

Efectos agudos del vendaje rígido en el tobillo sobre la mecánica del salto unipodal con caída en deportistas universitarios de combate: un estudio cuasi-experimental

Acute effects of rigid ankle taping on the mechanics of the single-leg drop jump in college/university combat athletes: a quasi-experimental study

Recibido el 25 de septiembre de 2025 / Aceptado el 2 de marzo de 2026

DOI: <https://doi.org/10.24310/riccafd.15.1.2026.22360>

Ruano Cárdenas, OD ^{1ABCF}; Carabalí Chará, L ^{2ABCF}; Lasprilla-Bueno, JA ^{3ACD}; Mazuera Yepes, KJ ^{4ACF}; Pechené Rengifo, LV ^{5BC}

¹Universidad del Valle, Colombia, oscar.ruano@correounivalle.edu.co

²Universidad del Valle, Colombia, laura.carabali.chara@correounivalle.edu.co

³Universidad del Valle, Colombia, lasprilla.julian@correounivalle.edu.co

⁴Universidad del Valle, Colombia, karen.mazuera@correounivalle.edu.co

⁵Universidad del Valle, Colombia, lina.pechene@correounivalle.edu.co

Responsabilidades. (A Diseño de la investigación; B Recolector de datos; C Redactor del trabajo; D Tratamiento estadístico; E Apoyo económico; F Idea original y coordinador de toda la investigación)

Correspondencia: Oscar Daniel Ruano Cárdenas. oscar.ruano@correounivalle.edu.co

RESUMEN

Objetivo: analizar los efectos agudos del vendaje rígido de tobillo sobre variables cinemáticas, cinéticas y de rendimiento durante el salto unipodal en deportistas universitarios de disciplinas de combate. **Método:** Treinta participantes participaron en un diseño cuasi-experimental intrasujeto, realizando saltos unipodales con y sin vendaje rígido en el tobillo. La medición se efectuó mediante la aplicación My Jump 2 y el software gratuito de análisis de movimiento Kinovea, registrando altura del salto, stiffness, valgo dinámico de rodilla y dorsiflexión máxima de tobillo. En análisis estadístico se realizó con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, estableciendo significancia en $p < 0,005$. **Resultado:** El vendaje redujo significativamente la dorsiflexión máxima de tobillo durante el aterrizaje ($32,2^\circ$ vs. $29,9^\circ$; $\Delta = 2,97$; $p < 0,005$)., No se observaron cambios relevantes en el valgo dinámico de rodilla. Se observaron aumentos en la altura del salto y el stiffness, aunque sin significancia estadística. **Conclusión:** El vendaje rígido restringe la dorsiflexión sin afectar de manera relevante el rendimiento inmediato, aportando evidencia útil para la práctica fisioterapéutica en deportes de combate.

PALABRAS CLAVE: cinemática, cinética, salto vertical, vendaje rígido; vendaje atlético, biomecánica deportiva.

ABSTRACT

Objective: To analyze the acute effects of rigid ankle taping on kinematic, kinetic, and performance variables during the single-leg drop jump in university combat sport athletes. **Method:** Thirty participants took part in a quasi-experimental within-subject design, performing single-leg drop jumps with and without rigid ankle taping. Measurements were obtained using the My Jump 2 application and the free motion analysis software Kinovea, recording jump height, stiffness, knee dynamic valgus, and maximum ankle dorsiflexion. Statistical analysis was conducted with the Wilcoxon signed-rank test, with significance set at $p < 0.005$. **Results:** Rigid ankle taping significantly reduced maximum ankle dorsiflexion during landing (32.2° vs. 29.9° ; $\Delta = 2.97$; $p < 0.005$). No relevant changes were observed in knee dynamic valgus. In terms of performance, increases were noted in jump height and stiffness, although these differences were not statistically significant. **Conclusion:** Rigid ankle taping restricts ankle dorsiflexion without producing relevant changes in immediate performance, providing useful evidence for sports physiotherapy practice in combat sport athletes.

KEY WORDS: kinematics, kinetic, vertical jump, athletic tape, sports biomechanics.

INTRODUCCIÓN

El esguince de tobillo es una de las lesiones más comunes del aparato locomotor, especialmente en población joven vinculada a la práctica deportiva (1). En deportistas universitarios de Estados Unidos, se reportó como el diagnóstico más frecuente, con mayor incidencia en competencias que en entrenamientos (2).

En deportes de combate, la extremidad inferior es la región anatómica con mayor prevalencia de lesiones, en taekwondo, el 76,8% de las lesiones afectan esta zona (3) (4), y en estudios recientes se confirma que los esguinces representan más del 25% de las lesiones registradas (5). Datos nacionales en Colombia también reflejan esta tendencia, con los esguinces laterales como los más frecuentes en Juegos Universitarios ASCUN (6), y en judo se reporta alta incidencia de lesiones ligamentosas y tendinopatías en miembros inferiores.

