

Evaluación Baropodométrica Estática en Practicantes de Karate Do Asociado a Cadenas Lesionales Descendentes

Mayant Arlette Lievano Roque¹

203090@ib.upchiapas.mx.

<https://orcid.org/0009-0003-9462-8594>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

Litzi Haraiza López Hernández

201170@ib.upchiapas.mx.

<https://orcid.org/0009-0009-7057-1531>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

Gabriela Morales Cortés

203330@ib.upchiapas.mx.

<https://orcid.org/0009-0005-3060-8898>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

María Lourdes Corzo Cuesta

lcorzocuesta@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2579-5289>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

RESUMEN

La interacción de varias articulaciones y segmentos del cuerpo, se ha vuelto cada vez más importante en la biomecánica y la valoración de la funcionalidad de la cintura pélvica y las extremidades inferiores, es por eso que es importante destacar la importancia de la cadena cinemática cerrada, la cual esta involucra en deportistas amateur de Karate Do en el estado de Chiapas. El método tradicional en la valoración del tipo de pie consistía, e involucra la captura de la huella con talco y la medición de las dimensiones de la huella obtenida. Sin embargo, investigaciones previas han demostrado que un porcentaje significativo de individuos presentan pies asimétricos (Gómez, Influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar, 2009), lo cual sugiere la necesidad de una evaluación más precisa. La identificación temprana de posibles alteraciones biomecánicas de la pelvis y la extremidad inferior, son esenciales para prevenir lesiones posturales y articulares, que suelen ser problemas comunes y a menudo no son atendidas por falta de interés e información adecuada. Por lo tanto, la evaluación podoscópica y el mapeo de presiones plantares, en combinación con la evaluación de la cadena cinemática cerrada, son herramientas valiosas para mejorar la eficacia del deportista amateur.

Palabras clave: *presiones plantares; cadena cinemática cerrada; asimetría plantar; amateur; evaluación podoscópica.*

¹ Autor principal
Correspondencia: 203090@ib.upchiapas.mx.

Static Baropodometric Evaluation in Karate Do Practitioners Associated with Descending Injury Chains

ABSTRACT

It is important to highlight the significance of the closed kinetic chain, which involves the interaction of multiple joints and body segments. It has become increasingly important in biomechanics and the assessment of the functionality of the pelvic girdle and lower limbs in amateur Karate Do athletes in the state of Chiapas. The traditional method for assessing foot type consisted of capturing footprints with talcum powder and measuring the dimensions of the obtained footprint. However, previous research has demonstrated that a significant percentage of individuals have asymmetrical feet (Gomez, Influence of sport on the anthropometric characteristics of the plantar footprint, 2009), which suggests the need for a more precise evaluation. Early identification of possible biomechanical alterations in the pelvis and lower extremity is essential for preventing postural and joint injuries, which are common problems often overlooked due to lack of interest and appropriate information. Therefore, podoscopic evaluation and plantar pressure mapping, combined with closed kinetic chain assessment, are valuable tools for enhancing the effectiveness of amateur athletes.

Keywords: *plantar pressures; closed kinematic chain; plantar asymmetry; amateur; endoscopic evaluation.*

Artículo recibido 11 junio 2023

Aceptado para publicación: 11 julio 2023

INTRODUCCIÓN

Una buena postura es el resultado de fenómenos biomecánicos, neurofisiológicos y neuropsíquicos que se encuentran en conjunto con los movimientos de ojos, cabeza, miembros y sobre todo de la presión plantar de los pies. La integración de todos estos componentes es gracias a la conexión que existe entre el sistema nervioso y los músculos mediante las fascias, creando cadenas musculares, que son propias del ser humano, donde cada uno cuenta con un patrón o esquema de funcionamiento biomecánico que busca estar en equilibrio. El pie es una estructura tridimensional variable y constituye una pieza fundamental en la posición bipodal y la marcha humana. Se ha observado que el pie evolucionó a partir de un pie prensil de los monos en un pie estático de apoyo. Consta de 28 huesos articulados que se mueven sincronizadamente, permitiendo soportar cargas repetitivas mayores al peso corporal y adaptar su equilibrio.

En el campo de la valoración del aparato locomotor, es importante identificar el tipo de pie para detectar posibles riesgos de lesiones. La incidencia de lesiones en deportistas, según los distintos estudios, son una tasa de lesiones anuales que van desde 19,4% a 79,3% (Malisoux et al.,2013; van Gent et al.,2007). La mayoría de las lesiones por el deporte son originados por el uso excesivo de las estructuras del cuerpo, produciendo como resultado traumatismos repetitivos de carga submáxima crónica de los tendones, músculos, articulaciones o huesos. La presencia de fuerzas repetitivas, que se encuentren por debajo del umbral de lesiones agudas de la estructura en cuestión, produce una fatiga.

