

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Análisis Biomecánico del Tren Inferior en Atletas de Karate:
Comparación entre Avanzados y Novatos al Acertar o Fallar un
Objetivo**

Nicolás Alejandro Boada Benitez

Alejandra de la Torre García

Glory Sthefy Terán Simbaña

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero/a Industrial

Quito, 2 de diciembre de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Análisis Biomecánico del Tren Inferior en Atletas de Karate:
Comparación entre Avanzados y Novatos al Acertar o Fallar un
Objetivo**

**Nicolás Alejandro Boada Benitez, Alejandra de la Torre,
Glory Sthefy Terán Simbaña**

Nombre del profesor, Título académico

María Gabriela García, Dr.Sc.

Quito, 2 de diciembre de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos:	Nicolás Alejandro Boada Benitez Alejandra de la Torre García Glory Sthefy Terán Simbaña
Código:	00320368 00211069 00215744
Cédula de identidad:	1720424801 1750711044 1727752808
Lugar y fecha:	Quito, 2 de diciembre de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

Este estudio explora las diferencias biomecánicas entre practicantes avanzados y novatos de karate durante la ejecución de tres patadas fundamentales: la patada circular, la patada frontal y la patada lateral. Utilizando tecnología de captura de movimiento, electromiografía (EMG) y plataformas de fuerza, el estudio tiene como objetivo evaluar variables clave como los ángulos articulares, la activación muscular, el centro de presión y las fuerzas de reacción vertical del suelo. Los practicantes se dividieron en grupos avanzados (cinturón negro) y novatos (de cinturón amarillo a púrpura) y realizan patadas tanto al aire como contra un objetivo.

Los resultados indican que la condición de ejecución. Se observó que el impacto al objetivo genera movimientos más compactos y estabilizados, mientras que la patada al aire produce mayor activación muscular y desequilibrios, especialmente en principiantes. Asimismo, los karatecas avanzados demostraron mayor eficiencia en la transferencia de fuerza y control postural, mientras que los principiantes dependieron más de músculos estabilizadores para compensar la falta de técnica. Este estudio aporta evidencia crucial para diseñar programas de entrenamiento específicos que mejoren la efectividad, precisión y estabilidad en karate ecuatoriano, adaptados a diferentes niveles de experiencia y escenarios de práctica.

Palabras clave: Karate, Biomecánica, Electromiografía, Platos de fuerza, Captura de movimiento.

ABSTRACT

This study explores the biomechanical differences between advanced and novice karate practitioners during the execution of three fundamental kicks: the roundhouse kick, the front kick, and the side kick. Using motion capture technology, electromyography (EMG), and force platforms, the study aims to assess key variables such as joint angles, muscle activation, center of pressure, and vertical ground reaction forces. Practitioners were divided into advanced (black belt) and novice (yellow to purple belt) groups and performed kicks both in the air and against a target.

Results indicate that the execution condition. It was observed that hitting the target generated more compact and stabilized movements, while kicking in the air produced greater muscle activation and imbalances, especially in beginners. Likewise, advanced karatekas demonstrated greater efficiency in force transfer and postural control, while beginners relied more on stabilizing muscles to compensate for the lack of technique. This study provides crucial evidence for designing specific training programs that improve effectiveness, precision and stability in Ecuadorian karate, adapted to different levels of experience and practice scenarios.

Key words: Biomechanics, Electromyography, Force plates, Motion capture.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
METODOLOGÍA	13
Participantes	13
Protocolo	13
Instrumentación.....	15
Procesamiento de Datos	16
División de Fases	17
Análisis Estadísticos.....	18
RESULTADOS	20
Patada Frontal.....	20
Ángulos Articulares.....	20
Activación Muscular.....	21
Fuerza de Reacción del Piso	23
Rango del Centro de Presión	23
Patada Lateral	24
Ángulos Articulares.....	24
Activación Muscular.....	25
Fuerza de Reacción del Piso	27
Rango del Centro de Presión	27
Patada Circular	28
Ángulos Articulares.....	28
Activación Muscular.....	29
Fuerza de Reacción del Piso	31
Rango del Centro de Presión (pierna pivote).....	31
DISCUSIÓN	32
Ángulos Articulares.....	32
Activación Muscular	34
Fuerza de Reacción del Piso.....	35
Rango de Centro de Presión	37
CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	40

ANEXO A: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL	44
ANEXO B: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL	45
ANEXO C: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL	45
ANEXO D: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL	46
ANEXO F: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL	47
ANEXO G: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL	48
ANEXO H: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL	49
ANEXO I: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR	49
ANEXO J: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR	50
ANEXO K: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR	50
ANEXO L: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR ..	51
ANEXO M: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA FRONTAL ...	52
ANEXO N: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA LATERAL	52
ANEXO O: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA CIRCULAR ..	53
ANEXO P: TABLA POST HOC LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA CIRCULAR	54
ANEXO Q: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE PRESIÓN PARA LA PATADA FRONTAL	54
ANEXO R: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE PRESIÓN PARA LA PATADA LATERAL	55
ANEXO S: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE PRESIÓN PARA LA PATADA CIRCULAR	55
ANEXO T: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA FRONTAL	56
ANEXO U: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA FRONTAL	58
ANEXO V: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA LATERAL	58
ANEXO W: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA LATERAL	60
ANEXO X: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA CIRCULAR	60
ANEXO Y: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA CIRCULAR	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de respuesta	19
---------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Músculos del tren inferior seleccionados para el estudio	15
Figura 2. Instrumentación utilizada	16
Figura 3. División de fases de la patada de karate	18

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, las artes marciales tradicionales han experimentado un proceso de modernización. El karate, en particular, ejemplifica esta transformación, puesto que los métodos de entrenamiento contemporáneos enfatizan la precisión y la concentración para lograr movimientos poderosos (Elkess et al., 2023). Como mencionan Ding y Zhang (2024), el karate es un arte marcial que combina diversas técnicas, entre las que las patadas son de las más utilizadas. Entre las patadas más reconocidas se encuentran el *mawashi geri* (patada circular), *mae geri* (patada frontal) y *yoko geri kekomi* (patada lateral de empuje) (Hachaj & Ogiela, 2018).

En los deportes y artes marciales, uno de los métodos más efectivos para obtener información sobre el estado físico de un atleta es mediante el análisis biomecánico. Estudios previos, como los realizados por Quinzi et al. (2016), han llevado a cabo análisis cinemáticos de las patadas circulares, comparando las diferencias entre golpes exitosos y fallidos. Adicionalmente, otras investigaciones han enfocado su análisis en comparar el rango de movimiento en las patadas frontales entre dos grupos de practicantes: atletas avanzados y principiantes (Błaszczyszyn et al., 2019).

Otro indicador clave explorado con frecuencia es el equilibrio durante el movimiento; por ejemplo, Zago et al. (2015) realizaron un estudio que evaluó el centro de masa en dos grupos de atletas mientras ejecutaban técnicas tradicionales de karate, con el objetivo de analizar diferencias entre atletas de élite y no élite. Sin embargo, Cynarski et al. (2018) sugieren que el centro de presión (COP) es una medida más precisa para evaluar la estabilidad mediante el rango del COP, destacando la importancia de emplear fuerzas de reacción vertical del suelo para complementar dicho análisis. Dado que existen similitudes en el desarrollo de diversas disciplinas de artes

marciales, algunos estudios en taekwondo han comparado también las diferencias en la activación muscular durante las patadas circulares, especialmente entre golpes a un objetivo y al aire, así como en el CoP (Yoo et al., 2018; Sun et al., 2024). Estos estudios usualmente emplean al menos dos sistemas para analizar la biomecánica de los movimientos, y es evidente, a partir de investigaciones previas, que existen diferencias significativas tanto entre golpes exitosos y fallidos como entre la cinemática y el centro de presión de practicantes avanzados y principiantes.

Hasta donde sabemos, ningún estudio previo sobre patadas de karate ha integrado simultáneamente la captura de movimiento, la electromiografía (EMG) y plataformas de fuerza en su análisis. Por lo tanto, este estudio busca integrar los elementos antes mencionado proporcionando un análisis biomecánico integral de las patadas de karate empleando estos tres sistemas. Se utilizó un enfoque observacional transversal para cumplir los objetivos principales: evaluar los ángulos articulares de los atletas de karate mediante captura de movimiento, medir las fuerzas ejercidas durante las patadas mediante plataformas de fuerza y analizar la activación muscular de las extremidades inferiores mediante EMG. Además, el estudio comparará los resultados obtenidos al patear en el aire frente a patear un objetivo, así como las diferencias entre practicantes principiantes y avanzados. La hipótesis del estudio plantea que existirán diferencias significativas en las métricas de activación muscular, ángulos articulares, fuerza vertical y rango del centro de presión al comparar las patadas en el aire frente a las realizadas contra un objetivo, y que también se observarán diferencias significativas al comparar estas métricas entre practicantes principiantes y avanzados.

METODOLOGÍA

Participantes

Siete hombres practicantes avanzados de karate (cinturones negros) y siete hombres practicantes novatos (cinturones de colores desde amarillo hasta morado) participaron voluntariamente en este estudio. Los sujetos cumplieron con los siguientes criterios: (1) edad entre 18 y 40 años, (2) pertenecer al sexo masculino, (3) entrenamiento activo en karate, (4) participación voluntaria y (5) ausencia de lesiones que pudieran afectar su entrenamiento regular.

Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos asociados al estudio y firmaron un consentimiento informado antes de participar. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad San Francisco.

Se calculó el tamaño de muestra mediante el software G*Power 3.1, en donde se hizo un análisis de la diferencia entre la media de 2 grupos independientes. Se utilizó el tipo de potencia dado que es de 0.95, con un alpha de 0.05 y un tamaño del efecto de 0.38 y una eta parcial de 0.13. El efecto fue calculado en base a los datos recopilados durante la ejecución del análisis y se obtuvo una potencia del 85%.

Protocolo

Antes de la llegada del participante, se prepararon los equipos necesarios y se aseguró el correcto funcionamiento de los softwares NEXUS VICON y NORAXON MR4.0.4. También se dispusieron materiales como cinta métrica, báscula, tijeras, marcadores reflectivos, cinta adhesiva

de doble cara, alcohol, gel exfoliante (Skin Prep Gel, Nuprep®, Aurora, EE. UU.), marcador de piel, dispositivo de calibración y ropa deportiva, en caso necesario.

A la llegada del participante, se le explicó el propósito de la investigación, los beneficios y riesgos asociados, y las actividades a realizar. Se solicitó al participante que revisara y firmara el formulario de consentimiento informado. Se recopilaron datos demográficos, como edad, género, fecha de nacimiento y ocupación, así como medidas antropométricas, incluyendo peso, altura, pierna dominante y nivel de cinturón (clasificados como "kyu" para principiantes y "dan" para avanzados).

El procedimiento comenzó con la colocación de los sensores de electromiografía. Para ello, el participante se acostó y se usó una cinta métrica para identificar el área de activación muscular; se marcó un punto de referencia para colocar el electrodo. Si había vello en el área, se afeitó solo la sección muscular, se desinfectó con alcohol y se aplicó gel exfoliante para evitar que la señal se viera afectada por impedancia. Los electrodos se colocaron mientras el participante contrae el músculo para facilitar la identificación muscular. A continuación, se activaron los sensores y se verificó que la impedancia fuera inferior a 30 k Ω antes de iniciar el calentamiento (Bora & Dasgupta, 2020). El participante realizó un calentamiento de extremidades inferiores de 10 minutos, siguiendo su rutina de entrenamiento habitual.

Se realizaron ejercicios de Contracción Isométrica Voluntaria Máxima (MVIC) para normalizar la activación muscular, estableciendo una referencia que permita la comparación durante la ejecución de las patadas, garantizando que los datos se analicen en una escala consistente (Hagen et al., 2016). El peso utilizado para los ejercicios de normalización se ajustó a la fuerza de cada participante para garantizar la Contracción Isométrica Voluntaria Máxima. Para el recto femoral, el ejercicio consiste en una flexión de rodilla a 30° en posición sentada, aplicando fuerza

en el músculo cuádriceps (Hasan et al., 2022). Para el gastrocnemio medial, el participante debe adoptar una postura bipodal erguida, con las rodillas completamente extendidas y los tobillos en máxima flexión plantar, sosteniendo el mayor peso que pueda mantener (Schwartz et al., 2020). Para el tibial anterior, el ejercicio involucra asegurar los pies al suelo con correas, tirando de los talones hacia atrás mientras se ejerce fuerza en flexión plantar (Vieira et al., 2017). Finalmente, para la activación del semitendinoso, el participante realiza una flexión de pierna, acostado en posición prona con peso en los tobillos, realizando una flexión de rodilla de aproximadamente 90° (Tabard-Fougère et al., 2018).

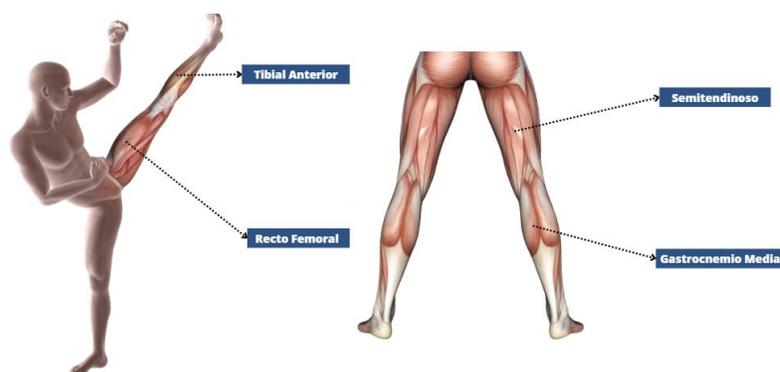


Figura 1. Músculos del tren inferior seleccionados para el estudio

Instrumentación

El laboratorio estaba equipado con 10 cámaras infrarrojas de captura de movimiento VICON y 2 cámaras de video (Vicon MX, Oxford, UK). Se colocaron marcadores reflectivos en los participantes, incluyendo 12 marcadores individuales y 6 tipo quad los cuales poseen 4 marcadores reflectivos en disposición cuadrangular, posicionados en puntos anatómicos específicos: décima vértebra torácica (T10), quinta vértebra lumbar (L5), espina ilíaca anterosuperior izquierda y derecha, trocánter mayor izquierdo y derecho, fémur izquierdo y derecho, cóndilo medial de la tibia izquierda y derecha, tibia izquierda y derecha, cabeza del

segundo metatarsiano izquierdo y derecho, maléolo lateral izquierdo y derecho, y calcáneo izquierdo y derecho. Los datos de Vicon se recogieron a una tasa de muestreo de 100 Hz.

Dos plataformas de fuerza de 0.5 x 0.6 m (plataforma de fuerza Kistler, Tipo 9286AA, Kistler, Suiza) fueron colocadas en diagonal para capturar las fuerzas de reacción del suelo durante la ejecución de cada patada de karate a una frecuencia de muestreo de 1500 Hz. Una plataforma se utilizó para medir las fuerzas ejercidas por la pierna de apoyo y la otra para medir las fuerzas de la pierna de pateo.

La activación muscular se registró mediante electromiografía de superficie (EMG) (Noraxon, EE. UU.) en músculos seleccionados de ambos miembros inferiores a una frecuencia de muestreo de 2000 Hz. La selección de músculos se basó en estudios previos que indican su participación significativa durante las patadas seleccionadas (Li et al., 2023; Sun et al., 2024; Vences de Brito et al., 2014). Los músculos registrados incluyeron el recto femoral, semitendinoso, gastrocnemio medial y tibial anterior.