Debido a esta elevada frecuencia, la implementación de estrategias preventivas es crucial. Una de las más utilizadas es el vendaje rígido de tobillo (7), especialmente en disciplinas de combate, donde el contacto constante, los saltos y aterrizajes frecuentes incrementan el riesgo de inversión excesiva y esguinces (8) (9). Sin embargo, aunque el vendaje busca reducir la recurrencia de lesiones, puede generar alteraciones biomecánicas que afectan la dorsiflexión del tobillo y el valgo dinámico de rodilla, modificando la absorción y redistribución de fuerzas durante gestos de alta exigencia mecánica (10) (11) (12) (13). Asimismo, parámetros neuromusculares como el stiffness del miembro

inferior puede verse comprometido, limitando la capacidad de disipar fuerza y aumentando el riesgo de sobrecarga (14).

En deportes de combate como el judo, el vendaje rígido de tobillo se emplea ampliamente como estrategia preventiva y de soporte articular. No obstante, la evidencia biomecánica señala que sus efectos no siempre son beneficiosos. Kwon et al. (2022) reportaron que, aunque el vendaje puede incrementar la rigidez articular y reducir la oscilación del centro de presión en determinadas posturas, también puede limitar la flexibilidad del tobillo y afectar negativamente la estabilidad postural en condiciones dinámicas (15). De manera complementaria, un estudio reciente mostró que la eficacia del vendaje disminuye con el uso prolongado y que tanto vendajes nuevos como reutilizados pueden alterar la biomecánica del miembro inferior en movimientos deportivos específicos, afectando patrones articulares y de carga (16).

Esta paradoja plantea un problema relevante: el vendaje, concebido para mejorar la seguridad y el rendimiento, podría comprometer la capacidad de adaptación del sistema musculoesquelético durante gestos deportivos de alta exigencia, como los saltos y aterrizajes característicos de las disciplinas de combate (15). Por ello, resulta necesario analizar de manera crítica sus efectos agudos sobre variables cinemáticas, cinéticas y de rendimiento en población universitaria de deportes de combate, donde la evidencia aún es escasa.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar los efectos agudos del vendaje rígido de tobillo sobre las variables de valgo dinámico de rodilla, dorsiflexión de tobillo, altura del salto y stiffness entre las condiciones con y sin vendaje en un salto unipodal con caída (SLDJ) en deportistas universitarios de disciplinas de combate. Se plantea como hipótesis de que el vendaje restringe la dorsiflexión y altera parámetros mecánicos, sin afectar de manera significativa el rendimiento inmediato.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio cuasi-experimental de tipo intrasujeto, en el que los participantes fueron evaluados en dos condiciones: sin vendaje (SV) y con vendaje rígido (CV). Este diseño permitió analizar los efectos agudos del vendaje rígido de tobillo sobre variables biomecánicas y de rendimiento durante la ejecución de un salto unipodal tipo Single Leg Drop Jump (SLDJ). La recolección de datos se llevó a cabo durante tres semanas en abril de 2025.

Sujetos

La muestra estuvo compuesta por 30 deportistas universitarios (18 hombres y 12 mujeres) pertenecientes a disciplinas de combate (taekwondo, karate, judo y Muay Thai) de la Universidad del Valle, sede Melendez. El tamaño muestral se definió por conveniencia, acorde con los criterios de inclusión. Los criterios de

inclusión fueron: edad entre 18 y 25 años, experiencia mínima de 2 años en su disciplina, ausencia de lesiones en el miembro inferior en los últimos seis meses y funcionalidad adecuada de tobillo determinada mediante la escala *Foot and ankle ability measure* (FAAM), con puntajes superiores al 80% (17). Se excluyeron participantes con alteraciones osteomusculares, dolor agudo, alergia cutánea al esparadrapo, heridas abiertas en la zona de aplicación del vendaje, resultado positivo en la regla de Ottawa para tobillo y rodilla (18), diferencia superior a un centímetro en la medición del tobillo según la técnica del “Eight Ankle Measurement Test” (19), o dolor en la extremidad inferior dominante al ejecutar el protocolo de sentadilla de 90° a 45° del Protocolo de Aspetar (20).

Todos los participantes firmaron consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle (código interno de aprobación 128-024), siguiendo los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki.

Instrumentos

Se utilizaron dos herramientas validadas:

- *My Jump 2* (iOS): aplicación validada para medir altura de salto y stiffness.
- *Kinovea 0.9.5*: software gratuito para el análisis cinemático del valgo dinámico y la dorsiflexión del tobillo mediante video en cámara lenta (240 fps).

Variables

Las variables fueron:

- Dependientes: Ángulo de dorsiflexión (°), Ángulo de valgo dinámico (°), Altura de salto (cm), Stiffness (kN/m)
- Independiente: condición de vendaje (SV vs.CV)

Fases del procedimiento

- Preparación: Reunión informativa y consentimiento informado.
- Evaluación inicial: Aplicación de criterios de inclusión/exclusión.
- Condición sin vendaje: Ejecución de salto unipodal y registro audiovisual.
- Intervención: Aplicación del vendaje rígido.
- Condición con vendaje: Repetición de la prueba y registro audiovisual.

Protocolo de intervención

El procedimiento se desarrolló en una única sesión de aproximadamente 40 minutos. Se inició con un calentamiento estandarizado (trote de 5 minutos), seguido de la colocación de marcadores anatómicos en puntos específicos del miembro inferior, adaptando el protocolo de Helen Hayes. Las ubicaciones

incluyeron 9 referencias óseas: espina ilíaca anterosuperior, trocánter mayor, cóndilo femoral lateral, borde superior de la rótula, cabeza de la fíbula, tuberosidad tibial, maléolo lateral, cuello del pie y cabeza del segundo metatarsiano (figura 1).