En el deporte, la detección del desequilibrio de la posturología, reside en el análisis, evaluación y tratamiento del comportamiento de la musculatura estática. Esto permite identificar ciertos desequilibrios con mayor complejidad para analizar, ya que involucra la participación de varios captadores de la posición.

Este estudio permite evidenciar, particularmente la influencia del captor podal, como un medio de control de las diferentes adaptaciones para luchar contra los desequilibrios posturales, considerando los diferentes tipos de pie como una manera refleja de adaptación.

Existe una amplia variabilidad en las características del pie, especialmente entre los deportistas de contacto, debido a la práctica intensiva y los altos niveles de entrenamiento al que son sometidos. Estas actividades deportivas conllevan mayores presiones y adaptaciones anatómicas en comparación con las

actividades cotidianas, lo cual puede resultar en diversas lesiones. Por esta razón es de crucial importancia identificar a las personas practicantes de Karate Do que presenten estas adaptaciones biomecánicas, ya que puede afectar su rendimiento y- o presencia de lesiones de mayor magnitud.

Las lesiones más frecuentes en deportistas son el resultado del trauma acumulativo, conocidas como lesiones por uso excesivo, que surgen debido al sobrepeso funcional. Estas abarcan diversas afecciones como la rodilla del corredor, el síndrome de la banda iliotibial, la espinilla dividida, tendinitis de Aquiles, las fracturas por estrés, los tirones en la ingle, los tirones musculares, la metatarsalgia, el dolor de espalda, entre otros.

En el caso de los deportistas, resulta fundamental realizar una evaluación postural para corregir posiciones inadecuadas mediante la práctica de ejercicios terapéuticos y propioceptivos, así como el uso de plantillas ortopédicas cuando sea necesario, para prevenir dichas lesiones. Después de sufrir un trauma, la rehabilitación constituye un paso crucial para retornar a la actividad deportiva en un periodo de tiempo reducido.

Con el fin de abordar esta problemática, se plantea el uso de un baropodómetro digital que permite obtener el mapeo de las presiones plantares en una posición estática. Esta herramienta utiliza una plataforma de exploración capaz de soportar el peso del deportista, permitiendo identificar los puntos de presión por colorimetría.

El propósito del estudio es obtener la huella plantar, además de analizar la distribución de la carga de presión, respecto a su clasificación del tipo de pie y correlacionar estos hallazgos con las disfunciones biomecánicas de cada practicante, antes y después de una intervención terapéutica manipulativa.

La baropodometría se emplea para medir la distribución de la carga en los pies durante el reposo y la marcha. El objetivo de este estudio es evaluar los cambios en las presiones plantares de pie debido al periodo de trabajo y los ejercicios de estiramiento de la cadena muscular posterior. El pie humano desempeña un papel fundamental como base de apoyo y propulsión en la marcha, garantizando una transferencia eficiente de carga a lo largo de todo el ciclo (Orlin & McPoli, 2000).

De esta manera, se provee a los profesionales de la salud un punto de referencia eficaz para la prevención de lesiones musculoesqueléticas asociada al deporte. La correcta biomecánica del pie es responsable de mantener la postura y una distribución simétrica de la presión plantar (Orlin & McPoli, 2000; Carlson,

Fleming & Hutton, 2000).

Esta evaluación de la presión plantar y morfología del pie en deportistas, contribuye en la mejora de la comprensión y las demandas biomecánicas específicas de este deporte. Asimismo, favorece la identificación temprana de desequilibrios o alteraciones de la pisada y postura, lo que permite medidas preventivas y correctivas adecuadas.

Varios autores sugieren el uso de la baropodometría, para abordar diferentes problemas posturales mediante estiramientos adecuados y/o el uso de distintos tipos de plantillas de calzado (Bricot, 2008).

El uso del baropodómetro en el ámbito deportivo puede tener varios impactos positivos entre ellos:

Prevención de lesiones: El baropodómetro permite detectar posibles problemas en la distribución de peso y la biomecánica de los pies antes de que se conviertan en lesiones. Esta información puede ayudar a los deportistas a realizar ajustes en su técnica, utilizando calzado adecuado y, si es necesario, usar plantillas personalizadas para prevenir lesiones futuras.

Diagnóstico de lesiones: Además de su función preventiva, el baropodómetro también puede realizar evaluaciones de lesiones existentes en los pies. Al examinar la distribución de carga plantar y la detección de sobrecarga en áreas específicas, como la fascia plantar, espolón calcáneo, metatarsalgia, permitirá mejorar la aplicación de un tratamiento adecuado.

Mejora del rendimiento: Una evaluación precisa de la distribución del peso y la biomecánica del pie puede ayudar a los deportistas a realizar ajustes en su técnica y mejorar su rendimiento deportivo.

