jump kinetics and sprinting in female soccer athletes, *Heliyon*, 9(8), e19159.
- Kazemi, M., Casella, C., & Perri, G. (2009). 2004 Olympic Tae Kwon Do athlete profile. *J Can Chiropr Assoc*, 53(2), 144-151.
- Kazemi, M., Perri, G., & Soave, D. (2010). A profile of 2008 Olympic Taekwondo competitors. *J Can Chiropr Assoc*, 54(4), 243-249.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C. & White, A. (2006). A profile of olympic taekwondo competitors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(CSSI), 114-121.
- O'Sullivan, D., Chung, C., Lee, K., Kim, E., Kang, S., Kim, T. & Shin, I. (2009). Measurement and comparison of taekwondo and yongmudo turning kick impact force for two target heights, *Journal of Sports Sciences*

- and Medicine, 8(CSSI III), 13-16.
- Ojeda, A., Azócar, J., Hernández, C. & Herrera, T. (2021). 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.
- Robertson, D., Beaulieu, F., & Fernando, C. (2002). Biomechanics of the Karate Front Kick. *Proceedings of the Fourth World Congress of Biomechanics*. p. 592–594.
- Rocha, F., Costa, A., Louro, H. & Conlecao, A. (2017). The relationship between bandal chagui power with mechanical efficiency in taekwondo athletes. *Sci.Int.(Lahore)*, 29(6), 1231-1236.
- Sant'Ana, J., Diefenthaler, F., Dal Pupo, J., Detanico, D., Guglielmo, L. & Santos, S. (2014). Anaerobic evaluation of taekwondo athletes, *International Sports and Medicine Journal*, 15(4), 492-499.
- Sepriadi, P. (2019). The Contribution of Leg Muscle Explosiveness and Flexibility on the Ability to Kick Dollyo Chagi in Padang Taekwondo. *1st International Conference of Physical Education. Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 460, 212-216.
- Sung, N., Lee, S. & Park, H. (1977). An Analysis of the Dynamics of the Basic Taekwondo Kicks. *US Taekwondo Journal*, 6, 10–15.
- Thibordee, S. & Prasartwuth, O. (2014). Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(3), 353-358.

Datos de los autores:

| | | |
|------------------------------|------------------------------|---------|
| Noel Mejia | nmejia@unah.edu.hn | Autor/a |
| Alberto Sánchez | albertosanchez.tdk@gmail.com | Autor/a |
| Alfredo Restrepo | alfredorestrepo@hotmail.com | Autor/a |
| Daniel Dylan Cohen | danielcohen71@gmail.com | Autor/a |
| Stevenson Montoya Marulanda. | steven_montoya@outlook.com | Autor/a |