Para garantizar la precisión en la marcación, dos investigadores actuaron evaluadores independientes y verificaron sistemáticamente la correcta ubicación de los puntos anatómicos de referencia de cada participante. Posteriormente, los mismos evaluadores realizaron la medición de los ángulos mediante la digitalización de coordenadas en el software Kinovea, utilizando puntos previamente establecidos. Este procedimiento metodológico permitió que los resultados sobre dorsiflexión y valgo dinámico se fundamentaron en registros consistentes y reproducibles.



Figura 1. Ubicación de puntos anatómicos en vista frontal y lateral

Las cámaras (Iphone 16 Pro Max y Iphone 13 Pro Max, 4k a 60 fps) se ubicaron en planos frontal y lateral, a una altura de 1,00 m y a 1,80 m de la plataforma de salto (figura 2).

En la condición inicial sin vendaje, cada participante realizó tres intentos de SLDJ desde una plataforma de 30 cm, con descansos de 30 segundos entre saltos. Se escogió el mejor intento y se registraron altura del salto y stiffness mediante My Jump 2.



Figura 2. Ubicación de las cámaras.

Posteriormente, se aplicó un vendaje rígido tipo bota en la articulación talocrural, con el tobillo en posición neutra (90°), utilizando esparadrapo Leukoplast. La técnica incluyó limpieza previa con alcohol, aplicación de tintura de benjuí y colocación de tres estribos verticales desde el calcáneo hacia los maléolos medial y lateral, con ligera tensión en cada dirección. El primer estribo se fijó en la zona media del calcáneo, mientras que el segundo y el tercero cubrieron respectivamente la cara anterior y la cara posterior del calcáneo, ascendiendo hacia los maléolos. Finalmente, se añadieron dos tiras de cierre circulares para asegurar la fijación (figura 3). El vendaje fue aplicado por uno de los investigadores, el cual es fisioterapeuta certificado en vendaje funcional y kinesiotaping, con más de un año de experiencia en el campo.

Con el vendaje aplicado, se repitieron los tres intentos del SLDJ. Las variables articulares (valgo dinámico de rodilla y dorsiflexión de tobillo) fueron analizadas mediante el software Kinovea. Todas las mediciones se realizaron en el miembro inferior dominante de cada participante. El orden de las condiciones no fue aleatorizado (SV seguido de CV), lo cual se reconoce como una limitación metodológica.

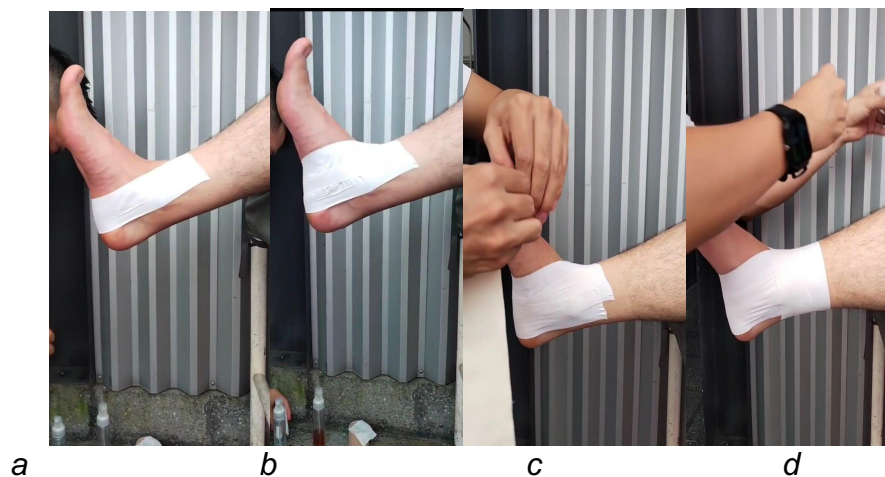


Figura 3. Aplicación del vendaje rígido. En el orden de izquierda a derecha: a,b,c: secuencia de estribos. d: tiras de cierre.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el software RStudio (v.4.3; R Foundation for Statistical Computing). Inicialmente, la normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, evidenciando ausencia de distribución normal ($N=30$), por lo que se realizó un enfoque no paramétrico.

Para la caracterización descriptiva de la muestra (edad, talla y peso), se presentan los valores mediante mediana, valores mínimos y máximos, diferenciados por sexo. La comparación entre la condición con vendaje (CV) y sin vendaje (SV) para las variables de altura de salto, stiffness, valgo dinámico de rodilla y dorsiflexión máxima de tobillo, se efectuó mediante la prueba de

Wilcoxon para muestras relacionadas. El nivel de significancia se estableció en $p < 0,005$.

Se calcularon los Intervalos de Confianza (IC95%) para las diferencias y el tamaño del Tamaño del Efecto (r de Wilcoxon) interpretado según los umbrales de Cohen (1988) y Lakens (2013): Despreciable: $r < 0,10$; Pequeño: $0,10 \leq r < 0,30$; Moderado: $0,30 \leq r < 0,50$; Grande: $r \geq 0,50$. (21) (22) (23)

La diferencia reportada (Δ) corresponde a la mediana de las diferencias individuales (SV – CV) calculada para cada participante, y no a la resta directa de las medianas globales de cada condición.