En última estancia, se espera que este estudio sirva como una herramienta valiosa para optimizar el rendimiento deportivo, detectar oportunamente disfunciones biomecánicas asociadas al deporte y con ello, reducir el riesgo de lesiones músculo-esqueléticas en los practicantes de Karate Do.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico de la investigación combina enfoques cualitativos y cuantitativos a través de la aplicación de un diseño digital, de la mano de pruebas experimentales en deportistas amateurs de karate Do. Esta metodología nos permitió analizar y revisar múltiples fuentes informativas para obtener los resultados deseados en relación con la elaboración del equipo. En este estudio, se tomaron en cuenta 20 practicantes de karate Do de la Universidad Politécnica de Chiapas, ubicada en Suchiapa. Estos participantes fueron considerados de un peso máximo de 70 kg en el rango de edad de 20-28 años.

Para determinar el tipo de pie de dichos practicantes, se utiliza el índice de Hernández-Corvo, el cual se basa en un protocolo establecido. Mediante la imagen plantar, se permite clasificar el tipo de pie como pie normal, plano, cavo y cavo extremo.

El proceso de obtención de la información se realiza mediante un análisis, para ello, se utilizó el software de Matlab, el cual permite procesar imágenes digitales obtenidas a través del baropodómetro digital. La implementación de algoritmos informáticos en este software facilita la creación, procesamiento, comunicación y visualización de las imágenes digitales.

Para obtener información precisa sobre la presión ejercida en cada parte del pie, se utiliza la implementación de códigos específicos. Estos códigos fueron diseñados para extraer los datos relevantes de las imágenes y almacenarlos en una aplicación dedicada para este propósito.

Este dispositivo se integra como una plataforma de exploración para asegurar la proximidad de la distribución de cargas plantares

El uso de los conocimientos previos en la salud e ingeniería permite llevar a cabo el desarrollo completo del análisis baropodométrico para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos durante las pruebas con los deportistas.

El equipo está fabricado con un tubo de acero cuadrado recubierto con pintura, contando con un cristal superior de 9mm de espesor, con una lámpara recta fluorescente de color azul para proporcionar una iluminación adecuada. En cuanto a sus dimensiones, el baropodómetro tiene un ancho de 40cm, 50cm de largo, 37 cm de altura y un peso de 11.5 kg. Estas medidas han sido diseñadas para proporcionar un espacio amplio y cómodo para el paciente durante las pruebas (véase figura 1).

El software utilizado en el equipo es capaz de capturar la imagen de las huellas plantares del deportista y almacenar toda la información en una base de datos, actuando como un historial médico. El software también permite realizar búsquedas personales y almacenar diferentes criterios como nombre, edad, fecha, etc. Esto facilita la gestión y la localización de los registros almacenados.

Además, se proporciona la opción de visualizar las imágenes de las huellas plantares utilizando una escala de colores que representa la presión plantar de mayor a menor.

Figura 1. *Baropodómetro realizado*



Este baropodómetro funciona para capturar la imagen de la plataforma mediante una cámara de resolución Full HD 1080p que permite convertir la huella plantar a través de la plataforma de MATLAB con colores que representan un aspecto electromagnético. Cada color indica la presión ejercida en diferentes zonas del pie, además de hacer uso del índice de Hernández-Corvo, con la finalidad de presentar una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación del tipo de pie. El proceso de marcación y trazado de puntos para el análisis de huellas plantares incluye:

1. Marcación de puntos en la prominencia interna en el antepié y retropié
2. Se unen los primeros puntos para formar el trazo inicial
3. Uniendo los segundos puntos de extremo anterior y posterior de la huella
4. Se trazan dos líneas perpendiculares al trazado inicial pasando por el punto dos
5. Se calcula la medida fundamental (mf), que es la distancia entre la línea que pasa por los puntos 2 y 1.
6. Se trazan tres líneas perpendiculares al trazado inicial, dividiendo la medida fundamental en segmentos 3,4 y 5.
7. Al trazar una línea entre los puntos 3 y 4, perpendicular a la línea 3 y que pase por el punto más externo del pie conocida como línea 6.
8. Se mide el valor X, que es la distancia entre el trazo inicial y la línea 6, correspondiente a la anchura del metatarso.
9. Trazar la línea 7, paralela al trazo inicial, pasando por el punto más externo de la línea 4

10. Trazar la línea 8, paralela al trazo inicial, pasando por el punto más externo de la línea 5
11. Se mide la distancia entre la línea 8 y el trazo inicial
12. Trazando la línea 9, con respecto al trazo inicial de forma paralela, que pasa por el punto más externo de la zona interna entre los puntos 4 y 5.
13. Se mide la distancia Y entre los puntos 7 y 9, para posteriormente medir la distancia entre la línea 9 y el trazo inicial.

Se tomará en cuenta la ubicación de X y Y, ya que la imagen se dividirá por píxeles, para la definición del tipo de pie del deportista (véase figura 2).