Figura 2. Instrumentación utilizada

Procesamiento de Datos

Los datos de captura de movimiento fueron etiquetados y se completaron los vacíos mediante el software Vicon, tras lo cual se exportaron archivos CSV a un script personalizado de Matlab (MathWorks Inc., Natick, MA, EE. UU.), donde cada marcador fue identificado como un

punto en el espacio tridimensional. Se calcularon y suavizaron los ángulos de las articulaciones para la flexión-extensión, abducción-aducción y rotación interna-externa en la cadera, rodilla y tobillo.

Los datos de EMG se filtraron usando un filtro de paso de banda Butterworth de 10 Hz a 500 Hz para eliminar el ruido y los artefactos. Posteriormente, las señales se suavizaron utilizando ventanas no solapadas de 250 milisegundos (Medved, 2021). Finalmente, los datos suavizados fueron normalizados a la contracción voluntaria máxima (MVIC) para asegurar que las señales de EMG se expresan en relación con la capacidad máxima de cada participante, permitiendo comparaciones más fiables.

División de Fases

De acuerdo con la literatura (Estevan et al., 2016; Gavagan & Sayers, 2017; Sun et al., 2024), las tres patadas de karate analizadas en este estudio (patada frontal, lateral y circular) se dividieron en cuatro fases para facilitar un análisis biomecánico detallado. Estas fases se definieron mediante eventos clave identificados en los datos de fuerza de reacción del suelo (GRF) y en los parámetros cinemáticos de la articulación de la rodilla.

El movimiento comienza con el *momento inicial (E1)*, en el cual el atleta se encuentra en una posición de guardia estable sin cambios significativos en la fuerza. Este momento representa la estabilidad previa a que aumenten las fuerzas en la pierna de pateo debido al impulso necesario para ejecutar la patada. El siguiente evento clave es el *momento de despegue (E2)*, identificado como el instante en que el pie de la pierna de pateo deja el suelo y la plataforma de fuerza derecha no registra señal alguna. El momento en que la articulación de la rodilla de la pierna que patea alcanza su ángulo máximo de extensión se denomina *momento de extensión máxima de la rodilla (E3)*. Tras la patada, ocurre el momento de contacto (E4), cuando el pie de la pierna de pateo

vuelve a tocar el suelo, y la plataforma de fuerza registra su retorno. Finalmente, se alcanza el *momento final* (E5), tras el pico de activación que sigue al contacto, cuando el participante regresa a la posición inicial y las fuerzas se estabilizan nuevamente. Estos eventos clave definen las cuatro fases siguientes: Inicio (E1 a E2), Patada (E2 a E3), Retorno (E3 a E4) y Finalización (E4 a E5). Para los análisis de músculos, fuerza y centro de presión se utilizaron las cuatro fases previamente mencionadas. Para los análisis de ángulos solamente se analizaron la fase de patada y de retorno siguiendo lo establecido por estudios previos (W. G. Chang et al., 2021).

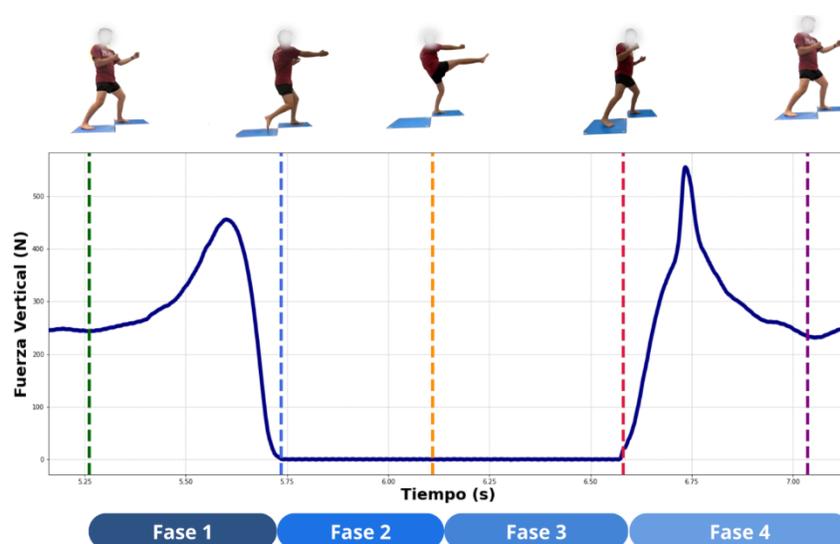


Figura 3. División de fases de la patada de karate

Análisis Estadísticos

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando SAS Studio (SAS Institute Inc.) con un nivel de significancia de 0.05. Se empleó un modelo de efectos mixtos para cada métrica de activación muscular, ángulo articular y métrica de fuerza para evaluar los efectos de la categoría de participante (avanzado o principiante), la condición de la patada (objetivo o aire) y su interacción en las medidas de resultado. Cuando se detectó una interacción significativa, se realizó un análisis post-hoc de Tukey-Kramer para identificar cuáles diferencias específicas entre grupos

eran estadísticamente significativas. Los participantes se incluyeron como un efecto aleatorio para tener en cuenta las medidas repetidas dentro de cada individuo. Las variables de respuesta evaluadas en este estudio fueron:

Tabla 1: Variables de respuesta

Variable	Métrica	Descripción
Ángulos Articulares	<ul style="list-style-type: none"> - Máximo - Mínimo - Promedio 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión-Extensión: Cadera, Rodilla, Tobillo - Abducción-Aducción: Cadera - Rotación Interna- Externa: Cadera
Activación Muscular	<ul style="list-style-type: none"> - Media - Pico 	<ul style="list-style-type: none"> - Recto Femoral - Gastrocnemio Medial - Semitendinoso - Tibial Anterior - Lado izquierdo y derecho
Fuerza de reacción del piso vertical	<ul style="list-style-type: none"> - Máximo - Promedio 	<ul style="list-style-type: none"> - Pierna derecha - Pierna izquierda
Centro de presión	<ul style="list-style-type: none"> - Rango en eje "x" - Rango en eje "y" 	<ul style="list-style-type: none"> - Pierna izquierda

RESULTADOS

Patada Frontal

Ángulos Articulares

Los resultados numéricos de los ángulos articulares de la patada frontal se encuentran en el Anexo T y U.

- *Cadera*

Fase de Patada: En la pierna pivote y en la pierna de patada, existe una menor abducción máxima y una mayor aducción máxima cuando se acierta al objetivo.

Fase de Retorno: En la pierna pivote existe una menor extensión máxima de cadera cuando se acierta al objetivo. En la pierna que patea, la abducción y flexión máximas son menores cuando se acierta al objetivo, mientras que la extensión máxima es mayor en dicho escenario. Además, en la pierna que realiza la patada, existe una diferencia causada por la categoría, donde los practicantes principiantes terminan el movimiento con una mayor rotación externa de cadera que los avanzados.

- *Rodilla*

Fase de Patada: En la pierna pivote existe una menor extensión máxima de rodilla cuando se acierta al objetivo.

Fase de Retorno: En la pierna pivote existe una mayor extensión máxima de rodilla cuando se acierta al objetivo.

- *Tobillo*

Fase de Patada: En la pierna pivote solamente los practicantes avanzados presentaron una mayor flexión plantar máxima cuando aciertan al objetivo. En la pierna que patea ambos grupos

presentaron una mayor flexión dorsal al acertar al objetivo. Además, solamente los avanzados mostraron una menor flexión plantar máxima al acertar al objetivo.

Fase de Retorno: En la pierna que patea ambas categorías presentaron una menor flexión dorsal máxima al impactar al objetivo. Por otra parte, en la misma pierna, solamente los practicantes principiantes mostraron una mayor flexión plantar máxima al acertar al objetivo.

Activación Muscular

Los resultados numéricos de la activación muscular (media y pico) de la patada frontal se encuentran en el Anexo A-D.

- ***Recto Femoral***

Fase 1: Cuando se impacta al objetivo, la media de activación muscular de la pierna de patada es mayor solo para los karatecas avanzados.

Fase 2: Cuando se impacta al objetivo, la media de activación muscular para la pierna de patada es mayor para ambos grupos (principiantes y avanzados).

Fase 3: Cuando no se impacta al objetivo la media y el pico de activación muscular de la pierna pivote son mayores. Por otro lado, en la pierna de patada la media de activación muscular es mayor al no acertar, pero solo en avanzados

Fase 4: Cuando no se impacta al objetivo la media de activación muscular es mayor tanto en la pierna pivote como en la de patada, mientras que el pico de activación muscular es mayor solamente en la pierna pivote al no impactar al objetivo.

- ***Semitendinoso***

Fase 1: Cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular en la pierna pivote es mayor en ambos grupos (avanzados y principiantes).

Fase 2: Cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular en la pierna de patada es mayor solo en avanzados.

Fase 4: Cuando no se impacta al objetivo la media y el pico de activación muscular de la pierna pivote son mayores en ambos grupos.

- ***Tibial Anterior***

Fase 1: La media de activación muscular en la pierna de patada es mayor solo para los principiantes. Por otro lado, cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular es mayor en ambos grupos.

Fase 2: Cuando se acierta el objetivo la media de activación muscular en la pierna de patada es mayor en ambos grupos.

Fase 3: Cuando no se impacta al objetivo la media de activación muscular es mayor tanto en la pierna pivote como en la de patada, mientras que el pico de activación muscular es mayor solamente en la pierna pivote al no impactar al objetivo.

Fase 4: Cuando se acierta el objetivo la media de activación muscular en la pierna de patada es mayor en ambos grupos.

- ***Gastrocnemio Medial***

Fase 1: Cuando se acierta el objetivo la media y el pico de activación muscular en la pierna pivote es mayor en ambos grupos, mientras que en la pierna de patada la media y pico es mayor solo en avanzados.

Fase 2: Cuando se acierta el objetivo la media y el pico de activación muscular en la pierna pivote es mayor en ambos grupos

Fase 3: Cuando no se acierta el objetivo la media de activación muscular en la pierna de patada es mayor en ambos grupos, mientras que el pico es mayor cuando se acierta al objetivo.

Fuerza de Reacción del Piso

Los resultados numéricos la fuerza reacción del piso de la patada frontal se encuentran en el Anexo M.

Fase 1: El pico de fuerza fue mayor en la pierna que patea al momento de impactar al objetivo. Mientras que no se observaron diferencias en la pierna que pivote. Esto aplica tanto para avanzados como para principiantes.

Fase 2: El pico de fuerza vertical fue más alto en la pierna pivote durante los aciertos, en avanzados como en principiantes.

Fase 3: La fuerza vertical promedio fue mayor al impactar al objetivo.

Fase 4: A diferencia de las otras fases, en este caso el pico de la pierna que patea fue mayor al patear al aire, tanto en avanzados como en principiantes.

Rango del Centro de Presión

Los resultados numéricos del rango del centro de presión de la patada frontal se encuentran en el Anexo Q.

Fase 1: El rango de COPx y COPy fueron mayores al momento de acertar a un objetivo en ambos grupos, tanto avanzados como principiantes.

Fase 2: En la fase de ejecución de patada el rango de COPy fue mayor al momento de acertar, en los dos grupos.

Fase 4: Durante la fase final de la patada, el rango de COPx fue superior al momento de acertar en ambos grupos.

Patada Lateral

Ángulos Articulares

Los resultados numéricos de los ángulos articulares de la patada lateral se encuentran en el Anexo V y W.

- ***Cadera:***

Fase de Patada: En la pierna pivote se encontró que existe una mayor abducción y flexión máximas en los principiantes cuando impactan a un objetivo. Por otro lado, solamente los practicantes avanzados presentaron mayor rotación externa máxima al impactar a un objetivo. Adicionalmente se obtuvo que ambos grupos (avanzados y principiantes) presentaron una mayor rotación interna máxima al impactar al objetivo.

En la pierna de la patada se encontró que la rotación interna máxima es mayor cuando la patada impacta en un objetivo tanto en principiantes como en avanzados.

Fase de Retorno: En la pierna pivote se encontró que en los karatecas avanzados existe una mayor flexión en los practicantes avanzados que en los principiantes.

En la pierna de la patada se encontró que la aducción es máxima cuando se impacta a un objetivo solo en avanzados, mientras que la flexión máxima es menor cuando se impacta a un objetivo tanto para principiantes como avanzados.

- ***Rodilla:***

Fase de Patada: En la pierna que patea los principiantes presentan una mayor flexión de rodilla y una menor extensión máxima que los avanzados independientemente de la condición.

Fase de Retorno: En la pierna pivote solamente tanto principiantes como avanzados presentaron una mayor extensión máxima cuando la patada resultó en un acierto.

En la pierna que patea la máxima flexión es menor cuando la patada termina en acierto.

- ***Tobillo:***

Fase de Patada: En la pierna pivote la flexión dorsal máxima es mayor cuando no se impacta al objetivo en ambos grupos.

En la pierna que patea la flexión dorsal máxima es mayor cuando se impacta al objetivo.

Fase de Retorno: En ninguna de las dos piernas existen diferencias entre categorías o condiciones.

Activación Muscular

Los resultados numéricos de la activación muscular (media y pico) de la patada lateral se encuentran en el Anexo E-H.

- ***Recto Femoral***

En cuanto al Recto Femoral se puede observar que existen diferencias significativas tanto en la media y pico de activación muscular de las dos piernas.

Fase 1: En la pierna pivote se encontró que la media y el pico de activación muscular es mayor cuando se acierta al objetivo, sin embargo, en el pico existe una diferencia significativa en la categoría lo cual indica que los avanzados generan una mayor activación al acertar.

Fase 3: Se encontró que tanto en la pierna pivote como en la de patada la media de activación muscular es mayor cuando no se impacta al objetivo. Adicionalmente el pico de activación muscular es mayor en la pierna pivote.

Fase 4: En la pierna patada el pico de activación muscular es mayor cuando no se impacta al objetivo.

- ***Semitendinoso***

Fase 3: En cuanto al semitendinoso existe una diferencia significativa en la activación muscular de la fase de retorno de la pierna pivote. La condición es significativa lo cual nos dice que existe mayor activación muscular cuando no se impacta objetivo. Con respecto a la pierna de patada el no impactar al objetivo genera un pico mayor de activación, sin embargo, este pico ocurre en los karatecas avanzados.

Fase 4: En la fase de estabilización tanto en la pierna pivote como en la de patada se presentó una mayor activación muscular al no impactar a un objetivo.

- ***Tibial Anterior***

Fase 1: En el tibial anterior existe una diferencia significativa en la activación muscular de la fase de retorno de la pierna pivote. La condición es significativa lo cual nos dice que existe mayor activación muscular cuando no se impacta al objetivo. Con respecto a la pierna de patada el no impactar al objetivo genera un pico mayor de activación, sin embargo, este pico ocurre en los karatecas **avanzados**.

Fase 2: Se encontró que en la pierna pivote tanto el pico como la media de activación muscular es mayor cuando no se impacta al objetivo, sin embargo, para la pierna de patada ocurre lo contrario, es decir tanto el pico como la media de activación muscular son mayores cuando el participante acierta al objetivo.

Fase 3: Se encontró que la condición es significativa en la pierna de patada lo que nos indica que la media de activación muscular es mayor cuando se realiza una patada al aire.

Fase 4: Se encontró que la condición es significativa en la pierna pivote lo que nos indica que la media de activación muscular es mayor cuando se realiza una patada al aire.

Gastrocnemio Medial

Fase 1: La categoría resulto significativa en el pico de la pierna pivote lo que nos indica que los avanzados tienen un mayor pico de activación. Por otro lado, los avanzados presentan una mayor activación muscular cuando aciertan al objetivo.

Fase 2: En la pierna de patada los principiantes tienen una mayor media de activación muscular cuando aciertan al objetivo.

Fase 3: En la pierna de patada los avanzados tienen una mayor media de activación muscular cuando no impactan al objetivo.