El objetivo central de esta investigación es el análisis del efecto mecánico intrínseco del vendaje funcional sobre el sistema musculoesquelético, sin considerar el sexo como una variable de interacción primaria. Por consiguiente, el diseño de medidas repetidas (intra-sujeto) donde cada participante actúa como su propio control. Los resultados se presentan de manera unificada para la muestra total ($N = 30$), con el fin de maximizar la potencia estadística del estudio y evitar el incremento del Error Tipo II derivado de una segmentación en subgrupos de menor tamaño ($n < 20$). (21) (23)

Finalmente, se realizó un análisis de potencia post-hoc, confirmando que la muestra fue suficiente para detectar diferencias significativas en dorsiflexión con un poder estadísticos superior al 80%. No obstante, para las demás variables el poder fue insuficiente, lo cual se reconoce como una limitación metodológica.

RESULTADOS

Inicialmente se evaluaron 31 participantes; sin embargo, uno fue excluido por presentar dolor durante la aplicación del protocolo de Aspetar. La muestra final quedó conformada por 30 deportistas de combate, de los cuales el 63,3 % correspondía al sexo masculino. Los sujetos se distribuyeron en cuatro disciplinas, siendo Taekwondo la de mayor representación (30%). En cuanto al nivel competitivo, la mayor proporción de los participantes (40%) se encontraba en un nivel principiante, mientras que un 16,7% reportó no contar con un nivel competitivo definido, al no haber participado en competencias oficiales.

Las características descriptivas de la muestra (edad, talla y peso) se presentan en la Tabla 1, diferenciadas por sexo, con el fin de contextualizar la población estudiada y confirmar la homogeneidad entre participantes. Se encontró medianas similares de 21 años tanto en hombres como en mujeres. En las características antropométricas, las mujeres presentaron medianas de 1,61 m de talla y 55 kg de peso, mientras que los hombres registraron valores superiores, con medianas de 1,75 m de talla y 71,5 kg de peso.

El análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk reveló que en el grupo femenino la edad no seguía una distribución normal ($p = 0,019$), mientras que la talla y el peso sí lo hicieron ($p = 0,864$ y $p = 0,741$).

respectivamente). En el grupo masculino, las tres variables (edad, talla y peso) mostraron una distribución normal ($p > 0,05$). Se puede observar de manera más detallada en las tablas 1 y 2.

La prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) se realizó de manera exploratoria por sexo (Tabla 2); sin embargo, dado que el diseño fue intrasujeto y cada participante actuó como su propio control, los resultados se presentan de forma unificada para la muestra total ($N=30$).

Tabla 1. Distribución de frecuencias absolutas de las características generales de la muestra: deporte practicado, nivel competitivo, sexo y dominancia.

Deporte	Frecuencias	% del Total
Judo	7	23,3 %
Karate	8	26,7 %
Muay thai	6	20 %
Taekwondo	9	30 %
Nivel competitivo	Frecuencias	% del Total
Avanzado	8	26,7 %
Intermedio	5	16,7 %
Ninguna	5	16,7 %
Principiante	12	40 %
Sexo	Frecuencias	% del Total
Femenino	11	36,7 %
Masculino	19	63,3 %
Dominancia	Frecuencias	% del Total
Derecha	27	90 %
Izquierda	3	10 %

Tabla 2. Estadísticas descriptivas y prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para edad, talla y peso de los participantes según sexo

						Shapiro-Wilk
Variables	Sexo	N	Mediana	Mínimo	Máximo	<i>p</i>
Edad (años)	Femenino	11	21	18	30	0,019
	Masculino	19	21	18	29	0,121
Talla (m)	Femenino	11	1,61	1,55	1,69	0,664
	Masculino	19	1,75	1,63	1,90	0,705
Peso (kg)	Femenino	11	55	47,50	68,50	0,741
	Masculino	19	71,50	55,50	87	0,976

El análisis comparativo mediante la prueba de Wilcoxon no mostró diferencias estadísticamente significativas en las variables de rendimiento potencia-reactivo. La altura del salto presentó una diferencia de medianas mínima ($\Delta = -0,10$ cm; $p = 0,800$; $r = 0,04$, efecto despreciable). En cuanto a los parámetros de eficiencia mecánica del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA), el

stiffness muscular ($Z = -1,366$; $p = 0,182$; $r = 0,25$) mostrando una magnitud de efecto pequeña. Es reseñable que el signo negativo del estadístico Z en estas variables sugiere una tendencia no significativa hacia valores superiores con el uso del vendaje.

Respecto al análisis cinemático, no se hallaron variaciones significativas en el valgo dinámico de rodilla ($Z = -0,797$; $p = 0,431$; $r = 0,14$), por el contrario, se identificó un efecto estadísticamente significativo en la dorsiflexión de tobillo en flexión máxima de rodilla ($\Delta = 2,97^\circ$; IC 95%: 1,50 a 4,44; $p < 0,001$). El valor del estadístico ($Z = 4,132$) y el hecho de que el intervalo de confianza no incluya el valor cero confirman que el vendaje restringe de forma efectiva el rango de movimiento articular, consolidándose como la única modificación biomecánica de relevancia provocada por la intervención (Tabla 3).