Una vez obtenida la imagen por colorimetría que indicará las áreas de mayor presión plantar por porcentaje en cualquier área que predomine el pixel (véase tabla 1).

Figura 2. *Protocolo de Hernández-corvo.*

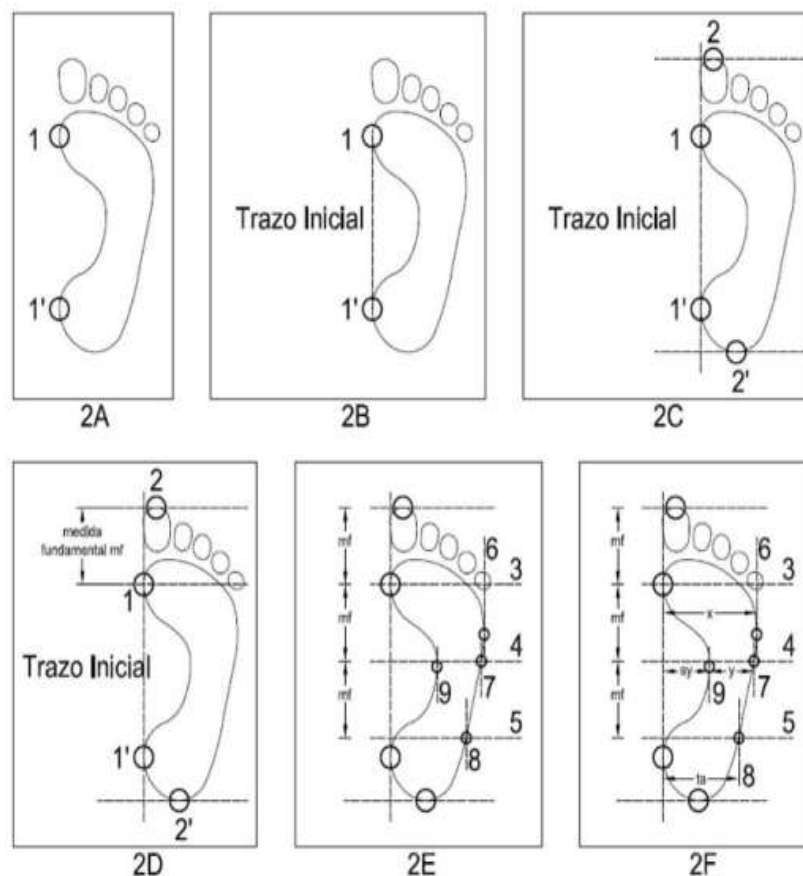


Tabla 1. *Valoración del pie según el índice de Hernández-Corvo*

%X	TIPO DE PIE
0-34	Plano
35-39	Plano - Normal
40-54	Normal
55-59	Normal - Cavo
60-74	Cavo
75-84	Cavo fuerte
85-100	Cavo extremo

Durante el uso del equipo, se requiere que el deportista vista ropa de color negro. Esto se debe a que, durante la toma de imágenes, el uso de ropa de otros colores podría generar ruido en la captura de las mismas. Además, es importante que la base y los pies estén limpios para asegurar una captura optima. Para mejorar la precisión de las imágenes, se solicita al deportista colocar una tela negra sobre los tobillos. Además, de recopilar sus datos personales de cada participante, así como la información relevante sobre el avance del estudio realizado. Permitiéndole a los usuarios realizar pruebas de manera practica y sencilla, facilitando la recopilación y gestión de la información obtenida durante el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos revelaron patrones de carga asimétricos en la población estudiada, mediante el análisis biomecánico realizado por un especialista. Durante el análisis, se observaron deficiencias en los pies de los deportistas, a pesar de presentar un tipo de pie normal. En esta fase estática, se registraron los datos personales correspondientes a cada uno de los practicantes, utilizando el baropodómetro digital que captura la imagen de la huella plantar. Además, se determinó la localización del centro y los puntos máximos de presión para cada extremidad, así como la distribución de cargas entre el antepié y el retropié. Dado que en el talón corresponde el 60 % con respecto al peso total soportado por el pie, medio pie 8 %, antepié 28 % y dedos 4 %, por lo que en el antepié se toma en cuenta como el 40% total incluyendo los dedos y medio pie (arco).

A través de este estudio, se ha confirmado que los metatarsianos y el calcáneo son soportes de mayores cargas, siendo como los centrales más afectados. Este análisis baropodométrico le ha permitido al especialista realizar un seguimiento de la evolución en tiempo real de estos padecimientos y este pueda detectar oportunamente zonas anormales de hiperpresión. De esta manera, hemos brindado a los deportistas un tratamiento específico para evitar futuras complicaciones y mejorar su condición. El objetivo principal de este registro es poder realizar un seguimiento preciso y detallado de los resultados obtenidos.