Fase 4: La categoría fue significativa tanto para la media como el pico de activación muscular de la pierna pivote en donde los avanzados mostraron mayor activación.

Fuerza de Reacción del Piso

Los resultados numéricos la fuerza reacción del piso de la patada lateral se encuentran en el Anexo N.

Fase 1: La fuerza vertical máxima en la pierna pivote y el pico en la pierna de patada son mayor cuando se acierta al objetivo en ambos grupos (avanzados y principiantes)

Fase 4: El pico de fuerza vertical es mayor en la fase de estabilidad cuando no se acierta al objetivo tanto en el grupo de avanzados como de principiantes.

Rango del Centro de Presión

Los resultados numéricos la fuerza reacción del piso de la patada circular se encuentran en el Anexo R.

Fase 1: Los resultados del análisis arrojaron que el rango del centro de presión en x es mayor cuando se acierta al objetivo en ambos grupos (avanzados y principiantes).

Fase 4: En la fase de estabilización solo los avanzados presentaron un mayor rango de presión en el eje y.

Patada Circular

Ángulos Articulares

Los resultados numéricos de los ángulos articulares de la patada lateral se encuentran en el Anexo X y Y.

- ***Cadera***

Fase de Patada: En la pierna pivote se encontró que cuando se impacta al objetivo, existe una mayor abducción máxima en ambos grupos (principiantes y avanzados). Solamente los principiantes presentaron una mayor extensión máxima al impactar al objetivo, mientras que solo los avanzados presentaron una menor flexión máxima y una mayor rotación externa máxima al impactar al objetivo.

En la pierna de la patada se encontró que la aducción máxima es mayor, mientras que la máxima rotación interna y flexión de la cadera son menores cuando la patada impacta en un objetivo tanto en principiantes como en avanzados.

Fase de Retorno: En la pierna pivote se encontró que en los deportistas avanzados existe una mayor flexión y rotación interna máximas cuando no se impacta al objetivo. Y en los principiantes existe una mayor rotación externa máxima cuando no se impacta al objetivo.

En la pierna de la patada se encontró que la flexión y la rotación interna son máximas cuando no se impacta a un objetivo.

- ***Rodilla***

Fase de Patada: En la pierna pivote solamente los avanzados presentaron una mayor flexión máxima al inicio del movimiento cuando la patada se realizó al aire.

En la pierna que patea la máxima flexión es menor y la máxima extensión es mayor cuando se acierta al objetivo. Además, los avanzados logran una máxima extensión de la rodilla mayor a los principiantes independientemente de la condición.

Fase de Retorno: En la pierna pivote no existen diferencias entre categorías y condiciones.

En la pierna que patea igualmente se ve que los avanzados tienen una extensión máxima de la rodilla mayor a los principiantes.

- ***Tobillo***

Fase de Patada: En la pierna pivote la flexión plantar máxima es mayor cuando se impacta al objetivo en ambos grupos. Mientras que la flexión dorsal máxima es mayor cuando no se impacta al objetivo solamente en los avanzados.

En la pierna que patea la flexión plantar máxima es menor y la flexión dorsal máxima es mayor cuando se impacta al objetivo.

Fase de Retorno: En la pierna pivote no existen diferencias entre categorías o condiciones. En la pierna que patea la flexión plantar máxima es mayor cuando la patada es al aire.

Activación Muscular

Los resultados numéricos de la activación muscular (media y pico) de la patada circular se encuentran en el Anexo I-L.

- ***Recto Femoral***

Fase 3: Cuando se impacta al objetivo, la media de activación muscular de la pierna que patea es menor para ambos grupos y el pico de activación muscular es menor solamente para los practicantes avanzados.

Fase 4: Cuando se impacta al objetivo, la media y el pico de activación muscular de la pierna que patea son menores tanto para avanzados como para principiantes.

- ***Semitendinoso***

Fase 1: El pico de activación muscular en la pierna pivote es mayor cuando se impacta al objetivo.

Fase 2: La media y el pico de activación muscular en la pierna pivote son mayores cuando se impacta al objetivo únicamente en los participantes avanzados.

Fase 3: En la pierna pivote el pico y la media de activación muscular son menores cuando se impacta al objetivo.

Fase 4: Cuando se impacta al objetivo, la media de activación muscular de la pierna pivote y la pierna que patea es menor para ambos grupos; y el pico de activación muscular es menor solamente para los practicantes avanzados en la pierna pivote.

- ***Tibial Anterior***

Fase 1: Cuando se impacta el objetivo la media de activación muscular de la pierna pivote es menor en ambos grupos.

Fase 3: Cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular de la pierna que patea es menor en ambos grupos.

Fase 4: Cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular de la pierna pivote y de la pierna que patea es menor en ambos grupos.

- ***Gastrocnemio Medial***

Fase 1: Cuando se impacta al objetivo el pico y la media de activación muscular de la pierna que patea son mayores en ambos grupos.

Fase 3: Cuando se impacta al objetivo la media de activación muscular de la pierna que patea es menor en ambos grupos.

Fase 4: Cuando se impacta al objetivo el pico y la media de activación muscular de la pierna que patea son menores en ambos grupos.

Fuerza de Reacción del Piso

Los resultados numéricos la fuerza reacción del piso de la patada circular se encuentran en los Anexos O y P.

Fase 1: En la pierna pivote, la fuerza de reacción del piso vertical promedio es mayor cuando no se acierta al objetivo tanto en principiantes como en avanzados; y la fuerza máxima es mayor en avanzados (1090N) que en principiantes (900N).

En la pierna que patea, el pico de fuerza máxima en esta fase es mayor cuando se va a impactar al objetivo únicamente en los practicantes avanzados.

Fase 2: En la pierna que pivote, la fuerza vertical promedio es mayor cuando la patada no impacta a un objetivo únicamente en los practicantes avanzados.

Fase 3: En la pierna que pivote, la fuerza vertical promedio es mayor cuando la patada no impacta a un objetivo en ambos grupos.

Fase 4: En la pierna que patea, el pico de fuerza vertical producido cuando la pierna impacta contra el suelo al finalizar la patada es mayor cuando la patada es al aire.

Rango del Centro de Presión (pierna pivote)

Los resultados numéricos del rango del centro de presión de la patada circular se encuentran en el Anexo S.

Fase 1: El rango del centro de presión en x es mayor cuando se acierta al objetivo en ambos grupos (avanzados y principiantes).

Fase 2: El rango del centro de presión en x es mayor en los practicantes avanzados que en los principiantes.

DISCUSIÓN

Este estudio analizó y comparó el impacto de las condiciones de ejecución (impactar o no a un objetivo), y el nivel de experiencia (principiantes o avanzados) en los ángulos articulares, la activación muscular, la fuerza de reacción del piso y el centro de presión en las tres patadas más comunes en el karate: frontal, lateral y circular. Se planteó la hipótesis de que tanto la categoría del participante como la condición de la patada generarían diferencias significativas en las variables biomecánicas analizadas. Sin embargo, los resultados revelaron que el efecto más significativo fue la condición, es decir que el impactar o no a un objetivo genera más diferencias en las métricas que si el practicante es avanzado o principiante. Este hallazgo resalta la importancia del contexto de la patada en las demandas biomecánicas asociadas.

Ángulos Articulares

Los ángulos articulares variaron entre las tres patadas en magnitud y en los planos debido a la naturaleza inherente a cada uno. Es por ello por lo que, dentro de cada articulación, se analizarán los resultados obtenidos por cada patada de manera separada.

- **Cadera**

En los ángulos de la cadera, la presencia o ausencia de un objetivo al cual impactar fue el factor determinante en las diferencias de los ángulos articulares. En la patada frontal, impactar el objetivo generó una menor abducción y una mayor aducción máximas en ambos lados de la

cadera. En la patada lateral, impactar aumentó la rotación interna y la aducción en ambas piernas. Estos ajustes parecen estabilizar el cuerpo y mejorar la transferencia de fuerza. En la patada circular, se observó una mayor abducción máxima en la pierna pivote. En la pierna que patea, la flexión y la rotación interna fueron menores al impactar.

En general, impactar al objetivo requiere movimientos más compactos en la cadera. Esto facilita la transferencia de energía y mejora la estabilidad (Augustus et al., 2021). Cuando la patada no impacta a un objetivo, los movimientos son más amplios, reflejando intentos de recuperar el equilibrio.

- **Rodilla**

El ángulo que generan la tibia y el fémur de la pierna que patea al momento de realizar una patada es crucial para la ejecución de cualquier patada de karate, la rodilla debe encontrarse en una extensión submáxima, En la patada frontal no existieron diferencias en categoría o en condición que hayan afectado dicho ángulo. Posiblemente debiéndose a que la patada frontal es la primera que se enseña. Por otra parte, en las patadas lateral y circular, los principiantes presentaron una extensión de rodilla máxima significativamente menor a la de los practicantes avanzados, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Błaszczyszyn et al. (2019) . Esto indica una técnica deficiente en estas patadas más complejas por parte de los novatos que debería ser abordada.

- **Tobillo**

A diferencia de la rodilla, en el tobillo las diferencias en los ángulos articulares se debieron únicamente a la condición de la patada. En las tres patadas el impacto al objetivo produjo una mayor flexión dorsal, posiblemente debido a la fuerza de reacción ejercida por el objeto durante

el contacto. La patada lateral fue la presentó menos diferencias significativas, seguida de la patada circular, y finalmente la frontal.

Activación Muscular

La activación muscular durante la ejecución de las patadas (frontal, lateral y circular) reveló que existen diferencias significativas en el nivel de experiencia y la condición de ejecución. En cuanto al recto femoral se encontró que existen patrones específicamente en las fases de inicio y retorno. Los karatecas avanzados demostraron una mayor media y pico de activación en las fases iniciales (1,2) en las patadas frontal y lateral, esto puede atribuirse a factores como la fuerza que se debe ejercer para lograr el movimiento de la patada con precisión. Estos resultados se observaron en estudios similares como el de Jemili et al. (2017) que destaca que el recto femoral es fundamental en la extensión de la rodilla al ejecutar la patada dado que ayuda a generar rapidez y precisión. Por otro lado, en las fases de retorno se puede evidenciar lo explicado por Jeknić et al. (2022) en donde el recto femoral en la pierna pivote tiene una acción estabilizadora junto con otros músculos, en donde existe una mayor activación dado que protege a las articulaciones de absorber el impacto.

Por otra parte, está el musculo semitendinoso, que permite generar estabilidad en la rodilla y desacelerar los movimientos, en este musculo se pudo evidenciar que existen diferencias significativas en su activación en las fases de retorno y estabilización (3, 4) especialmente cuando no se impacta al objetivo, además de que los karatecas avanzados tienen un pico mayor en estas fases lo que sugiere que tienen más control al momento de la estabilización, mientras que los principiantes tienen menor activación en estas fases lo que indica que son más susceptibles a la inestabilidad después de la patada (Quinzi et al., 2016).

En cuanto al tibial anterior, se obtuvo que los karatecas principiantes tienen una mayor activación muscular, específicamente en la pierna de patada. El tibial anterior ayuda con el control del pie durante el impacto y el retorno de la patada, por tanto, este músculo se activa mayormente en los principiantes dado que deben compensar para poder obtener estabilidad (Brophy et al., 2010), esto además lo subraya Quinzi et al. (2013) en su estudio en el que relaciona la experiencia con la eficiencia neuromuscular en los deportes de combate.

El gastrocnemio medial mostró mayor activación en ambas piernas, en las fases de inicio del movimiento (1,2), este patrón fue evidenciado especialmente en los karatecas avanzados lo que permite destacar que la fuerza que ejercen en el suelo la pueden concentrar hacia el objetivo. Por otro lado, cuando no se impacta a un objetivo la activación muscular es mayor lo que refleja una necesidad de generar estabilidad para poder compensar la falta de contacto con el objetivo. Esto es consistente con estudios que destacan que el gastrocnemio medial ayuda a los desequilibrios durante movimientos dinámicos (Rey et al., 2012).

Se encontró que existe una mayor activación muscular en ambas piernas cuando no se impacta al objetivo, especialmente en karatecas principiantes. Esto podría deberse a factores como el equilibrio y la postura en donde los avanzados tienen un mayor control dado a la velocidad de contracción muscular (Jeknić et al., 2022).

Fuerza de Reacción del Piso

Los resultados indican diferencias significativas en la Fuerza de Reacción del Piso (GRF) según el tipo de patada, la fase del movimiento y la experiencia del practicante. En la patada circular, el mayor pico de fuerza en la pierna pivotante durante las patadas al aire en la fase 1 sugiere que tanto los practicantes avanzados como los principiantes tienden a aplicar más fuerza

inicial cuando no logran impactar un objetivo. No obstante, los practicantes avanzados muestran fuerzas máximas superiores (1090 N en comparación con 900 N), lo que demuestra su capacidad para ejercer más energía durante la fase inicial del movimiento (Quinzi et al., 2016) . En el caso de la pierna que patea, los valores de pico de fuerza fueron más altos al golpear el objetivo, especialmente en los practicantes avanzados, lo que sugiere una transferencia de fuerza más precisa y eficaz en este grupo. Por el contrario, en la fase 4, el máximo impacto de la pierna que patea contra el suelo durante las patadas al aire generó mayores fuerzas en esta condición, lo que podría deberse a una pérdida de capacidad de control postural hacia el final del movimiento (J.-H. Chang et al., 2014).

En la patada lateral, tanto los participantes avanzados como los principiantes produjeron mayores picos de fuerza durante la fase inicial (fase 1) al acertar con éxito en el objetivo. Esto puede atribuirse a un mejor control biomecánico en el inicio del movimiento. En contraste, durante la fase de estabilidad (fase 4), las fuerzas aplicadas fueron mayores durante las patadas al aire, lo que podría estar relacionado con desequilibrios o ajustes posturales realizados después de detectar que no se alcanzó el objetivo (Aguiar De Souza et al., 2015) . Por otro lado, la patada frontal mostró una tendencia diferente: la fuerza máxima en la pierna que patea fue mayor al acertar en la fase 1, pero esta tendencia se invirtió en la fase 4, mostrando picos más altos en los casos de patadas al aire. Esto podría deberse a que la fuerza requerida para recuperarse después de un fallo implica un mayor impacto (Błaszczyszyn et al., 2019).

Estos resultados son muy importantes para las metodologías de entrenamiento. Es necesario diseñar ejercicios que ayuden a los practicantes a controlar las fuerzas generadas, con énfasis en las etapas finales del movimiento. Esto incluiría perfeccionar la técnica para limitar fuerzas excesivas durante los fallos y maximizar la transferencia de fuerzas durante las fases

iniciales y de impacto. Finalmente, los resultados señalan que el entrenamiento debe ser específico, considerando que la fuerza de reacción del piso y la ejecución de las patadas frontales modifican el centro de gravedad (J.-H. Chang et al., 2014).

Rango de Centro de Presión

El análisis del rango del Centro de Presión (COP) muestra diferencias notables en relación con las distintas fases del movimiento, tipos de patada y niveles de experiencia. En el caso de la patada circular, el rango de COPx en la fase 1 fue mayor al golpear el objetivo, mostrando una aparente reducción en la precisión del equilibrio dinámico en ambos grupos. Sin embargo, durante la fase 2, los practicantes avanzados mostraron un rango de COPx significativamente mayor (8.20 cm en comparación con 5.88 cm). A pesar de este rango más amplio, su control postural fue más refinado, lo que les permitió ejecutar la patada con precisión. Esto difiere de los hallazgos de Aguiar De Souza et al. (2015), quienes encontraron que un rango menor de COP se asocia con una mayor estabilidad.