Estos hallazgos sugieren que el vendaje no modifica de manera sustancial el rendimiento potencia-reactivo ni la estabilidad dinámica de rodilla, consolidándose la dorsiflexión como la única variable biomecánica afectada de forma significativa por la intervención.

Tabla 3. Comparación de variables cinemáticas y cinéticas entre las condiciones SV y CV

Variable	Medianas		Mediana Diff. (Δ)	IC 95% [Inf, Sup]	Z	p-valor	r de Wilcoxon	Magnitud
	SV	CV						
Valgo Dinámico ($^\circ$)	8,5	8,5	-0,81	[-2,91, 1,27]	-0,8	0,431	0,14	Despreciable
Dorsiflexión Tobillo ($^\circ$)	32,2	29,9	2,97	[1,50, 4,44]	4,132	< 0,001*	0,75	Grande
Altura Salto (cm)	12,7	13,6	-0,1	[-0,97, 0,76]	-0,26	0,8	0,04	Despreciable
Stiffness (kN/m)	5,8	6,4	-0,47	[-1,18, 0,23]	-1,37	0,182	0,25	Pequeña

Nota: Δ corresponde a la mediana de las diferencias individuales (SV - CV).
 Datos analizados mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
 Significación estadística establecida en * $p < 0,05$.

Comparación de las variables entre las condiciones Sin Vendaje (SV) y Con Vendaje (CV)

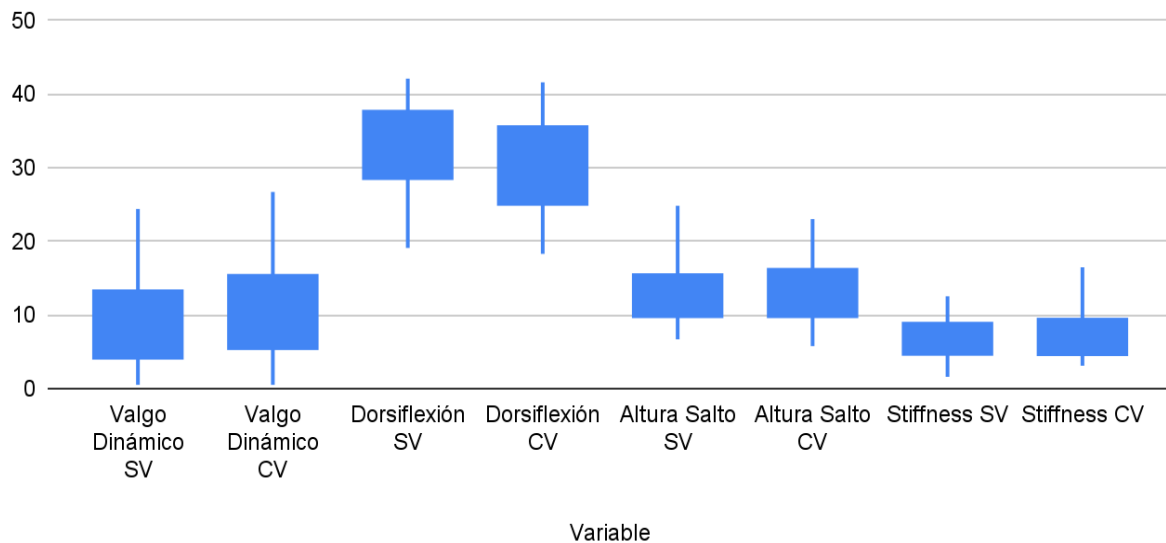


Figura 4. Comparativa biomecánica entre condiciones SV y CV (n=30). Las cajas representan el rango intercuartílico (Q1-Q3) y los bigotes los valores máximos y mínimos. Se observa una reducción significativa únicamente en la Dorsiflexión de tobillo ($p = 0,0011$), evidenciando la restricción mecánica del vendaje sin afectar el resto de las variables ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

El presente estudio analizó los efectos agudos del vendaje rígido de tobillo sobre variables cinemáticas y de rendimiento en deportistas universitarios de combate. Los hallazgos obtenidos ofrecen una perspectiva relevante sobre la influencia de esta intervención en la mecánica del movimiento, permitiendo interpretar su efecto en la modulación de patrones biomecánicos y en la dinámica del equilibrio funcional entre estabilidad articular y eficiencia motora.

La caracterización sociodemográfica y antropométrica de los 30 participantes evaluados en este estudio permitió establecer una visión general del perfil de los deportistas de combate de la Universidad del Valle sede Meléndez. La muestra estuvo compuesta mayoritariamente por hombres (63,3 %), quienes presentaron valores superiores de estatura (1,75 m) y peso (71,5 kg) respecto a las mujeres (1,61 m y 55 kg respectivamente). Estas diferencias son consistentes con lo reportado en la literatura, donde se ha documentado que los atletas masculinos suelen registrar mayor talla y peso que las mujeres, lo cual se asocia un mayor riesgo de sufrir esguinces de tobillo, especialmente en disciplinas de contacto o con alta exigencia mecánica, como los deportes de combate. (24). Nuestros resultados mostraron que la dorsiflexión máxima de tobillo fue la única variable significativamente afectada, mientras que el valgo dinámico de rodilla,

la altura del salto y el stiffness no presentaron diferencias significativas entre condiciones.