Este análisis baropodométrico ha demostrado ser una herramienta valiosa en la evaluación del pie en el campo deportivo de karate Do. Estos resultados proporcionaron información relevante en el funcionamiento y desarrollo del equipo. Además, de tener la capacidad de recopilar datos en tiempo real y ser cuantificable para nosotros y cualitativo para la opinión del especialista, permitiendo un monitoreo continuo de la funcionalidad del pie, incluyendo una evaluación más precisa de los resultados de las intervenciones terapéuticas.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

En esta sección se presentan ejemplos de pruebas y resultados del análisis recopilado de 20 deportistas amateur en el campo de Karate- Do. La colorimetría se utilizó para identificar los puntos de presión más prominentes y determinar el tipo de pie (véase figura 5). Principalmente, se aplicó el método de Hernández -Corvo para clasificar los tipos de pie según su arco longitudinal. En este método, se considera que la imagen de un pie plano, el arco no se observe. Por otro lado, el pie normal presenta un arco aproximadamente de 2 cm a 2.5 cm. En el caso del pie cavo, se caracteriza por tener un arco pronunciado alrededor de 3 cm, y el pie cavo extremo se refiere a un arco mayor de 3 cm. Es importante tener en cuenta que estas medidas y descripciones generales pueden variar de una persona a otra, pero sirven de referencia para detectar la clasificación del pie. (véase figura 3), posteriormente a este apartado se dividió en dos secciones para analizar cada tipo de pie por separado (véase figura 4).

Figura 3. *Sección de plano X, Y del método de Hernández-Corvo*

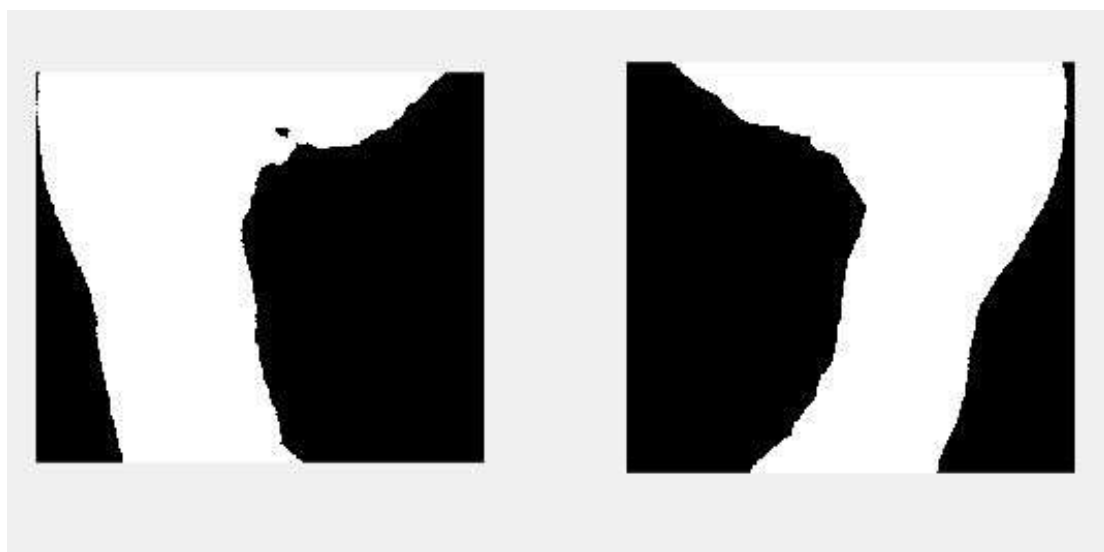
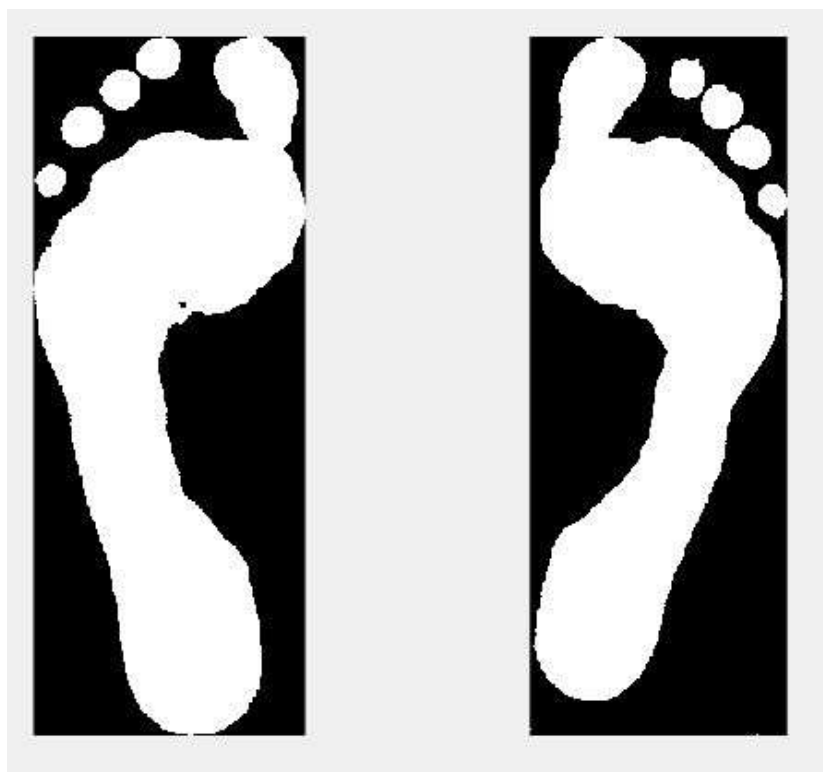