Durante la patada lateral, se observaron mayores rangos de COPx en la fase 1 tanto en practicantes experimentados como en principiantes al enfocarse en el objetivo. Además, en el eje y, un rango más amplio fue evidente en los practicantes experimentados durante la fase 4. Esto puede estar relacionado con la mayor complejidad de la patada lateral en comparación con las patadas frontal y circular Aguiar De Souza et al. (2015).

En el contexto de la patada frontal, el rango de COP demostró patrones estables a lo largo de varias fases. Durante el contacto con el objetivo en la fase 1, los valores en ambos ejes fueron mayores al acertar. De manera similar, en la fase de ejecución (fase 2), se observó un mayor rango en el eje y al contactar con el objetivo. En la fase final (fase 4), los rangos de COPx

también fueron mayores al golpear el objetivo, enfatizando la necesidad de un equilibrio horizontal preciso al completar el movimiento (Zago et al., 2015).

Los resultados destacan la importancia de mejorar el equilibrio, especialmente en principiantes. Sin embargo, no se puede negar que el rango de COP por sí solo no puede representar completamente la estabilidad de los participantes. Según Quijoux et al. (2021), el rango de COP incluye muchas variables e intervalos de confianza elípticos, útiles para determinar el equilibrio estático, pero menos útiles para el equilibrio dinámico, como es el caso de los movimientos de patadas.

CONCLUSIONES

La investigación sobre ángulos articulares, actividad muscular, fuerzas de reacción del suelo y cambios en el rango del centro de presión (COP) durante las patadas de karate contribuye a una comprensión más profunda de las diferencias biomecánicas entre tipos de patadas, niveles de experiencia y condiciones de ejecución. Se ha evidenciado que patear un objeto afecta significativamente el patrón de movimiento y la actividad muscular, permitiendo que los movimientos se tornen más compactos y estabilizados. Esta alteración mejora la capacidad de transferencia de fuerza y el grado de precisión, ambos elementos clave para la efectividad de las patadas. En cambio, los impactos al aire generan movimientos más amplios, reflejando intentos de estabilización y una mayor activación muscular, particularmente en atletas de karate principiantes.

En cuanto a la activación muscular, los resultados destacan que los practicantes experimentados muestran una mayor activación, reflejada en picos más altos en músculos como el gastrocnemio medial y el recto femoral durante las fases críticas de inicio y retorno del movimiento. Esto, a su vez, les permite realizar movimientos con mayor potencia y estabilidad.

En contraste, los individuos principiantes presentan una mayor activación en músculos estabilizadores, como el tibial anterior y el semitendinoso, lo que indica una capacidad reducida para controlar movimientos dinámicos complejos. Estas diferencias en los perfiles de activación reflejan la necesidad específica de entrenamiento tanto en la estabilización postural como en el refinamiento del control muscular.

Finalmente, los análisis de las fuerzas de reacción del suelo y del rango del COP destacan la necesidad de ejecutar técnicas que minimicen las fuerzas excesivas en patadas al aire y mejoren la transferencia de energía en los impactos. Aunque el rango del COP no es un indicador absoluto de la estabilidad dinámica, los resultados muestran patrones importantes para diseñar programas de entrenamiento que fortalezcan el equilibrio, especialmente en practicantes novatos. Las estrategias propuestas deben enfocarse en las etapas finales del movimiento, donde las fuerzas y los desequilibrios estuvieron más presentes. En conjunto, los hallazgos tienen importantes implicaciones para optimizar la efectividad y seguridad del entrenamiento en karate, considerando las necesidades específicas de diferentes niveles de experiencia y tipos de técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguiar De Souza, V., Todeschini, F., Iabe, V., Marques, A. M., & Gomes Borges, N. (2015). Weight distribution in karate stances: a comparison between experimental and postulated values. *Archives of Budo*, 11(0), 351. https://archbudo.com/view/abstracts/issue_id/10832
- Augustus, S., Hudson, P. E., Harvey, N., & Smith, N. (2021). Whole-body energy transfer strategies during football instep kicking: implications for training practices. *Sports Biomechanics*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1951827>
- Błaszczyszyn, M., Szczęsna, A., Pawlyta, M., Marszałek, M., & Karczmit, D. (2019). Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, Vol. 16, Page 3155, 16(17), 3155. <https://doi.org/10.3390/IJERPH16173155>
- Bora, D. J., & Dasgupta, R. (2020). Estimation of skin impedance models with experimental data and a proposed model for human skin impedance. *IET Systems Biology*, 14(5), 292–296. <https://doi.org/10.1049/iet-syb.2020.0049>
- Brophy, R. H., Backus, S., Kraszewski, A. P., Steele, B. C., Yan, M., Osei, D., & Williams, R. J. (2010). Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 92(11), 2050–2058. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01547>
- Chang, J.-H., Huang, C., Chang ACDE, J.-H., Chang ABCD, Y.-T., & Huang ADE, C.-F. (2014). A biomechanical assessment of fajin mechanisms in martial arts (Vol. 10). www.archbudo.com
- Chang, W. G., Lin, K. Y., Chu, M. Y., & Chow, T. H. (2021). Differences in pivot leg kinematics and electromyography activation in various round house kicking heights. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20(3), 457–465. <https://doi.org/10.52082/JSSM.2021.457>
- Ding, H., & Zhang, G. (2024). CiteSpace-based Visualisation Analysis of Karate Athletes' Characteristics of Technique Usage. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.01691>

- Elkess, G., Elmoushy, S., & Atia, A. (2023). Karate First Kata Performance Analysis and Evaluation with Computer Vision and Machine Learning. *3rd International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference, MIUCC 2023*, 9–14. <https://doi.org/10.1109/MIUCC58832.2023.10278313>
- Estevan, I., Freedman Silvernail, J., Jandacka, D., & Falco, C. (2016). Segment coupling and coordination variability analyses of the roundhouse kick in taekwondo relative to the initial stance position. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1766–1773. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1137342>
- Gavagan, C. J., & Sayers, M. G. L. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLOS ONE*, 12(8), e0182645. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0182645>
- Hachaj, T., & Ogiela, M. R. (2018). Classification of Karate Kicks with Hidden Markov Models Classifier and Angle-Based Features. *Proceedings - 2018 11th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2018*. <https://doi.org/10.1109/CISP-BMEI.2018.8633251>
- Hagen, M., Schwiertz, G., Landorf, K. B., Menz, H. B., & Murley, G. S. (2016). Selective activation of lower leg muscles during maximum voluntary isometric contractions. *Human Movement Science*, 50, 30–37. <https://doi.org/10.1016/J.HUMOV.2016.10.002>
- Hasan, S., Alonazi, A., Anwer, S., Jamal, A., Parvez, S., Alfaiz, F. A. S., & Li, H. (2022). Efficacy of Patellar Taping and Electromyographic Biofeedback Training at Various Knee Angles on Quadriceps Strength and Functional Performance in Young Adult Male Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Pain Research & Management*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8717932>
- Jeknić, V., Dopsaj, M., Toskić, L., & Koropanovski, N. (2022). Muscle Contraction Adaptations in Top-Level Karate Athletes Assessed by Tensiomyography. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph191610309>

- Jemili, H., Mejri, M. A., Sioud, R., Bouhlel, E., & Amri, M. (2017). Changements de l'activité musculaire lors des frappes guaiaku-zuki et kiza-mawachi-guiri de karaté après entraînement spécifique chez des athlètes d'élite. *Science and Sports*, 32(2), 73–81.
<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.11.002>
- Li, H., Wang, X., Du, Z., & Shen, S. (2023). Analysis of technical characteristics of typical lower limb balance movements in Tai Chi: a cross-sectional study based on AnyBody bone muscle modeling. *PeerJ*, 11, e15817. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.15817/TABLE-4>
- Medved, V. (Ed.). (2021). *Measurement and Analysis of Human Locomotion*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79685-3>
- Quijoux, F., Nicolaï, A., Chairi, I., Bargiotas, I., Ricard, D., Yelnik, A., Oudre, L., Bertin-Hugault, F., Vidal, P., Vayatis, N., Buffat, S., & Audiffren, J. (2021). A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code*. *Physiological Reports*, 9(22). <https://doi.org/10.14814/phy2.15067>
- Quinzi, F., Camomilla, V., Di Mario, A., Felici, F., & Sbriccoli, P. (2016). Repeated Kicking Actions in Karate: Effect on Technical Execution in Elite Practitioners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 363–369. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2015-0162>
- Quinzi, F., Camomilla, V., Felici, F., Di Mario, A., & Sbriccoli, P. (2013). Differences in neuromuscular control between impact and no impact roundhouse kick in athletes of different skill levels. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.09.006>
- Rey, E., Lago-Peñas, C., & Lago-Ballesteros, J. (2012). Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(6), 866–872.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.06.003>
- Schwartz, C., Wang, F. C., Forthomme, B., Denoël, V., Brüls, O., & Croisier, J. L. (2020). Normalizing gastrocnemius muscle EMG signal: An optimal set of maximum voluntary isometric contraction tests for young adults considering reproducibility. *Gait & Posture*, 82, 196–202.
<https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2020.08.129>

- Sun, J., Wang, Y., & Dong, D. (2024). Lower limb electromyographic characteristics and implications of taekwondo roundhouse kick “hit” and “miss” actions. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1258613>
- Tabard-Fougère, A., Rose-Dulcina, K., Pittet, V., Dayer, R., Vuillerme, N., & Armand, S. (2018). EMG normalization method based on grade 3 of manual muscle testing: Within- and between-day reliability of normalization tasks and application to gait analysis. *Gait & Posture*, 60, 6–12. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2017.10.026>
- Vences de Brito, A., Branco, M. A. C., Fernandes, R. M. C., Ferreira, M. A. R., Fernandes, O. de J., Abreu Figueiredo, A. A., & Branco, G. A. C. (2014). Characterization of kinesiological patterns of the frontal kick, mae-geri, in karate experts and non-karate practitioners. *Revista de Artes Marciales Asiáticas (RAMA)*, ISSN-e 2174-0747, Vol. 9, Nº. 1, 2014, Págs. 20-31, 9(1), 20–31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4742915&info=resumen&idioma=ENG>
- Vieira, T. M., Bisi, M. C., Stagni, R., & Botter, A. (2017). Changes in tibialis anterior architecture affect the amplitude of surface electromyograms. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12984-017-0291-5/FIGURES/5>
- Zago, M., Mapelli, A., Shirai, Y. F., Ciprandi, D., Lovecchio, N., Galvani, C., & Sforza, C. (2015). Dynamic balance in elite karateka. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(6), 894–900. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.10.002>

**ANEXO A: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA
PATADA FRONTAL**

			Categoría			Condición			Categoría *Condición
Lado	Músculo	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor P
I	GM	1	0,21	23,66 (4,08)	31,02 (4,08)	<.0001	30,9 (2,99)	23,78 (2,99)	0,96
I	GM	2	0,66	28,59 (4,59)	31,48 (4,59)	0,00	33,77 (3,38)	26,29 (3,38)	0,09
I	GM	3	0,10	37,84 (5,68)	51,1 (5,68)	0,13	46,61 (4,25)	42,33 (4,25)	0,40
I	GM	4	0,11	22,44 (5,97)	35,95 (5,97)	0,84	29,44 (4,4)	28,95 (4,4)	0,30
I	RF	1	0,12	48,15 (7,26)	31,85 (7,26)	0,70	40,43 (5,26)	39,57 (5,26)	0,23
I	RF	2	0,44	55,22 (10,46)	43,78 (10,46)	0,97	49,54 (7,46)	49,46 (7,46)	0,29
I	RF	3	0,70	59,9 (11,97)	53,4 (11,97)	0,00	52,35 (8,53)	60,95 (8,53)	0,11
I	RF	4	0,14	47,81 (9,49)	27,51 (9,49)	0,00	32,94 (6,89)	42,38 (6,89)	0,74
I	ST	1	0,54	34,43 (7,66)	41,13 (7,66)	0,02	40 (5,49)	35,57 (5,49)	0,81
I	ST	2	0,73	60,04 (11,71)	54,28 (11,71)	0,89	57,36 (8,41)	56,95 (8,41)	0,17
I	ST	3	0,53	37,53 (9,46)	46,04 (9,46)	0,71	41,39 (6,77)	42,18 (6,77)	0,20
I	ST	4	0,58	23,26 (5,8)	27,83 (5,8)	0,02	23,1 (4,23)	27,99 (4,23)	0,89
I	TA	1	0,25	65,16 (11,43)	46,41 (11,43)	0,43	56,8 (8,19)	54,77 (8,19)	0,25
I	TA	2	0,88	95,69 (20,31)	99,93 (20,31)	0,13	94,89 (14,49)	100,72 (14,49)	0,88
I	TA	3	0,94	79,31 (14,7)	80,93 (14,7)	0,04	73,31 (10,89)	86,93 (10,89)	0,37
I	TA	4	0,69	69,33 (15,29)	60,55 (15,29)	0,08	58,24 (11,43)	71,63 (11,43)	0,26
D	GM	1	0,59	102,09 (12,49)	92,65 (12,46)	0,00	102,58 (8,96)	92,16 (8,95)	0,03
D	GM	2	0,12	56,53 (11,13)	81,2 (11,13)	0,21	70,67 (8)	67,06 (8)	0,93
D	GM	3	0,39	40,59 (11,89)	55,24 (11,88)	0,03	44,02 (8,59)	51,81 (8,6)	0,15
D	GM	4	0,31	24,57 (5,85)	33,01 (5,85)	0,60	29,41 (4,31)	28,17 (4,29)	0,31
D	RF	1	0,65	16,87 (3,94)	19,42 (3,94)	0,00	19,87 (2,84)	16,42 (2,84)	0,01
D	RF	2	0,35	110,86 (24,86)	143,94 (24,86)	0,00	138,94 (17,82)	115,86 (17,82)	0,59
D	RF	3	0,23	36,39 (6,89)	48,25 (6,94)	0,11	39,95 (5,07)	44,69 (5,13)	0,01
D	RF	4	0,95	26,55 (6,12)	26,03 (6,13)	0,01	22,99 (4,48)	29,59 (4,5)	0,93
D	ST	1	0,80	48,13 (11,28)	52,14 (11,28)	0,50	49,36 (8,06)	50,91 (8,06)	0,76
D	ST	2	0,75	60,66 (13,72)	54,33 (13,71)	0,14	58,81 (9,73)	56,18 (9,74)	0,03
D	ST	3	0,94	52,6 (11,82)	53,95 (11,78)	0,21	54,91 (8,43)	51,64 (8,46)	0,32
D	ST	4	0,21	21,07 (6,51)	32,65 (6,51)	0,49	26,02 (4,76)	27,7 (4,76)	0,56
D	TA	1	0,02	49,89 (6,12)	28,57 (6,12)	0,00	43,3 (4,54)	35,16 (4,54)	0,15
D	TA	2	0,55	79,06 (15,98)	65,63 (15,98)	<.0001	83 (11,54)	61,68 (11,54)	0,39

D	TA	3	0,63	57,39 (16,04)	68,34 (16,05)	0,05	58,09 (11,59)	67,63 (11,6)	0,21
D	TA	4	0,70	114,6 (21,63)	102,82 (21,69)	0,00	95,69 (15,91)	121,74 (16)	0,57

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO B: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL

			Principiantes			Avanzados		
Lado	Músculo	Fase	Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
D	GM	1	0,8326	103,94 (12,7)	100,24 (12,66)	0,0007	101,21 (12,64)	84,08 (12,64)
D	RF	1	0,981	17,17 (4,02)	16,57 (4,02)	0,0009	22,57 (4,02)	16,27 (4,02)
D	RF	3	0,8579	37,96 (7,17)	34,82 (7,17)	0,0216	41,94 (7,17)	54,55 (7,34)
D	ST	2	0,9666	60,06 (13,77)	61,26 (13,8)	0,0416	57,56 (13,76)	51,09 (13,76)

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO C: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL

			Categoría			Condición			Cat* Cond
Lado	Músculo	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
I	GM	1	0,2475	36,51 (5,19)	45,06 (5,19)	0,0029	45,37 (3,96)	36,2 (3,96)	0,592
I	GM	2	0,3049	42,77 (6,45)	52,2 (6,45)	0,0329	51,26 (4,88)	43,71 (4,88)	0,2599
I	GM	3	0,1374	58,88 (7,95)	75,78 (7,95)	0,3582	69,15 (5,95)	65,52 (5,95)	0,1109
I	GM	4	0,2904	39,19 (8,78)	52,42 (8,78)	0,3918	44,21 (6,48)	47,4 (6,48)	0,6376
I	RF	1	0,1019	67,39 (10,47)	42,84 (10,46)	0,2791	56,69 (7,54)	53,54 (7,54)	0,1823
I	RF	2	0,669	71,47 (13,84)	63,07 (13,84)	0,42	66,05 (9,9)	68,48 (9,9)	0,0788
I	RF	3	0,8364	84,43 (15,47)	79,9 (15,47)	0,0031	76,25 (11,11)	88,08 (11,11)	0,4608
I	RF	4	0,0657	68,3 (12,37)	35,58 (12,37)	0,004	46,8 (8,92)	57,07 (8,92)	0,6435
I	ST	1	0,437	52,37 (13,92)	67,77 (13,92)	0,998	60,07 (9,98)	60,07 (9,98)	0,466
I	ST	2	0,9095	74,28 (14,63)	76,64 (14,63)	0,7724	76,08 (10,56)	74,84 (10,56)	0,2437
I	ST	3	0,4078	57,02 (13,26)	72,64 (13,26)	0,6153	65,84 (9,59)	63,82 (9,59)	0,4468
I	ST	4	0,5878	41,32 (11,15)	49,91 (11,15)	0,0253	42,99 (7,97)	48,24 (7,97)	0,9958

I	TA	1	0,8832	92,04 (20,65)	87,73 (20,65)	0,7843	89,23 (14,79)	90,54 (14,79)	0,8391
I	TA	2	0,8895	114,49 (23,9)	119,2 (23,9)	0,1352	113,23 (17,07)	120,46 (17,07)	0,9176
I	TA	3	0,7018	115,43 (16,55)	106,42 (16,58)	0,0247	104,59 (12,03)	117,26 (12,03)	0,7715
I	TA	4	0,9346	95,9 (21,57)	93,39 (21,57)	0,0697	88,29 (15,64)	101,01 (15,64)	0,2278
D	GM	1	0,6245	126,3 (16,73)	114,68 (16,69)	0,0061	124,98 (11,92)	116 (11,92)	0,0158
D	GM	2	0,4233	90,48 (13,23)	105,55 (13,23)	0,0878	101,05 (9,52)	94,98 (9,52)	0,6029
D	GM	3	0,1538	70,55 (12,27)	95,54 (12,23)	0,0146	87,68 (8,83)	78,42 (8,88)	0,9311
D	GM	4	0,6883	52,71 (9,99)	58,4 (9,98)	0,498	56,84 (7,32)	54,27 (7,3)	0,233
D	RF	1	0,1991	30,17 (11,68)	51,67 (11,75)	0,6423	41,74 (8,49)	40,11 (8,44)	0,0019
D	RF	2	0,4633	146,24 (28,65)	176,13 (28,65)	<.0001	177,08 (20,58)	145,29 (20,58)	0,1362
D	RF	3	0,4591	96,26 (18,75)	116,02 (18,78)	0,5555	108,55 (13,86)	103,73 (13,9)	0,0003
D	RF	4	0,5289	39,07 (9,67)	47,75 (9,73)	0,0025	37,42 (7,08)	49,4 (7,16)	0,3262
D	ST	1	0,8734	75,82 (13,96)	78,98 (13,96)	0,2328	75,74 (9,97)	79,06 (9,97)	0,7374
D	ST	2	0,6111	97,52 (22,2)	81,5 (22,13)	0,3784	88,23 (15,73)	90,78 (15,75)	0,7038
D	ST	3	0,3681	59,89 (11,38)	73,95 (10,54)	0,065	70,3 (7,96)	63,54 (7,96)	0,4143
D	ST	4	0,3282	39,66 (9,08)	52,31 (9,08)	0,3328	47,47 (6,6)	44,5 (6,6)	0,8016
D	TA	1	0,0361	94,09 (11,57)	59,1 (11,57)	0,0003	85,46 (8,51)	67,73 (8,51)	0,2215
D	TA	2	0,6202	100,18 (21,79)	84,83 (21,79)	0,0016	102,95 (15,73)	82,06 (15,73)	0,086
D	TA	3	0,8131	111,82 (19,01)	105,42 (19,08)	0,364	105,75 (13,77)	111,49 (13,88)	0,984
D	TA	4	0,5662	139,58 (23,52)	120,35 (23,66)	0,0217	118,7 (17,26)	141,22 (17,45)	0,6929

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO D: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA FRONTAL

Lado	Músculo	Fase	Principiantes			Avanzados		
			Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
D	GM	1	0,9947	126,87 (16,89)	125,74 (16,89)	0,0015	123,1 (16,83)	106,26 (16,83)
D	RF	3	0,0141	114,05 (19,61)	78,46 (19,61)	0,1239	103,05 (19,61)	128,99 (19,7)

RF: Recto Femoral; GM: Gastrocnemio Medial. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO E: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL

			Categoría			Condición			Cat*Con d
Lad o	Músc o	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
I	GM	P1	0,2292	27,42 (4,17)	34,58 (4,17)	0,0007	33,74 (3,05)	28,26 (3,05)	0,0331
I	GM	P2	0,1968	44,78 (7,13)	57,93 (7,13)	0,1175	50,03 (5,11)	52,67 (5,11)	0,9631
I	GM	P3	0,1976	48,88 (5,94)	59,81 (5,94)	0,2631	53,07 (4,35)	55,61 (4,35)	0,3868
I	GM	P4	0,0213	22,15 (3,97)	35,4 (3,97)	0,1468	27,07 (3,04)	30,49 (3,04)	0,883
I	RF	P1	0,2443	41,48 (6,56)	30,6 (6,53)	0,0194	38,17 (4,71)	33,91 (4,72)	0,7853
I	RF	P2	0,4285	88,7 (17,2)	69,32 (17,2)	0,7629	79,52 (12,28)	78,51 (12,28)	0,6182
I	RF	P3	0,4955	47,99 (9,59)	38,7 (9,59)	0,0131	39,84 (6,92)	46,86 (6,92)	0,285
I	RF	P4	0,2195	39,95 (8,41)	25,22 (8,41)	0,1243	30,5 (6,09)	34,67 (6,09)	0,6048
I	ST	P1	0,1124	30,13 (6,49)	44,9 (6,49)	0,455	38,21 (4,68)	36,82 (4,68)	0,1385
I	ST	P2	0,7144	42,68 (7,28)	38,9 (7,28)	0,1978	41,81 (5,2)	39,76 (5,2)	0,1219
I	ST	P3	0,2938	38,63 (9,72)	53,17 (9,72)	0,0041	42,78 (6,95)	49,03 (6,95)	0,8321
I	ST	P4	0,6657	21,24 (5,2)	24,43 (5,2)	0,0073	19,85 (3,83)	25,82 (3,83)	0,8363
I	TA	P1	0,7493	61,32 (13,7)	55,1 (13,7)	0,138	60,33 (9,79)	56,09 (9,79)	0,9302
I	TA	P2	0,623	82,65 (13,34)	73,34 (13,34)	0,0422	75,38 (9,52)	80,61 (9,52)	0,9204
I	TA	P3	0,9528	71,78 (12,73)	70,71 (12,74)	0,079	68,61 (9,12)	73,88 (9,13)	0,8912
I	TA	P4	0,7745	54,32 (13)	49,04 (13)	0,0443	45,38 (9,69)	57,98 (9,69)	0,353
D	GM	P1	0,8797	94,37 (13,6)	91,45 (13,59)	0,5286	93,66 (9,69)	92,15 (9,69)	0,872
D	GM	P2	0,2767	39,79 (9,36)	54,31 (9,36)	0,181	48,81 (6,75)	45,3 (6,75)	0,0004
D	GM	P3	0,2651	28,15 (7,33)	39,8 (7,33)	0,0001	31,32 (5,22)	36,63 (5,22)	0,0018
D	GM	P4	0,6826	24,12 (4,93)	26,98 (4,93)	0,0519	23,54 (3,63)	27,57 (3,63)	0,9777
D	RF	P1	0,4977	17,42 (4,74)	21,98 (4,74)	0,5567	20,19 (3,45)	19,21 (3,45)	0,3085
D	RF	P2	0,1751	99,09 (27,01)	151,43 (27,01)	0,1831	129,07 (19,31)	121,45 (19,31)	0,3316
D	RF	P3	0,0615	35,54 (12,13)	68,18 (12,14)	0,0051	47,28 (8,72)	56,44 (8,73)	0,3727
D	RF	P4	0,6267	28,01 (6,68)	23,39 (6,69)	0,0841	23,78 (4,85)	27,63 (4,86)	0,4232
D	ST	P1	0,7634	41,02 (10,01)	45,3 (10,01)	0,1764	44,58 (7,15)	41,74 (7,15)	0,8171
D	ST	P2	0,369	58,69 (9,88)	46,05 (9,88)	0,8744	52,53 (7,06)	52,2 (7,06)	0,8259
D	ST	P3	0,4698	43,08 (8,46)	34,38 (8,46)	0,1286	37,41 (6,04)	40,05 (6,05)	0,0361
D	ST	P4	0,346	21,57 (6,82)	30,72 (6,82)	0,023	22,91 (5,02)	29,38 (5,02)	0,1775
D	TA	P1	0,3311	40,85 (6,32)	32,09 (6,32)	0,5368	37,17 (4,61)	35,78 (4,6)	0,3934
D	TA	P2	0,8737	86,45 (18,28)	90,58 (18,3)	0,0025	95,2 (13,12)	81,84 (13,09)	0,7301
D	TA	P3	0,513	49,38 (15,77)	64,05 (15,78)	0,0052	53,19 (11,22)	60,24 (11,21)	0,1542
D	TA	P4	0,6947	69,22 (18,27)	79,43 (18,36)	0,1395	69,16 (13,38)	79,49 (13,43)	0,6175

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO F: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL

			Principiantes			Avanzados		
Lado	Músculo	Fase	Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
D	GM	P2	0,0034	46,38 (9,54)	33,21 (9,54)	0,3444	51,24 (9,54)	57,39 (9,54)
D	GM	P3	0,9459	27,64 (7,38)	28,66 (7,38)	<.0001	35 (7,38)	44,6 (7,39)

GM: Gastrocnemio Medial. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO G: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL

			Categoría			Condición			Cat* Cond
Lado	Músculo	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
I	GM	P1	0,0394	42,65 (7,2)	64,04 (7,2)	0,1161	55,69 (5,3)	51 (5,3)	0,1733
I	GM	P2	0,1812	62,99 (8,7)	79,61 (8,7)	0,1675	69,52 (6,28)	73,07 (6,28)	0,1092
I	GM	P3	0,1377	80,03 (10,27)	101,83 (10,27)	0,5668	92 (7,49)	89,86 (7,49)	0,93
I	GM	P4	0,0182	36,51 (5,86)	56,55 (5,86)	0,6132	45,51 (4,61)	47,55 (4,61)	0,674
I	RF	P1	0,3384	79,49 (13,26)	61,41 (13,26)	0,0048	77,1 (9,65)	63,8 (9,65)	0,0419
I	RF	P2	0,4642	123,19 (24,45)	97,73 (24,45)	0,9192	110,72 (17,47)	110,21 (17,47)	0,7005
I	RF	P3	0,4349	82,83 (14,9)	66,28 (14,89)	0,0002	63,76 (10,88)	85,36 (10,86)	0,9993
I	RF	P4	0,1331	56,7 (10,84)	33,39 (10,84)	0,1764	42,73 (7,85)	47,35 (7,85)	0,7062
I	ST	P1	0,088	40,89 (8,84)	62,52 (8,84)	0,5808	52,35 (6,36)	51,06 (6,36)	0,5914
I	ST	P2	0,8112	61,81 (10,05)	65,22 (10,05)	0,9616	63,45 (7,26)	63,59 (7,26)	0,926
I	ST	P3	0,1731	63,98 (15,96)	95,06 (15,96)	0,0271	75,72 (11,41)	83,31 (11,41)	0,282
I	ST	P4	0,3884	35,96 (10,27)	48,57 (10,27)	0,0314	38,15 (7,5)	46,38 (7,5)	0,3264
I	TA	P1	0,8175	86,32 (19,28)	80 (19,28)	0,3773	84,75 (13,75)	81,56 (13,75)	0,693
I	TA	P2	0,7626	105,44 (17,87)	97,78 (17,87)	0,0413	98,21 (12,74)	105,01 (12,74)	0,6593
I	TA	P3	0,9664	113,7 (19,94)	112,51 (19,95)	0,8751	112,75 (14,28)	113,46 (14,29)	0,6286
I	TA	P4	0,9332	82,93 (18,2)	80,77 (18,2)	0,1751	76,79 (13,39)	86,91 (13,39)	0,2895
D	GM	P1	0,7487	120,46 (17,97)	112,28 (17,97)	0,459	117,42 (12,79)	115,32 (12,79)	0,9861
D	GM	P2	0,2782	69,3 (10,46)	85,47 (10,46)	0,3543	78,83 (7,56)	75,94 (7,56)	0,0416
D	GM	P3	0,1194	59,45 (10,1)	81,98 (10,1)	0,7858	71,09 (7,27)	70,35 (7,27)	0,365
D	GM	P4	0,8701	51,83 (8,56)	53,82 (8,56)	0,3881	51,58 (6,22)	54,07 (6,22)	0,2145
D	RF	P1	0,0698	24,41 (12,39)	56,69 (12,39)	0,9647	40,62 (8,91)	40,48 (8,9)	0,3226
D	RF	P2	0,1771	149,92 (32,6)	212,81 (32,6)	0,7848	180,26 (23,41)	182,48 (23,41)	0,3374

D	RF	P3	0,1112	106,29 (25,31)	164,05	0,9077	134,73 (18,29)	135,61 (18,29)	0,0039
D	RF	P4	0,6455	38,97 (11,96)	46,79 (11,97)	0,0086	37,62 (8,67)	48,14 (8,69)	0,092
D	ST	P1	0,8431	69,53 (11,58)	66,28 (11,58)	0,9486	68 (8,3)	67,82 (8,3)	0,3636
D	ST	P2	0,3391	81,54 (12,15)	65 (12,14)	0,037	71,18 (8,64)	75,35 (8,65)	0,9171
D	ST	P3	0,5043	70,36 (12,4)	58,61 (12,35)	0,2389	66,15 (8,84)	62,83 (8,88)	0,0018
D	ST	P4	0,4002	34,78 (8,11)	44,49 (8,11)	0,0413	35,9 (6,01)	43,37 (6,01)	0,1613
D	TA	P1	0,8106	79,43 (14,46)	74,51 (14,46)	0,0493	81,22 (10,44)	72,71 (10,44)	0,4608
D	TA	P2	0,8928	110,84 (21,12)	106,8 (21,14)	0,0014	117,67 (15,19)	99,97 (15,16)	0,9958
D	TA	P3	0,7319	96,68 (21,74)	107,28 (21,8)	0,6089	100,87 (15,54)	103,09 (15,54)	0,7036
D	TA	P4	0,6579	88,57 (25,38)	104,55	0,4161	92,95 (18,46)	100,17 (18,54)	0,6563

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO H: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA LATERAL

Lado	Músculo	Fase	Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	RF	P1	0,9336	81,41 (13,65)	77,57 (13,65)	0,0041	72,79 (13,65)	50,02 (13,65)
D	ST	P3	0,0179	76,58 (12,52)	64,15 (12,61)	0,4303	55,72 (12,5)	61,5 (12,5)

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO I: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR

			Categoría			Condición			Cat* Cond
Lado	Músc	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
I	GM	1	0,0787	28,34 (5,28)	41,67 (5,28)	0,9639	34,96 (3,85)	35,05 (3,85)	0,452
I	GM	2	0,5657	43,01 (6,57)	48,37 (6,57)	0,1487	43,73 (4,83)	47,65 (4,83)	0,2894
I	GM	3	0,1543	40,91 (5,68)	52,47 (5,68)	0,9494	46,6 (4,25)	46,78 (4,25)	0,2276
I	GM	4	0,2215	26,64 (4,39)	34,29 (4,39)	0,2378	29,25 (3,27)	31,68 (3,27)	0,0658
I	RF	1	0,8535	36,5 (7,12)	38,3 (6,59)	0,6782	36,98 (4,95)	37,82 (4,95)	0,2251
I	RF	2	0,7928	68,13 (11,27)	64,07 (10,44)	0,0967	69,24 (7,9)	62,96 (7,9)	0,1193
I	RF	3	0,3007	54,99 (11,33)	38,27 (11,33)	0,6584	45,96 (8,15)	47,3 (8,15)	0,9435
I	RF	4	0,0652	48,64 (9,72)	22,87 (9,72)	0,1342	33,62 (7,02)	37,89 (7,02)	0,6351
I	ST	1	0,405	29,58 (7)	37,87 (7)	0,0873	35,33 (5,03)	32,12 (5,03)	0,6133
I	ST	2	0,9486	37,92 (8,01)	37,19 (8,01)	0,0854	39,21 (5,75)	35,89 (5,75)	<.0001

I	ST	3	0,473	33,43 (7,34)	40,92 (7,34)	0,0416	34,74 (5,32)	39,6 (5,32)	0,5323
I	ST	4	0,7903	21,77 (5,05)	19,87 (5,05)	0,0053	18,55 (3,65)	23,09 (3,65)	0,051
I	TA	1	0,2688	67,22 (10,55)	50,59 (10,55)	0,0275	55,96 (7,57)	61,85 (7,57)	0,9749
I	TA	2	0,4162	80,13 (12,52)	65,65 (12,52)	0,0682	70,02 (8,98)	75,76 (8,98)	0,3608
I	TA	3	0,4818	74,68 (12,32)	62,37 (12,31)	0,8707	68,21 (8,91)	68,84 (8,92)	0,0995
I	TA	4	0,4939	60,51 (14,15)	46,74 (14,14)	0,0219	48,23 (10,26)	59,03 (10,27)	0,2436
D	GM	1	0,9406	97,13 (13,94)	95,65 (13,94)	0,038	99,71 (9,99)	93,06 (9,98)	0,4403
D	GM	2	0,1358	43,33 (11,23)	67,3 (11,23)	0,1508	53,08 (8,09)	57,55 (8,09)	0,5665
D	GM	3	0,7962	35,56 (10,63)	39,45 (10,55)	0,0028	33,87 (7,59)	41,14 (7,57)	0,1985
D	GM	4	0,686	31,71 (6,84)	27,78 (6,84)	0,0198	26,98 (4,97)	32,51 (4,97)	0,3222
D	RF	1	0,8866	14,87 (3,77)	15,63 (3,77)	0,6991	15,1 (2,69)	15,39 (2,69)	0,4041
D	RF	2	0,2965	85,82 (23,92)	121,42 (23,92)	0,9845	103,67 (17,09)	103,57 (17,09)	0,6265
D	RF	3	0,6904	33,79 (6,94)	37,72 (6,94)	0,0032	31,2 (5,12)	40,31 (5,14)	0,1941
D	RF	4	0,4618	27,93 (5,88)	21,77 (5,88)	0,0122	22,03 (4,3)	27,67 (4,3)	0,1645
D	ST	1	0,3681	49,92 (11,57)	64,74 (11,57)	0,4503	58,38 (8,3)	56,28 (8,3)	0,6186
D	ST	2	0,691	69,51 (16,27)	60,33 (16,25)	0,859	65,11 (11,55)	64,73 (11,55)	0,4057
D	ST	3	0,6767	48,62 (12,44)	41,26 (12,39)	0,2118	43,71 (8,83)	46,18 (8,84)	0,137
D	ST	4	0,8587	23,03 (4,86)	21,8 (4,86)	0,0055	18,97 (3,64)	25,86 (3,64)	0,0907
D	TA	1	0,1117	32,63 (5,39)	20,35 (5,39)	0,3401	27,47 (3,94)	25,52 (3,94)	0,6956
D	TA	2	0,8352	55,65 (13,33)	59,59 (13,33)	0,9059	57,9 (9,72)	57,34 (9,72)	0,7683
D	TA	3	0,8986	44,68 (10,43)	42,8 (10,43)	0,0367	40,41 (7,54)	47,07 (7,54)	0,8624
D	TA	4	0,1639	85,44 (13,79)	58,01 (13,79)	0,0384	64,06 (10,4)	79,38 (10,4)	0,2192

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO J: TABLA POST HOC DE LA MEDIA DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR

Lado	Músculo	Fase	Principiantes			Avanzados		
			Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	ST	2	0,2625	35,44 (8,12)	40,4 (8,12)	0,0003	42,99 (8,12)	31,39 (8,12)

ST: Semitendinoso. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO K: TABLA DE EFECTOS FIJOS DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR

	Categoría	Condición	Cat* Cond
--	-----------	-----------	--------------

Lado	Músc	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor P
I	GM	1	0,0885	47,26 (7,62)	65,88 (7,62)	0,9607	56,48 (5,68)	56,66 (5,68)	0,5886
I	GM	2	0,2984	59,26 (8,19)	71,4 (8,19)	0,127	62,2 (6,13)	68,46 (6,13)	0,556
I	GM	3	0,1149	71,68 (8,95)	91,9 (8,95)	0,5513	80,29 (6,81)	83,3 (6,81)	0,4053
I	GM	4	0,2825	43,44 (5,92)	52,5 (5,92)	0,8717	47,68 (4,55)	48,26 (4,55)	0,205
I	RF	1	0,818	66,89 (14,83)	71,57 (13,73)	0,8371	69,65 (10,31)	68,81 (10,31)	0,2584
I	RF	2	0,7789	91,98 (15,85)	85,89 (14,67)	0,0883	93,46 (11,11)	84,41 (11,11)	0,5712
I	RF	3	0,3797	89,75 (16,73)	68,85 (16,69)	0,724	80,44 (12,25)	78,16 (12,25)	0,2924
I	RF	4	0,0333	65,43 (11,54)	29,98 (11,54)	0,2135	45,31 (8,38)	50,09 (8,38)	0,646
I	ST	1	0,3556	41,11 (9,23)	53,26 (9,23)	0,0249	49,82 (6,63)	44,55 (6,63)	0,3414
I	ST	2	0,7333	51,42 (10,87)	56,68 (10,87)	0,5068	54,94 (7,8)	53,17 (7,8)	0,0031
I	ST	3	0,4165	59 (11,87)	72,72 (11,87)	0,0005	58,15 (8,65)	73,57 (8,65)	0,2241
I	ST	4	0,8189	37,19 (9,97)	40,43 (9,97)	0,0023	34,43 (7,18)	43,18 (7,18)	0,0276
I	TA	1	0,4302	91,14 (14,98)	74,33 (14,98)	0,1165	79,08 (10,84)	86,4 (10,84)	0,9454
I	TA	2	0,464	100,27 (15,27)	84,36 (15,27)	0,0619	88,16 (11,02)	96,48 (11,02)	0,6411
I	TA	3	0,7624	108,98 (18,64)	100,99 (18,62)	0,327	108,03 (13,52)	101,94 (13,54)	0,1955
I	TA	4	0,673	86,47 (19,19)	74,98 (19,17)	0,4064	78,41 (13,83)	83,04 (13,85)	0,6518
D	GM	1	0,8955	123,03 (18,05)	119,66 (18,05)	0,0081	125,85 (12,87)	116,84 (12,87)	0,3693
D	GM	2	0,312	82,22 (13,14)	101,14 (13,13)	0,3405	93,85 (9,55)	89,51 (9,57)	0,5599
D	GM	3	0,9872	86,18 (20,78)	86,65 (20,73)	0,3739	84,59 (14,82)	88,25 (14,82)	0,8857
D	GM	4	0,515	62,39 (10,54)	52,63 (10,54)	0,0151	52,69 (7,7)	62,32 (7,7)	0,8239
D	RF	1	0,2666	20,28 (7,19)	31,68 (7,2)	0,3854	25,12 (5,18)	26,83 (5,18)	0,8178
D	RF	2	0,4036	125,78 (28,11)	159,19 (28,11)	0,4907	140,04 (20,19)	144,92 (20,19)	0,5502
D	RF	3	0,4432	91,14 (15,09)	107,59 (15,09)	0,0979	93,4 (11,25)	105,34 (11,25)	0,0189
D	RF	4	0,8617	38,59 (8,28)	36,54 (8,29)	0,0014	31,15 (6,16)	43,98 (6,18)	0,2057
D	ST	1	0,6967	81,83 (13,43)	89,26 (13,43)	0,1636	87,63 (9,61)	83,46 (9,61)	0,5647
D	ST	2	0,8286	80,65 (13)	84,5 (12,03)	0,5365	83,54 (8,99)	81,61 (8,99)	0,9519
D	ST	3	0,483	60,39 (12,17)	72,09 (11,27)	0,8905	66,45 (8,44)	66,03 (8,44)	0,4973
D	ST	4	0,9971	36,87 (7,17)	36,91 (7,17)	0,0646	33,61 (5,36)	40,17 (5,36)	0,3584
D	TA	1	0,2223	56,35 (10,18)	38,62 (10,18)	0,4298	49,15 (7,5)	45,82 (7,5)	0,5123
D	TA	2	0,9421	78,68 (16,97)	80,43 (16,98)	0,8849	79,17 (12,29)	79,94 (12,3)	0,4855
D	TA	3	0,616	91,73 (16,19)	80,2 (16,19)	0,2283	82,81 (11,74)	89,13 (11,74)	0,7491
D	TA	4	0,1494	109,33 (17,38)	73,48 (17,38)	0,129	84,38 (13,11)	98,42 (13,11)	0,3509

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso; GM: Gastrocnemio Medial; TA: Tibial Anterior. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO L: TABLA POST HOC DEL PICO DE ACTIVACIÓN MUSCULAR PARA LA PATADA CIRCULAR

	Principiantes	Avanzados
--	---------------	-----------

Lado	Músc	Fase	Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	ST	2	0,3316	48,24 (11,03)	54,61 (11,03)	0,0487	61,63 (11,03)	51,73 (11,03)
I	ST	4	0,9161	35,92 (10,16)	38,45 (10,16)	0,0016	32,94 (10,16)	47,91 (10,16)
D	RF	3	0,9554	93,73 (15,91)	88,55 (15,91)	0,0261	93,07 (15,91)	122,12 (15,91)

RF: Recto Femoral; ST: Semitendinoso. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO M: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA FRONTAL

			Categoría			Condición			Categoría*Condición
Métrica	Lado	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
FVP	I	1	0,7176	389,36 (40,31)	410,91 (43,53)	< 0,0001	383,66 (29,88)	416,61 (29,89)	0,4244
FVP	I	2	0,8565	852,37 (25,24)	845,63 (27,24)	0,871 1	848,4 (18,92)	849,61 (18,94)	0,0015
FVP	I	3	0,3812	874,12 (25,14)	906,74 (27,14)	0,0266 6	897,16 (18,72)	883,7 (18,74)	0,8322
FVP	I	4	0,4845	427 (27,01)	454,91 (29,07)	0,076 8	428,36 (20,97)	453,56 (21,1)	0,6471
FVM	I	1	0,3134	943,87 (48,27)	1016,01 (52,05)	0,918 3	978,68 (37,5)	981,2 (37,61)	0,3503
FVM	I	2	0,4797	1040 (47,06)	1089,26 (50,83)	0,0097 7	1100,17 (37,11)	1029,08 (37,11)	0,6831
FVM	I	3	0,5996	1058,7 (43,09)	1092,15 (46,5)	0,453 5	1081,42 (32,65)	1069,43 (32,7)	0,4186
FVM	I	4	0,3187	703,79 (47,65)	774,18 (51,32)	0,090 7	711,96 (38,3)	766,01 (38,47)	0,4102
FVM	D	1	0,7354	924,12 (57,83)	953,01 (62,46)	0,0013 3	955,93 (42,87)	921,2 (42,87)	0,2037
FVM	D	4	0,4562	945,83 (78,63)	1032,6 (84,93)	0,0317 7	931,64 (63,53)	1046,78 (63,53)	0,1461

FVP: Fuerza Vertical Promedio; FVM: Fuerza Vertical Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO N: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA LATERAL

	Categoría	Condición	Cat
--	-----------	-----------	-----

Métrica	Lado	Fase	Categoría			Condición			*Cond
			Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor P
FVP	I	1	0,3113	367,04 (32,01)	415,14 (34,58)	0,3381	386,22 (24,1)	395,97 (24,1)	0,5296
FVP	I	2	0,9123	879,83 (21,58)	876,32 (23,31)	0,641	879,74 (16,27)	876,41 (16,27)	0,2171
FVP	I	3	0,5705	892,26 (26,21)	914,26 (28,32)	0,6815	901,95 (19,55)	904,57 (19,55)	0,6967
FVP	I	4	0,5472	417,31 (18,02)	401,26 (19,46)	0,3846	414,91 (14,74)	403,66 (14,74)	0,6618
FVM	I	1	0,0616	940,13 (47,79)	1073,99 (51,62)	0,0491	1028,59 (36,77)	985,53 (36,77)	0,7077
FVM	I	2	0,3447	1167,83 (45,51)	1231,62 (49,16)	0,2123	1207,72 (34,09)	1191,74 (34,09)	0,7551
FVM	I	3	0,1091	1217,81 (40,22)	1314,1 (43,47)	0,1737	1245,5 (33,33)	1286,4 (32,93)	0,3537
FVM	I	4	0,9344	657,55 (39,3)	652,77 (42,45)	0,8283	652,53 (31,35)	657,8 (31,35)	0,8631
FVM	D	1	0,9709	930,2 (53)	933,05 (57,24)	0,0046	948,68 (39,43)	914,57 (39,43)	0,7078
FVM	D	4	0,9088	1019,78 (97,62)	1003,26 (105,44)	0,0367	967,26 (74,75)	1055,77 (74,75)	0,0907

FVP: Fuerza Vertical Promedio; FVM: Fuerza Vertical Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO O: TABLA DE EFECTOS FIJOS DE LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA CIRCULAR

Métrica	Lado	Fase	Categoría			Condición			Categoría*Condición
			Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
FVP	I	1	0,2936	357,04 (35,18)	411,89 (38)	0,0164	374,52 (26,21)	394,4 (26,21)	0,5094
FVP	I	2	0,7307	870,03 (25,6)	857 (27,65)	0,107	858,88 (19,05)	868,16 (19,05)	0,0037
FVP	I	3	0,4796	889,21 (25,95)	916,37 (28,03)	0,0135	894,38 (19,38)	911,2 (19,38)	0,0592
FVP	I	4	0,4377	400,17 (12,55)	414,55 (13,46)	0,1775	416,49 (11,33)	398,23 (11,43)	0,7618
FVP	I	1	0,0301	900,25 (58,32)	1090,7 (63)	0,2467	1006,85 (44,01)	984,1 (44,01)	0,129

FVM	I	2	0,362 9	1153,09 (54,08)	1226,05 (58,42)	0,482 8	1183,98 (40,58)	1195,16 (40,58)	0,6571
FVM	I	3	0,869 9	1246,98 (58,61)	1232,79 (63,31)	0,249 5	1222,73 (45,59)	1257,04 (45,59)	0,393
FVM	I	4	0,641 1	642,49 (25,57)	660,12 (27,62)	0,102 9	669,08 (21,67)	633,53 (21,67)	0,0518
FVM	D	1	0,692 9	958,78 (58,05)	924,87 (62,7)	0,000 9	960,67 (43,06)	922,98 (43,06)	0,0185
FVM	D	4	0,371 3	1108,59 (91,54)	987,25 (98,88)	0,000 4	970,57 (70,47)	1125,28 (70,47)	0,1598

FVP: Fuerza Vertical Promedio; FVM: Fuerza Vertical Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO P: TABLA POST HOC LA FUERZA VERTICAL PARA LA PATADA CIRCULAR

Métrica	Lado	Fase	Principiantes			Avanzados		
			Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
FVP	I	2	0,7418	873,94 (25,88)	866,12 (25,88)	0,0124	843,81 (27,96)	870,19 (27,96)
FVM	D	1	0,8582	964,58 (58,51)	952,98 (58,51)	0,0009	956,77 (63,2)	892,98 (63,2)

FVP: Fuerza Vertical Promedio; FVM: Fuerza Vertical Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO Q: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE CENTRO DE PRESIÓN PARA LA PATADA FRONTAL

Métrica	Lado	Fase	Categoría		Condición			Categoría*Condición	
			Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
RangoCoP _x	I	1	0,760 8	3,39 (1,16)	3,91 (1,25)	0,007 5	4,43 (0,89)	2,88 (0,9)	0,7751
RangoCoP _x	I	2	0,849 3	2,05 (0,18)	2 (0,19)	0,511	1,97 (0,15)	2,08 (0,15)	0,3617
RangoCoP _x	I	3	0,836 1	2,78 (0,4)	2,66 (0,44)	0,849 1	2,74 (0,33)	2,69 (0,33)	0,3355
RangoCoP _x	I	4	0,645 8	1,93 (0,3)	2,13 (0,32)	0,005	2,38 (0,25)	1,67 (0,25)	0,5711
RangoCoP _y	I	1	0,759 2	8,12 (0,93)	8,54 (1)	0,019 7	9,05 (0,75)	7,61 (0,75)	0,4163

RangoCoPy	I	2	0,463 6	5,39 (0,55)	5,98 (0,59)	<.000 1	6,98 (0,46)	4,39 (0,46)	0,1163
RangoCoPy	I	3	0,936 3	8,15 (0,82)	8,05 (0,88)	0,205 9	8,49 (0,67)	7,71 (0,67)	0,9414
RangoCoPy	I	4	0,538 9	7,23 (0,55)	7,73 (0,59)	0,123 8	8,11 (0,57)	6,85 (0,57)	0,9343

CoPx: Rango del Centro de Presión en el eje X; Rango CoPy: Rango del Centro de Presión en el eje Y.

ANEXO R: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE CENTRO DE PRESIÓN PARA LA PATADA LATERAL

Métrica	Lad		Fase	Categoría			Condición		Categoría*Condición
	o	e		Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)
RangoCoPx	I	1	0,230 6	5,61 (1,29)	3,32 (1,39)	0,004 5	5,21 (0,98)	3,73 (0,98)	0,2493
RangoCoPx	I	2	0,920 3	7,64 (0,64)	7,54 (0,69)	0,460 1	7,37 (0,55)	7,81 (0,55)	0,3984
RangoCoPx	I	3	0,810 7	10,91 (0,79)	11,19 (0,85)	0,133 7	11,7 (0,72)	10,4 (0,72)	0,2414
RangoCoPx	I	4	0,312 2	3,14 (0,33)	3,63 (0,35)	0,535 7	3,24 (0,34)	3,54 (0,34)	0,9426
RangoCoPy	I	1	0,678 4	8,49 (0,92)	9,06 (0,99)	0,504 1	8,96 (0,73)	8,59 (0,73)	0,68
RangoCoPy	I	2	0,137 7	8,81 (1,34)	11,77 (1,44)	0,612	10,15 (1,02)	10,44 (1,02)	0,2558
RangoCoPy	I	3	0,240 9	11,55 (1,55)	14,25 (1,67)	0,830 4	13,01 (1,24)	12,8 (1,24)	0,8451
RangoCoPy	I	4	0,046 4	8,99 (0,65)	10,92 (0,7)	0,845 2	10,05 (0,67)	9,86 (0,67)	0,4277

CoPx: Rango del Centro de Presión en el eje X; Rango CoPy: Rango del Centro de Presión en el eje Y.

ANEXO S: TABLA DE EFECTOS FIJOS RANGO DE CENTRO DE PRESIÓN PARA LA PATADA CIRCULAR

	Categoría	Condición	Categoría*Condición
--	-----------	-----------	---------------------

Métrica	Lad	Fase	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No Impacto (SE)	Valor-P
RangoCoPx	I	1	0,3534	6,25 (1,34)	4,42 (1,44)	0,0005	6,34 (1,02)	4,33 (1,02)	0,6501
RangoCoPx	I	2	0,0328	5,89 (0,72)	8,2 (0,78)	0,2635	6,82 (0,57)	7,27 (0,57)	0,507
RangoCoPx	I	3	0,1367	9,15 (0,96)	11,28 (1,04)	0,3076	9,89 (0,78)	10,54 (0,78)	0,5196
RangoCoPx	I	4	0,3709	3,82 (0,58)	3,06 (0,62)	0,6384	3,32 (0,49)	3,56 (0,49)	0,0482
RangoCoPy	I	1	0,8742	8,7 (0,98)	8,93 (1,06)	0,4929	9,02 (0,78)	8,62 (0,78)	0,8777
RangoCoPy	I	2	0,395	7,28 (1,03)	8,57 (1,11)	0,9921	7,92 (0,81)	7,93 (0,81)	0,1789
RangoCoPy	I	3	0,8113	10,79 (1,2)	10,36 (1,3)	0,8269	10,46 (1,02)	10,69 (1,02)	0,7409
RangoCoPy	I	4	0,3339	8,62 (0,83)	9,8 (0,89)	0,7913	9,33 (0,76)	9,09 (0,76)	0,1364

CoPx: Rango del Centro de Presión en el eje X; Rango CoPy: Rango del Centro de Presión en el eje Y.

ANEXO T: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA FRONTAL

				Categoría			Condición			Cat* Cond
Lad	Artic	Fase	Métrica	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No impacto (SE)	Valor P
I	TOB	1	FP	0,607	-9,79 (2,46)	-7,99 (2,46)	0,001	-8,12 (1,76)	-9,67 (1,76)	0,018
I	TOB	1	FD	0,354	-15,45 (2,46)	-18,7 (2,46)	0,541	-17,28 (1,77)	-16,87 (1,77)	0,304
I	TOB	2	FP	0,210	-12,17 (2,3)	-17,24 (2,3)	0,656	-14,75 (1,65)	-14,66 (1,65)	0,640
I	TOB	2	FD	0,166	-8,17 (2,08)	-11,89 (2,08)	0,991	-10,15 (1,5)	-9,91 (1,5)	0,751
I	CAD	1	Ab	0,741	-16,89 (2,53)	-21,9 (2,53)	0,003	-19,4 (1,84)	-19,39 (1,84)	0,906
I	CAD	1	Ad	0,356	-5,13 (1,99)	-7,15 (1,99)	<,0001	-7,48 (1,43)	-4,8 (1,43)	0,853
I	CAD	1	Ext	0,708	-0,3 (2,07)	-1,27 (2,07)	0,794	-1,77 (1,5)	0,19 (1,5)	0,191
I	CAD	1	Flx	0,209	-9,86 (2,05)	-12,55 (2,05)	0,336	-12,54 (1,48)	-9,86 (1,48)	0,920
I	CAD	1	RI	0,794	-15,67 (1,62)	-16,54 (1,62)	0,886	-16,15 (1,19)	-16,05 (1,19)	0,631

I	CAD	1	RE	0,257	9,5 (1,78)	10,44 (1,78)	0,520	9,88 (1,31)	10,07 (1,31)	0,087
I	CAD	2	Ab	0,050	-44,12 (1,81)	-47,36 (1,81)	0,605	-46,02 (1,31)	-45,47 (1,31)	0,950
I	CAD	2	Ad	0,618	-4,01 (1,33)	-3,23 (1,33)	0,824	-3,77 (0,97)	-3,47 (0,97)	0,445
I	CAD	2	Ext	0,679	-0,11 (1,51)	0,45 (1,51)	0,032	0,21 (1,1)	0,13 (1,1)	0,736
I	CAD	2	Flx	0,638	-8,86 (1,21)	-6,91 (1,21)	0,825	-8,06 (0,9)	-7,71 (0,9)	0,543
I	CAD	2	RI	0,906	-7,55 (1,58)	-10,86 (1,58)	0,644	-9,24 (1,15)	-9,18 (1,15)	0,117
I	CAD	2	RE	0,998	-1,76 (1,7)	-6,55 (1,7)	0,720	-4,33 (1,25)	-3,98 (1,25)	0,998
I	ROD	1	Flx	0,770	-16,82 (1,66)	-18 (1,66)	0,049	-17,32 (1,24)	-17,5 (1,24)	0,306
I	ROD	1	Ext	0,458	-13,9 (2,03)	-16,12 (2,03)	0,888	-15,68 (1,49)	-14,34 (1,49)	0,051
I	ROD	2	Flx	0,149	10,58 (1,8)	11,63 (1,8)	0,083	10,23 (1,34)	11,98 (1,34)	0,662
I	ROD	2	Ext	0,100	-42,33 (2,75)	-44,17 (2,75)	0,031	-43,13 (2,02)	-43,37 (2,02)	0,921
D	TOB	1	FP	0,005	-5,53 (1,94)	-5,79 (1,94)	0,133	-5,86 (1,4)	-5,46 (1,4)	<,0001
D	TOB	1	FD	0,190	-0,02 (1,59)	0,25 (1,58)	<,0001	0,26 (1,16)	-0,03 (1,16)	0,633
D	TOB	2	FP	0,020	-11,63 (2,51)	-11,64 (2,51)	0,342	-11,76 (1,81)	-11,51 (1,81)	0,003
D	TOB	2	FD	0,360	47,7 (3,86)	51,37 (3,86)	0,027	49,33 (2,75)	49,73 (2,75)	0,071
D	CAD	1	Ab	0,388	55,25 (3,43)	56,67 (3,43)	0,001	55,23 (2,45)	56,68 (2,45)	0,894
D	CAD	1	Ad	0,369	41,9 (4,07)	46,21 (4,07)	0,035	43,99 (2,92)	44,12 (2,92)	0,574
D	CAD	1	Ext	0,835	41,91 (4,03)	52,23 (4,03)	0,617	46,26 (2,87)	47,89 (2,87)	0,597
D	CAD	1	Flx	0,582	52,44 (3,13)	58,92 (3,13)	0,164	54,95 (2,25)	56,41 (2,25)	0,577
D	CAD	1	RI	0,429	35,89 (4,23)	45,86 (4,23)	0,095	39,95 (3,02)	41,8 (3,02)	0,635
D	CAD	1	RE	0,307	2,34 (4,38)	16,01 (4,38)	0,476	4,33 (3,19)	14,02 (3,19)	0,458
D	CAD	2	Ab	0,337	18,02 (4,35)	35,83 (4,35)	0,000	25,65 (3,19)	28,19 (3,19)	0,968
D	CAD	2	Ad	0,655	-8,64 (3,02)	-2,99 (3,02)	0,339	-8,58 (2,2)	-3,06 (2,2)	0,895
D	CAD	2	Ext	0,652	2,26 (3,52)	10,52 (3,52)	0,047	6 (2,55)	6,78 (2,55)	0,924
D	CAD	2	Flx	0,957	18,26 (4,01)	31,83 (4,01)	<,0001	25,72 (2,92)	24,37 (2,92)	0,555
D	CAD	2	RI	0,124	-10,2 (2,54)	-6,9 (2,53)	0,135	-7,37 (1,87)	-9,73 (1,86)	0,694
D	CAD	2	RE	0,045	-11,77 (2,14)	-8,95 (2,14)	0,737	-11,77 (1,56)	-8,95 (1,56)	0,743
D	ROD	1	Flx	0,763	-5,51 (2,55)	-2,37 (2,55)	0,107	-5,61 (1,86)	-2,27 (1,86)	0,781
D	ROD	1	Ext	0,446	-19,66 (1,82)	-17,33 (1,82)	0,147	-19,44 (1,36)	-17,55 (1,36)	0,988
D	ROD	2	Flx	0,592	-45,65 (3,28)	-44,43 (3,28)	0,279	-45,74 (2,34)	-44,35 (2,34)	0,905
D	ROD	2	Ext	0,509	2,3 (3,1)	3,22 (3,1)	0,128	2,59 (2,22)	2,93 (2,22)	0,787

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión

Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO U: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA FRONTAL

Lad o	Arti c	Fase	Métrica	Principiantes			Avanzados		
				Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	TOB	1	FP	0,912	-9,58 (2,48)	-10,01 (2,48)	0,001	-6,66 (2,48)	-9,33 (2,48)
I	CAD	1	RI	0,307	-16,42 (1,68)	-14,91 (1,68)	0,437	-15,88 (1,68)	-17,19 (1,68)
D	TOB	2	FD	0,560	48,38 (3,89)	47,03 (3,89)	0,170	50,29 (3,89)	52,44 (3,89)
D	CAD	1	RE	0,365	0,58 (4,51)	4,1 (4,51)	<,0001	8,07 (4,51)	23,94 (4,51)
D	CAD	2	Ab	0,073	20,95 (4,51)	15,09 (4,51)	<,0001	30,35 (4,51)	41,3 (4,51)
D	CAD	2	Ext	0,567	3,32 (3,61)	1,2 (3,61)	0,117	8,67 (3,61)	12,36 (3,61)
D	CAD	2	Flx	0,026	21,13 (4,14)	15,38 (4,14)	0,425	30,3 (4,14)	33,35 (4,14)

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO V: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA LATERAL

Lad o	Arti c	Fase	Métrica	Categoría			Condición			Cat* Cond
				Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	ValorP	Impacto (SE)	No impacto (SE)	Valor P
I	TOB	1	FP	0,807	-5,54 (2,75)	-4,58 (2,75)	0,120	-4,62 (1,97)	-5,5 (1,97)	0,298
I	TOB	1	FD	0,863	-14,79 (2,4)	-14,2 (2,4)	0,007	-13,86 (1,71)	-15,14 (1,71)	0,878
I	TOB	2	FP	0,518	-9,3 (2,49)	-11,59 (2,49)	0,504	-10,61 (1,78)	-10,28 (1,78)	0,487
I	TOB	2	FD	0,708	-3,26 (2,24)	-4,46 (2,24)	0,610	-3,69 (1,62)	-4,04 (1,62)	0,842
I	CA D	1	Ab	0,514	-14,79 (2,53)	-17,15 (2,53)	0,595	-16,14 (1,82)	-15,8 (1,82)	0,080
I	CA D	1	Ad	0,056	-12,97 (2,19)	-19,01 (2,19)	0,004	-17 (1,58)	-14,98 (1,58)	0,514
I	CA D	1	Ext	0,723	4,26 (3,01)	2,74 (3,01)	<,0001	2,28 (2,14)	4,72 (2,14)	0,006
I	CA D	1	Flx	0,342	-33,63 (2,77)	-37,37 (2,77)	0,998	-35,5 (2,01)	-35,5 (2,01)	0,190

I	CA	1	RI	0,220	-39,54 (4,54)	-47,49 (4,54)	0,067	-44,45 (3,25)	-42,59 (3,25)	0,187
I	CA	1	RE	0,964	-27,97 (3,92)	-28,23 (3,92)	0,001	-29,3 (2,79)	-26,89 (2,79)	0,001
I	CA	2	Ab	0,075	-54,45 (5,93)	-69,62 (5,93)	0,486	-62,6 (4,27)	-61,46 (4,27)	0,943
I	CA	2	Ad	0,328	0,19 (2,4)	3,54 (2,4)	0,833	1,95 (1,74)	1,78 (1,74)	0,756
I	CA	2	Ext	0,233	9,54 (2,7)	14,13 (2,7)	0,033	12,95 (1,98)	10,72 (1,98)	0,396
I	CA	2	Flx	0,785	-9,24 (1,89)	-8,51 (1,89)	0,057	-9,51 (1,38)	-8,23 (1,38)	0,042
I	CA	2	RI	0,227	-17,84 (2,62)	-22,36 (2,62)	0,158	-19,49 (1,9)	-20,71 (1,9)	0,161
I	CA	2	RE	0,293	-1,12 (2,54)	-4,92 (2,54)	0,460	-2,58 (1,89)	-3,45 (1,89)	0,129
I	RO	1	Flx	0,229	-35,73 (3,06)	-40,98 (3,06)	1,000	-38,36 (2,23)	-38,36 (2,23)	0,112
I	RO	1	Ext	0,041	-33,03 (3,97)	-44,76 (3,97)	0,167	-38,2 (2,85)	-39,59 (2,85)	0,376
I	RO	2	Flx	0,418	-17,45 (3,88)	-21,92 (3,88)	0,371	-20,23 (2,81)	-19,14 (2,81)	0,652
I	RO	2	Ext	0,047	-53,17 (6,31)	-71,24 (6,31)	0,996	-62,2 (4,61)	-62,21 (4,61)	0,716
D	TOB	1	FP	0,101	-5,06 (1,95)	-0,47 (1,95)	0,193	-3,33 (1,45)	-2,2 (1,45)	0,656
D	TOB	1	FD	0,140	9,32 (2,78)	15,2 (2,79)	0,577	12,6 (2,06)	11,92 (2,06)	0,382
D	TOB	2	FP	0,192	-19,95 (2,06)	-16,11 (2,06)	0,413	-18,56 (1,59)	-17,51 (1,58)	0,710
D	TOB	2	FD	0,895	43,82 (4,25)	44,62 (4,25)	0,781	44,33 (3,03)	44,11 (3,03)	0,327
D	CA	1	Ab	0,685	54,73 (3,61)	56,81 (3,61)	0,575	55,61 (2,57)	55,94 (2,57)	0,742
D	CA	1	Ad	0,920	31,95 (5,29)	31,2 (5,29)	0,428	31,14 (3,78)	32,02 (3,78)	0,067
D	CA	1	Ext	0,368	33,09 (4,36)	38,68 (4,36)	0,050	35,2 (3,1)	36,57 (3,1)	0,660
D	CA	1	Flx	0,277	45,93 (3,5)	51,35 (3,5)	0,844	48,53 (2,53)	48,74 (2,53)	0,744
D	CA	1	RI	0,565	23 (4,93)	27,03 (4,93)	0,000	22,92 (3,53)	27,12 (3,53)	0,595
D	CA	1	RE	0,850	-1,83 (2,78)	-1,09 (2,78)	0,048	-2,82 (2,08)	-0,1 (2,08)	0,274
D	CA	2	Ab	0,822	11,8 (2,79)	12,7 (2,8)	0,637	12,64 (2,15)	11,86 (2,14)	0,117
D	CA	2	Ad	0,604	-11,87 (2,59)	-9,97 (2,59)	<0,001	-14,13 (1,88)	-7,7 (1,88)	0,470

D	CA	2	Ext	0,882	-1,26 (3,29)	-1,95 (3,29)	0,072	-2,52 (2,38)	-0,68 (2,38)	0,715
D	D									
D	CA	2	Flx	0,206	19,09 (3,07)	13,54 (3,07)	0,168	17,25 (2,27)	15,39 (2,27)	0,243
D	D									
D	CA	2	RI	0,742	-12,88 (2,45)	-11,73 (2,45)	0,084	-12,9 (1,77)	-11,71 (1,76)	0,442
D	CA	2	RE	0,802	-18,69 (2,79)	-19,68 (2,79)	0,517	-19,45 (2,01)	-18,93 (2,01)	0,167
D	RO	1	Flx	0,793	-4,39 (2,63)	-5,37 (2,63)	0,214	-4,39 (1,9)	-5,37 (1,9)	0,192
D	D									
D	RO	1	Ext	0,971	-36,85 (2,73)	-37 (2,73)	0,063	-38,18 (2,04)	-35,67 (2,04)	0,077
D	D									
D	RO	2	Flx	0,131	-40,87 (3,47)	-33,36 (3,47)	0,491	-37,55 (2,53)	-36,69 (2,53)	0,915
D	D									
D	RO	2	Ext	0,085	2,28 (1,93)	7,06 (1,94)	0,237	4,2 (1,43)	5,14 (1,42)	0,588
D	D									

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO W: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA LATERAL

Lado	Artículo	Fase	Métrica	Principiantes			Avanzados		
				Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	CA D	1	Ext	<,0001	2,22 (3,03)	6,29 (3,03)	0,7388	2,33 (3,03)	3,15 (3,03)
I	CA D	1	RE	<,0001	-30,34 (3,95)	-25,6 (3,95)	0,9998	-28,26 (3,95)	-28,19 (3,95)
I	CA D	2	Flx	0,9997	-9,19 (1,95)	-9,28 (1,95)	0,0299	-9,83 (1,95)	-7,18 (1,95)

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO X: TABLA DE EFECTOS FIJOS ÁNGULOS PARA LA PATADA CIRCULAR

	Categoría	Condición	Cat* Cond

Lad o	Arti c	Fase	Metric a	Valor P	Principiantes (SE)	Avanzados (SE)	Valor P	Impacto (SE)	No impacto (SE)	Valor P
I	TOB	1	FP	0,834	-4,92 (2,63)	-5,71 (2,63)	0,026	-4,31 (1,91)	-6,32 (1,91)	0,470
I	TOB	1	FD	0,951	-15,63 (2,41)	-15,84 (2,41)	0,020	-14,89 (1,74)	-16,58 (1,74)	0,038
I	TOB	2	FP	0,534	-9,14 (2,94)	-11,74 (2,94)	0,211	-10,02 (2,11)	-10,86 (2,11)	0,231
I	TOB	2	FD	0,979	-3,54 (2,88)	-3,43 (2,88)	0,271	-3,03 (2,08)	-3,95 (2,08)	0,650
I	CA D	1	Ab	0,244	-14,29 (2,81)	-18,96 (2,81)	0,305	-16,23 (2,03)	-17,02 (2,03)	0,090
I	CA D	1	Ad	0,299	-17,53 (2,28)	-20,9 (2,28)	0,000	-20,39 (1,64)	-18,05 (1,64)	0,805
I	CA D	1	Ext	0,794	-5,4 (3,11)	-6,56 (3,11)	<,0001	-8,52 (2,23)	-3,44 (2,23)	0,158
I	CA D	1	Flx	0,410	-35,2 (2,47)	-38,09 (2,47)	0,858	-36,72 (1,79)	-36,58 (1,79)	0,257
I	CA D	1	RI	0,159	-41,93 (3,86)	-49,7 (3,86)	0,002	-46,72 (2,74)	-44,92 (2,74)	<,0001
I	CA D	1	RE	0,427	-34,18 (3,14)	-37,72 (3,14)	<,0001	-37,78 (2,25)	-34,12 (2,25)	0,007
I	CA D	2	Ab	0,059	-51,59 (5,47)	-66,45 (5,47)	0,459	-58,71 (3,89)	-59,33 (3,89)	0,002
I	CA D	2	Ad	0,812	3,77 (1,96)	4,43 (1,96)	0,738	4,27 (1,47)	3,94 (1,47)	0,037
I	CA D	2	Ext	0,951	11,78 (2,1)	11,6 (2,12)	0,785	11,52 (1,61)	11,87 (1,63)	0,008
I	CA D	2	Flx	0,718	-6,98 (2,64)	-8,33 (2,64)	0,101	-8,41 (1,92)	-6,9 (1,92)	0,012
I	CA D	2	RI	0,127	-21,66 (1,93)	-25,87 (1,92)	0,884	-23,7 (1,43)	-23,83 (1,43)	0,776
I	CA D	2	RE	0,144	-4,3 (2,32)	-9,15 (2,32)	0,368	-7,35 (1,78)	-6,1 (1,78)	0,962
I	RO D	1	Flx	0,600	-38,24 (2,59)	-40,17 (2,59)	0,610	-38,97 (1,89)	-39,44 (1,89)	0,303
I	RO D	1	Ext	0,019	-34,54 (4,44)	-49,59 (4,43)	0,199	-41,4 (3,18)	-42,73 (3,18)	0,007
I	RO D	2	Flx	0,053	-17,89 (4,26)	-29,74 (4,26)	0,162	-24,94 (3,11)	-22,69 (3,12)	0,086
I	RO D	2	Ext	0,054	-51,82 (6,01)	-68,47 (6,01)	0,118	-58,91 (4,32)	-61,37 (4,32)	0,007
D	TOB	1	FP	0,187	-2,82 (2,19)	1,3 (2,18)	0,260	-1,56 (1,69)	0,03 (1,7)	0,004
D	TOB	1	FD	0,357	11,9 (2,07)	14,63 (2,08)	0,425	12,65 (1,63)	13,87 (1,67)	0,000
D	TOB	2	FP	0,381	-19,04 (3,16)	-15,1 (3,15)	0,290	-16,04 (2,42)	-18,1 (2,43)	0,009
D	TOB	2	FD	0,543	45,15 (3,6)	48,26 (3,6)	0,589	46,49 (2,57)	46,93 (2,57)	0,272

D	CA	1	Ab	0,516	54,56 (3,73)	58 (3,73)	0,038	55,49 (2,66)	57,08 (2,66)	0,001
D	CA	1	Ad	0,690	33,13 (4,61)	35,74 (4,61)	0,628	34,14 (3,31)	34,72 (3,31)	0,496
D	CA	1	Ext	0,235	34,07 (4,14)	41,09 (4,14)	0,169	37,01 (2,96)	38,14 (2,96)	0,900
D	CA	1	Flx	0,162	45,63 (4,12)	53,86 (4,11)	0,301	49,1 (2,97)	50,4 (2,98)	0,823
D	CA	1	RI	0,377	24,81 (3,86)	29,66 (3,86)	0,577	26,91 (2,79)	27,57 (2,79)	0,415
D	CA	1	RE	0,296	11,01 (2,99)	15,45 (2,98)	<,0001	9,03 (2,31)	17,44 (2,32)	0,330
D	CA	2	Ab	0,455	22,81 (2,96)	25,94 (2,95)	<,0001	19,95 (2,33)	28,8 (2,34)	0,110
D	CA	2	Ad	0,357	-1,87 (2,69)	1,67 (2,69)	0,003	-2,19 (2,02)	1,99 (2,02)	0,571
D	CA	2	Ext	0,995	1,87 (3,82)	1,91 (3,82)	0,000	-1,22 (2,82)	5 (2,82)	0,528
D	CA	2	Flx	0,418	21,25 (3,41)	17,33 (3,4)	0,000	15,44 (2,6)	23,14 (2,61)	0,466
D	CA	2	RI	0,277	-12,92 (3,2)	-7,97 (3,19)	0,172	-11,25 (2,33)	-9,64 (2,34)	0,108
D	CA	2	RE	0,508	-25,3 (2,11)	-27,29 (2,11)	0,019	-26,86 (1,51)	-25,72 (1,51)	0,115
D	RO	1	Flx	0,945	-13,28 (2,37)	-13,51 (2,37)	0,559	-13,22 (1,7)	-13,56 (1,7)	0,529
D	RO	1	Ext	0,356	-38,93 (1,76)	-41,25 (1,76)	0,004	-41,28 (1,31)	-38,9 (1,31)	0,482
D	RO	2	Flx	0,328	-28,49 (3,39)	-23,76 (3,39)	<,0001	-22,84 (2,43)	-29,41 (2,43)	0,125
D	RO	2	Ext	0,064	1,8 (2,21)	7,69 (2,2)	0,107	5,11 (1,57)	4,38 (1,58)	0,043

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.

ANEXO Y: TABLA POST HOC ÁNGULOS PARA LA PATADA CIRCULAR

Lad o	Arti c	Fase	Métrica	Principiantes			Avanzados		
				Valor P	Objetivo	Aire	Valor P	Objetivo	Aire
I	TOB	1	FD	0,9975	-15,54 (2,46)	-15,73 (2,47)	0,0107	-14,24 (2,46)	-17,44 (2,46)

I	CAD	1	RI	<,0001	-44,03 (3,88)	-39,83 (3,88)	0,8571	-49,4 (3,88)	-50,01 (3,88)
I	CAD	1	RE	<,0001	-37 (3,18)	-31,35 (3,18)	0,3527	-38,56 (3,18)	-36,88 (3,18)
I	CAD	2	Ab	0,2921	-52,63 (5,5)	-50,54 (5,5)	0,0276	-64,79 (5,5)	-68,11 (5,5)
I	CAD	2	Ad	0,3091	4,98 (2,07)	2,56 (2,08)	0,5857	3,55 (2,08)	5,31 (2,07)
I	CAD	2	Ext	0,2949	13,36 (2,27)	10,2 (2,29)	0,1607	9,67 (2,29)	13,53 (2,32)
I	CAD	2	Flx	0,9196	-6,57 (2,71)	-7,39 (2,72)	0,0187	-10,25 (2,71)	-6,41 (2,71)
I	ROD	1	Ext	0,7165	-35,31 (4,49)	-33,77 (4,5)	0,0239	-47,5 (4,49)	-51,69 (4,49)
I	ROD	2	Ext	0,8408	-52,74 (6,11)	-50,9 (6,12)	0,0148	-65,09 (6,11)	-71,84 (6,11)
D	TOB	1	FP	0,585	-1,56 (2,4)	-4,09 (2,42)	0,0249	-1,56 (2,4)	4,15 (2,4)
D	TOB	1	FD	0,1685	14,12 (2,3)	9,68 (2,35)	0,0115	11,19 (2,33)	18,06 (2,36)
D	TOB	2	FP	0,0485	-15,4 (3,43)	-22,67 (3,46)	0,65	-16,68 (3,43)	-13,52 (3,43)
D	CAD	1	Ab	0,8339	55,01 (3,77)	54,11 (3,77)	0,0014	55,97 (3,77)	60,04 (3,77)
D	ROD	2	Ext	0,0575	2,62 (2,23)	0,98 (2,23)	0,9895	7,59 (2,23)	7,78 (2,23)

TOB: Tobillo; CAD: Cadera; ROD: Rodilla; FP: Flexión Plantar Máxima; FD: Flexión Dorsal Máxima; Ab: Abducción Máxima; Ad: Aducción Máxima; Ext: Extensión Máxima; Flx: Flexión Máxima; RI: Rotación Interna Máxima; RE: Rotación Externa Máxima. "I" indica el lado izquierdo y "D" el lado derecho.