El vendaje rígido de tobillo evidenció una reducción significativa de la dorsiflexión. Aunque se registró un incremento del valgo de rodilla durante salto con caída (SLDJ), este no alcanzó significancia estadística. Estos hallazgos son similares a lo reportado por Romero-Morales y col., quienes demostraron que un vendaje profiláctico de tobillo disminuye la dorsiflexión y tiende a aumentar el valgo de rodilla en tareas de salto con caída (drop-jump) en participantes sanos activos de ambos sexos (11). La evidencia previa respalda esta relación, señalando que la limitación en la dorsiflexión tiende asociarse con un incremento del valgo dinámico de rodilla, observándose en el presente estudio una respuesta cinemática en la misma dirección, aunque sin alcanzar un nivel de significancia estadística (10).

La reducción de 2.3° en dorsiflexión, aunque pequeña, tiene relevancia clínica confirmando el efecto restrictivo del vendaje sobre la movilidad articular por lo que puede modificar la mecánica de absorción de impactos y aumentar el valgo dinámico de rodilla durante saltos y aterrizajes, incrementando el riesgo de lesiones en rodilla y cadera (10) (11) (14). Para la práctica fisioterapéutica, este hallazgo sugiere que el vendaje cumple su función de soporte mecánico sin comprometer drásticamente la funcionalidad, al menos de manera inmediata, por lo que debe emplearse de manera selectiva, priorizando deportistas con antecedentes de esguince o inestabilidad, más que una estrategia preventiva rutinaria.

En cuanto el stiffness, no se observaron diferencias significativas, lo que coincide con lo reportado por Golmohammadi Qadikolai M y col., quienes tampoco encontraron cambios significativos en la rigidez vertical tras la aplicación de cinta o vendaje rígido durante el análisis del lanzamiento en suspensión en jugadores semiprofesionales de baloncesto. Esto sugiere que el vendaje no afecta de manera inmediata la eficiencia del ciclo-estiramiento-acortamiento ni la potencia del deportista (25).

Respecto a la variable altura del salto, se encontró un ligero aumento luego de la aplicación del vendaje, aunque no significativo. Este resultado concuerda con lo encontrado por Quackenbush K, E y col., quienes reportaron incrementos no significativos en la altura del salto (CMJ y DJ) tras aplicar diferentes técnicas de vendaje en atletas universitarios de baloncesto (26). Bosco y col., plantean que una mayor rigidez musculotendinosa podría mejorar el rendimiento en el ciclo-estiramiento-acortamiento y aumentar la altura del salto (27). Lo antes mencionado tiene sentido teniendo en cuenta los hallazgos respecto al aumento de la rigidez producido por el vendaje, el cual limita la movilidad del tobillo, y podría generar un ciclo de estiramiento-acortamiento más rápido, posiblemente aumentando la altura del salto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta última es una hipótesis mecanicista y no un hallazgo explícito de nuestra investigación.

Además, factores como la activación muscular diferencial entre cuádriceps e isquiotibiales pueden influir en la altura y calidad del salto, como lo demostró Peng H, T y col. (28). Si bien nuestro estudio no tiene en cuenta factores diferentes a los efectos causados por el vendaje rígido, estos pueden alterar la calidad del salto y por ende los resultados. En futuras investigaciones deberían incluirse análisis electromiográficos para así comprender de mejor manera estos patrones en deportistas de combate.

El uso de My Jump 2 y Kinovea en este estudio aportó validez y fiabilidad a las mediciones realizadas. La aplicación My Jump 2 ha demostrado ser precisa y confiable para evaluar el rendimiento en saltos verticales, mostrando alta correlación con plataformas de fuerza (29) (30). De manera complementaria, Kinovea ha sido validado para el análisis de ángulos y distancias en diferentes perspectivas, confirmando su utilidad en estudios biomecánicos de campo (31). La integración de ambas herramientas permitió interpretar con rigor la reducción significativa en la dorsiflexión y la ausencia de cambios en valgo dinámico, altura de salto y stiffness, asegurando que los hallazgos se basaran en instrumentos confiables y aplicables en contextos deportivos universitarios.

Implicaciones prácticas

La dorsiflexión de tobillo limitada encontrada en el estudio con el uso del vendaje puede afectar negativamente la mecánica de las extremidades inferiores durante el aterrizaje, según los hallazgos de Mason-Mackay y col. (10). Sin embargo, Motaz-Alawna y col., encontraron que tanto el vendaje rígido como el kinesiotape puede proporcionar beneficios para las personas con inestabilidad crónica del tobillo (32). Estos resultados sugieren que el juicio clínico del fisioterapeuta deportivo debe trascender la simple aplicación mecánica del vendaje para convertirse en un proceso de toma de decisiones individualizado. Dado que la restricción de la dorsiflexión puede alterar la mecánica global del aterrizaje, es fundamental que el profesional evalúe si la estabilidad proporcionada por el vendaje es prioritaria según el historial de lesiones y la presencia de inestabilidad crónica en el deportista. En consecuencia, la implementación de estas herramientas debe basarse en un análisis contextual de las condiciones físicas de cada persona, asegurando que el soporte preventivo en el tobillo no comprometa la eficiencia biomecánica de las extremidades inferiores durante el gesto deportivo.