Figura 4. *Separación de pie izquierdo y derecho*

Dado que el rango de la población estudiada consistió en 20 personas, que representa el 100% del grupo analizado se encontró lo siguiente:

- Se identificó que 12 personas, lo cual equivale al 60%, presentan un pie de tipo normal. Sin embargo, se observó una distribución desigual de cargas al menos en uno de los pies. Este problema pudo ser corregido a tiempo gracias al análisis realizado por el especialista en el tema y a la previa rehabilitación de sistema locomotor.
- Respecto al pie plano, se detectó alrededor del 30% de los participantes (6 personas). Esto se atribuyó al desgaste y uso del calzado por parte de los practicantes, quienes previamente mencionaron sufrir lesiones tanto fuera como dentro del deporte. Estos hallazgos permitieron al especialista realizar un diagnóstico preliminar y establecer un seguimiento de rehabilitación, además de recomendar el uso de plantillas y calzado adecuado, entre otras medidas.
- En el 10% restante, correspondiente a 2 casos del grupo, se identificó que padecen de pie cavo. Esta condición se asoció con lesiones y fracturas más frecuentes, lo cual llevó a clasificar estos casos como urgentes para recibir un seguimiento y corrección apropiado. Cabe mencionar que no se detectó ningún caso de pie cavo extremo (véase gráfica 1 y tabla 2).

Gráfica 1. *Porcentaje del 100% de la población muestral (20 personas)*

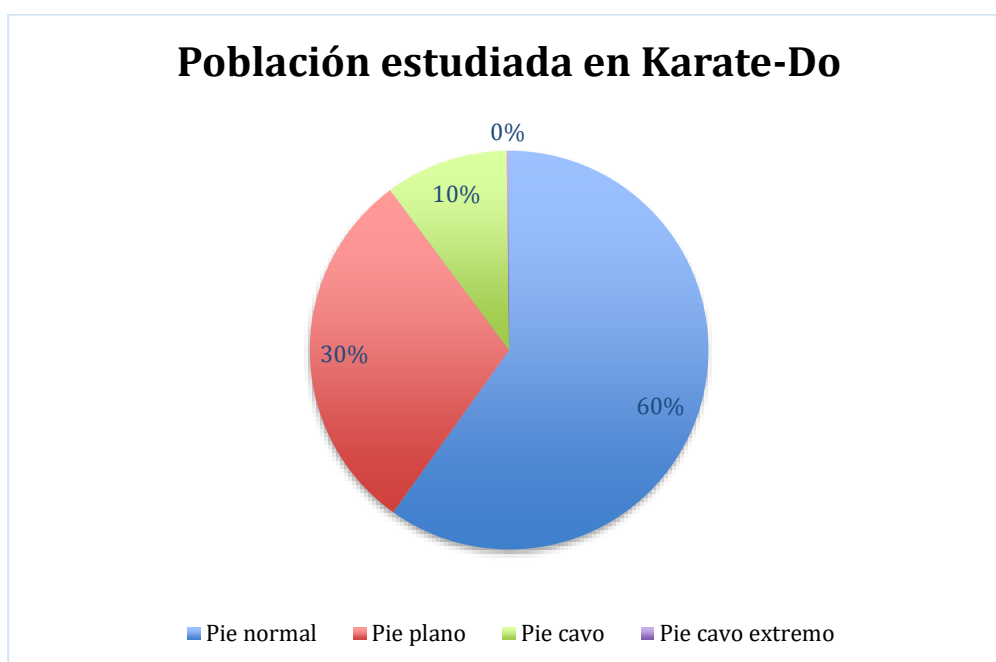


Tabla 2. *Personas que padecen pies asimétricos definido por pie y el tipo de pie*