CONCLUSIONES

La aplicación aguda del vendaje rígido del tobillo modificó de manera específica patrones cinemáticos, evidenciando una reducción significativa de la dorsiflexión del tobillo. Aunque se observó un incremento del valgo dinámico de rodilla durante el salto, este no fue estadísticamente significativo, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela. La literatura respalda la asociación entre menor dorsiflexión y mayor valgo dinámico, pero en nuestra muestra universitaria este efecto no se consolidó.

No se encontraron cambios significativos en el stiffness ni en la altura del salto, lo que sugiere que el rendimiento explosivo no se ve comprometido de forma inmediata por el vendaje del tobillo. Estos hallazgos indican que, aunque el vendaje proporciona estabilidad al tobillo, también puede inducir cargas adicionales en segmentos proximales. Por ello, su uso debe ser evaluado de manera funcional e individualizada, considerando el historial de lesiones y las demandas específicas de cada disciplina.

LIMITACIONES

El estudio presentó algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, la disponibilidad limitada de literatura específica sobre variables cinéticas restringe la profundidad de la discusión. Además, la aplicación del vendaje pudo variar entre sujetos, dado que las pruebas se extendieron por tres semanas, lo que dificulta garantizar una uniformidad absoluta en la técnica.

No se controlaron factores de entrenamiento agudo, como sesiones previas o fatiga acumulada, que pudieron influir en las variables de rendimiento. Asimismo, la investigación se restringió a deportistas universitarios de una misma institución, lo que limita la generalización de los hallazgos. Otras limitaciones relevantes fueron el tamaño muestral reducido, la ausencia de un grupo control y la falta de aleatorización en las condiciones comparadas (CV y SV).

Para futuras investigaciones, se recomienda incluir variables subjetivas como percepción de estabilidad, confort y seguridad reportada por los deportistas antes y después de la intervención. También sería pertinente evaluar la fatiga del vendaje rígido en condiciones de uso prolongado o competencia real, así como realizar estudios comparativos entre diferentes tipos de vendajes preventivos. Finalmente, se sugiere analizar los efectos por disciplina deportiva, con el fin de brindar mayor especificidad y aplicabilidad clínica a las conclusiones.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros, personales o institucionales que puedan haber influido de manera inapropiada en la realización de esta investigación, la interpretación de los datos o la preparación del manuscrito

REFERENCIAS

1. Martín Urrialde JA, Patiño Núñez S, Bar del Olmo A. Inestabilidad crónica de tobillo en deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. Rev Iberoam Fisioter Kinesiol. 2006 Jul 1;9(2):57-67. doi: 10.1016/S1138-6045(06)73117-3.
2. Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National

- Collegiate Athletic Association Sports. Am J Sports Med. 2017 Jan;45(1):201-9. doi: 10.1177/0363546516660980.
3. Koh JO. Prevalence rate of chronic overuse pain in taekwondo athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2017 Oct;57(10):1330-7. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06531-2.
4. Botello MA. Epidemiología de las lesiones deportivas en el Taekwondo. Rev Iberoam Cienc Act Física Deporte. 2023 Mar 31;12(1):1-30. doi: 10.24310/riccafd.2023.v12i1.15210.
5. Zambrano Argueta C, Pérez Pico AM, Villar Rodríguez J, López Ripado O, Mayordomo Acevedo R. Lesiones de interés podológico en la práctica habitual de deportes de contacto. Rev Esp Podol. 2023 Dec;34(2):104-8. doi: 10.20986/revespod.2023.1668/2023.
6. Basto-Mancipe Z, Montoya-González S. Lesiones deportivas y enfermedades presentadas durante los Juegos Universitarios Nacionales ASCUN 2018. Iatreia. 2021 Dec;34(4):307-15. doi: 10.17533/udea.iatreia.91.
7. Jahjah A, Seidenspinner D, Schüttler K, Klasan A, Heyse TJ, Malcherczyk D, et al. The effect of ankle tape on joint position sense after local muscle fatigue: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2018 Jan 9;19(1):8. doi: 10.1186/s12891-017-1909-2.
8. Meana M, Lopez Elvira JL, Grande I, Aguado X. Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo (II). Arch Med Deporte. 2005;22(106):101-8.
9. Medina Porqueres I, Luque Suárez A. Vendajes funcionales en traumatología deportiva [Internet]. 2009 [citado 2025 Jul 30]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275044490_Vendajes_Funcionales_en_Traumatologia_Deportiva
10. Mason-Mackay AR, Whatman C, Reid D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. J Sci Med Sport. 2017 May 1;20(5):451-8. doi: 10.1016/j.jsams.2015.06.006.
11. Romero-Morales C, Matilde-Cruz A, García-Arrabe M, Higes-Núñez F, López AD, Saiz SJ, et al. Assessing the effect of prophylactic ankle taping on ankle and knee biomechanics during landing tasks in healthy individuals: A cross-sectional observational study. Sao Paulo Med J. 2023 Jul 31;142:e2022548. doi: 10.1590/1516-3180.2022.0548.R1.10032023.
12. Williams SA, Ng L, Stephens N, Klem N, Wild C. Effect of prophylactic ankle taping on ankle and knee biomechanics during basketball-specific tasks in females. Phys Ther Sport. 2018 Jul 1;32:200-6. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.04.006.
13. Taylor JB, Wright ES, Waxman JP, Schmitz RJ, Groves JD, Shultz SJ. Ankle dorsiflexion affects hip and knee biomechanics during landing. Sports Health. 2022;14(6):865-72.
14. Butler RJ, Crowell HP, Davis IM. Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. Clin Biomech. 2003 Jul 1;18(6):511-7. doi: 10.1016/S0268-0033(03)00071-8.
15. Kwon M, Lee S, Lee J, Lee A, Lee H. The Effects of Functional Ankle Taping on Postural Stability in Elite Judo Players. Appl Sci. 2022 Jan;12(21):10779. doi: 10.3390/app122110779.

16. Utku B, Bähr G, Knoke H, Mai P, Paganini F, Hipper M, et al. The effect of fresh and used ankle taping on lower limb biomechanics in sports specific movements. *J Sci Med Sport*. 2024 Nov 1;27(11):772-8. doi: 10.1016/j.jsams.2024.07.002.
17. Membrilla-Mesa MD, Aranda-Villalobos P, Pozuelo-Calvo R, Cuesta-Vargas AI, Arroyo-Morales M. Foot and ankle ability measure: validación de la versión española de 29 ítems en el área de rehabilitación. *Rehabilitación*. 2022 Oct 1;56(4):312-9. doi: 10.1016/j.rh.2021.09.007.
18. Yavas S, Arslan ED, Ozkan S, Aydin YY, Aydin M. Accuracy of Ottawa ankle rules for midfoot and ankle injuries. *Acta Biomed*. 2021 Sep 2;92(4):e2021241. doi: 10.23750/abm.v92i4.9962.
19. Tatro-Adams D, McGann SF, Carbone W. Reliability of the Figure-of-Eight Method of Ankle Measurement. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995 Oct;22(4):161-3. doi: 10.2519/jospt.1995.22.4.161.
20. Aspetar. Aspetar hamstring protocol [Internet]. Doha: Aspetar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital; 2025 [citado 2025 Jun 30]. Disponible en: <https://aspetar.com/en/professionals/aspetar-clinical-guidelines/aspetar-hamstring-protocol>
21. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. New York, NY: Psychology Press; 2009.
22. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*. 2013 Nov 26;4:863. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863.
23. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jan;41(1):3. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278.
24. Nikolaidis PT, Buško K, Clemente FM, Tasiopoulos I, Knechtle B. Age- and sex-related differences in the anthropometry and neuromuscular fitness of competitive taekwondo athletes. *Open Access J Sports Med*. 2016 Dec 7;7:177-86. doi: 10.2147/OAJSM.S120344.
25. Golmohammadi Qadikolai M, Sanjari MA, Mohsenifar H, Boozari S. Effect of non-elastic taping on vertical stiffness of healthy athletes during a basketball jump shot. *J Bodyw Mov Ther*. 2024 Apr;38:562-6. doi: 10.1016/j.jbmt.2024.03.060.
26. Quackenbush KE, Barker PRJ, Stone Fury SM, Behm DG. The Effects of Two Adhesive Ankle-Taping Methods on Strength, Power, and Range of Motion in Female Athletes. *N Am J Sports Phys Ther*. 2008 Feb;3(1):25-32.
27. Belli A, Bosco C. Influence of stretch-shortening cycle on mechanical behaviour of triceps surae during hopping. *Acta Physiol Scand*. 1992 Apr;144(4):401-8. doi: 10.1111/j.1748-1716.1992.tb09313.x.
28. Peng HT, Kernozek TW, Song CY. Quadriceps and hamstring activation during drop jumps with changes in drop height. *Phys Ther Sport*. 2011 Aug 1;12(3):127-32. doi: 10.1016/j.ptsp.2010.10.001.
29. Stanton R, Kean CO, Scanlan AT. My Jump for vertical jump assessment. *Br J Sports Med*. 2015 Sep 1;49(17):1157-8. doi: 10.1136/bjsports-2015-094831.
30. Gençoğlu C, Ulupınar S, Özbay S, Turan M, Savaş BÇ, Asan S, et al. Validity and reliability of "My Jump app" to assess vertical jump performance: a meta-

- analytic review. Sci Rep. 2023 Nov 17;13:20137. doi: 10.1038/s41598-023-46935-x.
31. Puig-Diví A, Escalona-Marfil C, Padullés-Riu JM, Busquets A, Padullés-Chando X, Marcos-Ruiz D. Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. PLoS One. 2019 Jun 5;14(6):e0216448. doi: 10.1371/journal.pone.0216448.
 32. Alawna M, Mohamed AA. Short-term and long-term effects of ankle joint taping and bandaging on balance, proprioception and vertical jump among volleyball players with chronic ankle instability. Phys Ther Sport. 2020 Nov;46:145-54. doi: 10.1016/j.ptsp.2020.08.015.