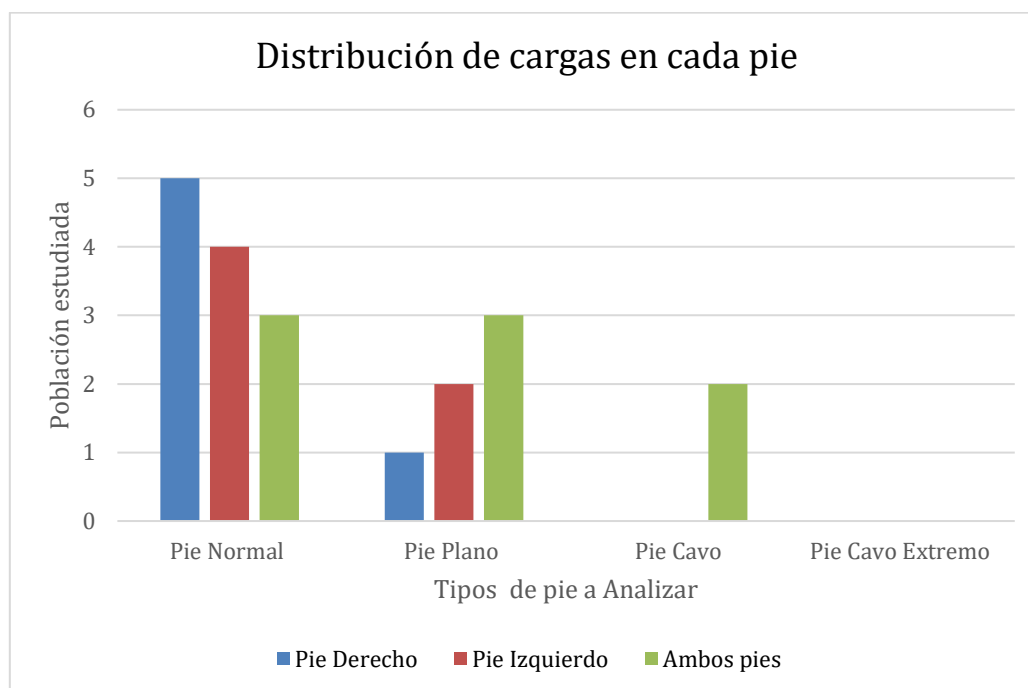


Figura 5. *Captura analizada, con colorimetría, para expresar la presión*

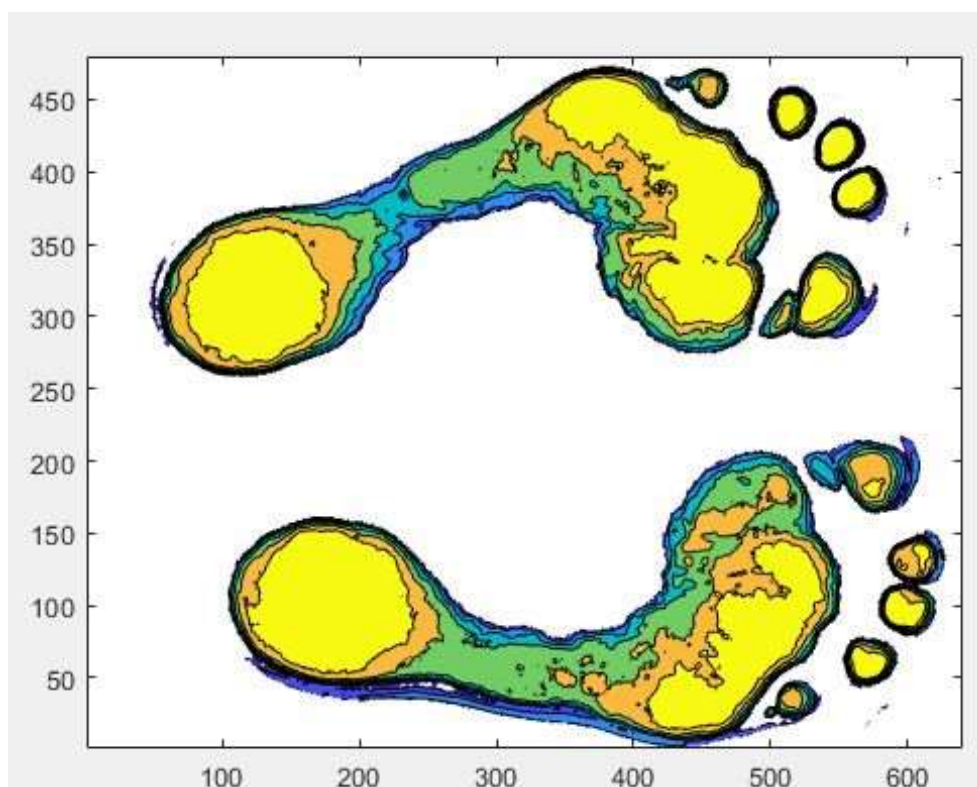


Figura 6. Ejemplo de la distribución de cargas y tipo de pie por deportista



Posteriormente, se estableció un control clínico dentro del software para que el especialista monitoreara los avances de los deportistas en relación a las pruebas y análisis realizados. Este control permitió registrar y evaluar los cambios en la distribución de la pisada de cada deportista, desde la primera prueba, hasta el último, con el objetivo de asegurar una distribución más adecuada.

De esta manera, se pudo evaluar la efectividad del funcionamiento del equipo realizado y de las intervenciones recomendadas por el especialista y así determinar si se lograba una distribución correcta de la pisada, brindando una base sólida para mejorar el rendimiento deportivo y prevención de futuras lesiones relacionadas con la pisada incorrecta (véase figura 6).

CONCLUSIONES

El estudio baropodométrico se presenta como una técnica prometedora dentro de la ingeniería biomédica para la evaluación de la funcionalidad del pie, además del diseño de soluciones personalizadas. Los resultados obtenidos destacan la importancia que existe en el diseño de este dispositivo de apoyo, con sus respectivas estrategias de rehabilitación. Este enfoque multidisciplinario, que combina la ingeniería biomédica con la podología y la biomecánica, deja claro que contiene el potencial de mejorar

significativamente la calidad del deportista, de manera efectiva. La estática podal requiere un equilibrio estricto en toda la extremidad inferior y la cadera, ya que actúan en conjunto para realizar el movimiento, siendo el pie la única parte que se apoya en el suelo y actúa como soporte.

Esta tecnología se utiliza como una herramienta diagnóstica y terapéutica en estudios biomecánicos. Permite la elaboración de plantillas personalizadas, la rehabilitación y otros tratamientos recomendados por el especialista, con el objetivo de prevenir y tratar lesiones en deportistas aficionados en el campo del karate Do.

Este método nos permite realizar pruebas en tiempo real, repetibles, cuantificables y confiables para el practicante. El equipo del baropodómetro es una herramienta adicional para el médico o especialista encargado de evaluar al deportista amateur. Sin embargo, no reemplaza por completo la evaluación clínica, sino que la complementa, lo que contribuye a mejorar el rendimiento deportivo a largo plazo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Armstrong, D. G., Stacpoole-Shea, S., Nguyen, H., & Harkless, L. B. (1999). Alargamiento del tendón de Aquiles en pacientes diabéticos con alto riesgo de ulceración del pie. *Revista de cirugía ósea y articular - Serie A*, 81(4), 535–538.
- Carlson, R. E., Fleming, L. L., & Hutton, W. C. (2000). La relación biomecánica entre el tendón de Aquiles, la fascia plantar y el ángulo de dorsiflexión de la articulación metatarsofalángica. *Internacional de Pie y Tobillo*, 21(1), 18–25.
- Ferrín, C., Magdalena, X., & Loaiza, H. (2013). Determinación semiautomática de parámetros morfológicos de la huella plantar mediante el procesamiento digital de imágenes. *Revista de Sistemas Telemáticos*, 11, 9–26.
- Fresno, B., Sánchez, L., & Diéguez, L. (2013, enero 13). Alteraciones de la huella plantar.
- Hernández Corvo, R. (1989). *Morfología funcional deportiva: sistema locomotor*. Madrid: Paidotribo.
- Luengas, M. D. L. (2016, abril 4). Determinación de tipo de pie mediante el procesamiento.
- Mann, R. A. (1999). Biomecánica del pie y el tobillo. En R. A. Mann y M. Coughlin (Eds.), *Cirugía de Pie y Tobillo* (7.^a ed., pp. 24–26). St. Louis, MO: Sage.

- Martínez Assucena, A., Pradas Silvestre, J., Sánchez Ruiz, M. D., & Peydro de Moya, M. F. (2005). Plantillas instrumentadas. Utilidad clínica. *Rehabilitación*, 39(6), 324–330.
- Nielsen, R. G., Rathleff, M. S., Moelgaard, C. M., Simonsen, O., Kaalund, S., Olesen, C. G., Christensen, F. B., & Kersting, U. G. (2010). Video Based Analysis of Dynamic Midfoot Function and its Relationship with Foot Posture Index scores. *Gait Posture*, 31(1), 126–130.
- Orlin, M. N., & McPoil, T. G. (2000). Evaluación de la presión plantar. *Terapia física*, 80(4), 399 y 409.
- Pasquetti, P., & Maschirini, V. (2007). *Riabilitare l'atleta infortunato*. Edi-Ermes.
- Vázquez, S. C. (2002). Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas. Influencia del transporte de carga. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Viladot, R., Cohí, O., & Clavell, S. (1989). *Ortesis y prótesis del aparato locomotor (Vol. 2)*. Barcelona, España: Elsevier España.
- Wiereszen, N. (2005). Análisis de la actividad muscular en posición bípeda y durante la marcha. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco.