



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
Facultad de Enfermería  
Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento  
Humano.

Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de la región  
isquiotibial en taekwondoines.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestra en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano.

Presenta

L.Ft. Mayra Patricia González Hernández

Dirigido por:

Dra. Arely Guadalupe Morales Hernández.

Codirigido por:

M.PT. Lizbeth Rodríguez Márquez.

Nombre del Sinodal

Presidente: Dra. Arely Guadalupe Morales Hernández.

Nombre del Sinodal

Secretario: M.PT. Lizbeth Rodríguez Márquez.

Nombre del Sinodal

Vocal: Dr. Irving Armando Cruz Albarrán.

Nombre del Sinodal

Suplente: Dr. Julio César Méndez Ávila.

Nombre del Sinodal

Suplente: MC. Ángel Salvador Xequé Morales.

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de aprobación (pendiente)

México



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de  
la región isquiotibial en taekwondoines

**por**

Mayra Patricia González Hernández

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** ENMAN-214847

## **Dedicatorias**

La presente tesis es dedicada a mi esposo que me motivó a iniciar la maestría y apoyó durante todo el proceso, gracias amor por tu paciencia y apoyo, hiciste este proceso algo más sencillo.

A mis hijos por ser mi fuerza y motivación para superarme, los amo con todo el corazón.

## **Agradecimientos**

A mi esposo e hijos porque esta maestría la hicimos juntos, gracias por tu comprensión y apoyo.

Gracias a mis padres por forjarme incansable y capaz de lograr todo lo que me proponga, con su formación llena de valores y amor.

Gracias a mi directora de Tesis, la Doctora Arely Morales a quien admiro profundamente, y quién me ha apoyado siempre. Gracias por el conocimiento compartido.

Al Doctor Irving Cruz, por siempre responder para encaminar mis proyectos, gracias por compartir su conocimiento y experiencia.

A mis maestros por predicar con el ejemplo y hacer de esta maestría un excelente programa educativo, amé sus clases y métodos de enseñanza.

Y principalmente a Dios por darme la capacidad de hacer grandes cosas, por guiarme en cada paso de mi vida y especialmente por sostenerme cuando mis fuerzas no eran suficientes.

## Índice

Dedicatorias.....	1
Agradecimientos .....	2
Índice.....	3
Índice de Tablas .....	5
Índice de figuras.....	5
Resumen.....	6
Abstract .....	8
I. Introducción.....	9
II. Antecedentes .....	12
2.1 Flexibilidad y Taekwondo .....	12
2.2 Instrumentos de Medición .....	14
2.2.1 Termografía.....	14
2.2.2 Active Knee Extension Test .....	17
2.3 Antecedentes.....	19
III. Hipótesis.....	22
IV. Objetivos .....	23
V. Material y métodos.....	24
5.1 Diseño de la investigación.....	24

5.2 Definición de Variables .....	25
5.3 Población y Muestra .....	27
5.4 Procedimiento .....	29
5.6 Administración del Proyecto .....	32
5.8 Plan de Análisis .....	36
VI. Resultados .....	37
VII. Discusión .....	43
VIII. Conclusiones .....	48
IX. Prospectivas .....	50
X. Referencias .....	51
XI. Anexos .....	59

## Índice de Tablas

Tabla 1 Definición y Conceptualización de Variables.....	25
Tabla 2 Cronograma de Actividades 2021 .....	32
Tabla 3 Cronograma de Actividades 2022.....	32
Tabla 4 Cronograma de Actividades 2023.....	33
Tabla 5 Recursos Humanos, Materiales y Físicos .....	33
Tabla 6 Análisis descriptivo para la flexibilidad de la musculatura isquiotibial .....	37
Tabla 7 Análisis descriptivo para la temperatura de la región isquiotibial .....	37
Tabla 8 Comparación de medias por sexo, para la temperatura de isquiotibiales ...	38
Tabla 9 Comparación de medias por sexo, para la flexibilidad de isquiotibiales ....	39
Tabla 10 Comparación de medias por miembro dominante .....	39
Tabla 11 Temperatura según la categoría de competición.....	40
Tabla 12 Flexibilidad según la categoría de competición.....	41

## Índice de figuras

Figura 1 Knee Extension Test.....	18
Figura 2 Correlación de flexibilidad-temperatura de región isquiotibial derecha ...	41
Figura 3 Correlación de flexibilidad-temperatura de región isquiotibial izquierda. ....	42

## Resumen

El taekwondo es un deporte que exige gran flexibilidad de miembros inferiores. La falta de flexibilidad en músculos isquiotibiales trae consigo una mayor predisposición a presentar desgarre muscular, por otro lado, una adecuada flexibilidad mejora la precisión en las técnicas de patada.

Si bien existen pruebas que miden la flexibilidad de un músculo o grupo muscular, la aplicación de estas pruebas demanda tiempo. Es así, como la termografía, al ser una técnica altamente reproducible, con gran validez, de bajo costo y no invasiva, permite hacer evaluaciones rápidas aportando información en tiempo real aplicada al deporte. De tal forma que, el presente estudio tuvo objetivo determinar si existe relación entre la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoinos, mediante el Active Knee Extension Test y la toma de imágenes termográficas.

Métodos: Se llevó a cabo una investigación de correlación no experimental, con un diseño observacional analítico, transversal y prospectivo. Se evaluaron a 25 atletas de la selección queretana de taekwondo, en los que fue utilizada la termografía como herramienta para medir los cambios térmicos y el knee extension test para evaluar la flexibilidad de los isquiotibiales. Resultados: Se observó una diferencia de temperatura entre miembro derecho e izquierdo dentro del rango normal ( $0.18 \sigma=0.16$ ), los hombres registraron temperaturas superiores a las mujeres ( $p \leq 0.01$ ). Se observó una mayor flexibilidad en el sexo femenino ( $8.2 \sigma=9.0$ ,  $p < 0.05$ ), así como en participantes de las categorías de competencia más avanzadas ( $10.1 \sigma=11.6$ ,  $p > 0.05$ ). Para finalizar, no se observó relación entre flexibilidad y temperatura (Spearman  $p > 0.05$ ). Conclusión: el estudio realizado no pudo probar que exista



relación entre flexibilidad y temperatura de la región isquiotibial en la población evaluada, se requieren mayores estudios.

## Abstract

Taekwondo requires great flexibility of the lower limbs. A decreased hamstrings flexibility brings with it a greater predisposition to present muscle tears, besides, an adequate flexibility improves precision in kicking techniques.

Although there are tests that measure the flexibility of a muscle or muscle group, performing them requires time. Thermography is a highly reproducible technique, with great validity, low cost and is not invasive, which allows quick evaluations by providing real-time information applied to sports. In this way, the present study had the objective to determine if there is a relationship between the flexibility and the thermal changes of the hamstring region in taekwondo players, through the Active Knee Extension Test and thermographic images.

Methods: A non-experimental correlation investigation was carried out, with an analytical, cross-sectional and prospective observational design. Twenty-five athletes from the queretan statal taekwondo team were evaluated, in which thermography was used as a tool to measure thermal changes and the knee extension test to evaluate the flexibility of the hamstrings. Results: A difference in temperature between the right and left limb was observed within the normal range ( $0.18 \sigma=0.16$ ), men registered higher temperatures than women ( $p \leq 0.01$ ). Greater flexibility was observed in the female sex ( $8.2 \sigma=9.0, p < 0.05$ ), as well as participants of the most advanced competition categories ( $10.1 \sigma=11.6, p > 0.05$ ). Finally, no relationship was observed between flexibility and temperature (Spearman  $p > 0.05$ ). Conclusion: the study carried out could not prove that there is a relationship between flexibility and temperature of the hamstring region in the evaluated population, further studies are required.

## I. Introducción

La evaluación de la flexibilidad isquiotibial es una práctica habitual en el ámbito deportivo, ya que su acortamiento se ha relacionado con un aumento en las alteraciones músculo-esqueléticas y una reducción del rendimiento físico-deportivo.

La lesión de isquiotibiales puede observarse de forma frecuente en deportes que incluyen movimientos explosivos, como es el caso del taekwondo, asociándose a largos periodos de inactividad por recuperación. Ya ha sido descrito que, una flexibilidad disminuida trae consigo una mayor predisposición a desgarre muscular, siendo el mecanismo de sobre-estiramiento la forma más frecuente de lesión de los músculos isquiotibiales en el Taekwondo (Gesslein et al., 2018).

Minghelli et al. (2020), identificaron el desgarre muscular y las contusiones en taekwondoinos como las lesiones más frecuentes con cerca del 60% de incidencia. Así mismo, se identificó que los isquiotibiales son la zona de lesión más común (Al Attar et al., 2017), observando que, su sobre-estiramiento, puede llevar al deportista a un periodo de inactividad de hasta 69.2 días, acompañado de una alta posibilidad de que vuelva a repetirse la lesión. Atribuyéndole además, una disminución del 20% de puntos en los partidos ganados (Gesslein et al., 2018).

Por otro lado, se documentó que, en el taekwondo, existen técnicas de patada que alcanzan un ángulo de hasta  $137.22^\circ$  de apertura entre ambas extremidades (De La Vega et al., 2021). Lo anterior, debido a que, durante el combate, la técnica de patada debe ejecutarse por encima de la cintura para no ser penalizado y el atacante logra altos puntajes cuando realiza patadas que se dirigen al peto o la cabeza del oponente.

Por lo tanto, se deja ver la importancia de evaluar la flexibilidad en músculos isquiotibiales de los atletas de taekwondo de la selección estatal, ya que esta capacidad física es indispensable para alcanzar tales rangos de amplitud articular.

Del mismo modo, Villaquiran et al. (2019), defiende que la flexibilidad puede mejorar los rangos de movimiento articular, así como reducir lesiones que sean resultado de acciones de alta tensión muscular, como aquellas que se realizan en el taekwondo. Conocer la flexibilidad de estos músculos en cada taekwondin, permitirá al entrenador y al mismo deportista desarrollar estrategias para potenciar esta capacidad física y disminuir el riesgo de lesiones.

Sin embargo, las técnicas usadas para medir la flexibilidad son específicas a un músculo o grupo muscular, lo que requiere un tiempo considerable en su ejecución según la técnica utilizada, incrementándose aún más si se requiere evaluar más de una región. Por lo que resultan necesarias nuevas técnicas que permitan evaluar la flexibilidad del deportista de una manera más rápida. En este sentido, Corte et al. (2019), reportaron la eficacia de la termografía como herramienta para evidenciar un aumento de temperatura en los tejidos, y Gómez-Carmona et al. (2020), observaron relación entre los cambios de temperatura y el riesgo de lesiones.

La termografía es una herramienta validada, segura y no invasiva que proporciona información en tiempo real, permitiendo asociarla a la examinación funcional. Además de ser rápida, arroja imágenes de varias regiones o incluso de cuerpo entero, por lo que, de existir relación entre ésta y la flexibilidad se podría eficientar la evaluación del deportista.

En este documento se describe el procedimiento científico llevado a cabo para identificar si existe relación entre la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial

en taekwondoines, mediante el Active Knee Extension Test y la toma de imágenes termográficas.

## **II. Antecedentes**

A continuación, se presentan contenidos de literatura científica que permitirán fundamentar esta investigación.

### **2.1 Flexibilidad y Taekwondo**

En el taekwondo, se resaltan 4 componentes importantes: flexibilidad, velocidad, fuerza y resistencia. La flexibilidad es una característica del sistema musculoesquelético que determina el rango de movimiento que se puede lograr en una articulación sana, es la capacidad de una persona para realizar movimientos con el rango de movimiento más amplio posible en las articulaciones (Paramitha et al., 2020).

Por lo tanto, la movilidad de un segmento se encuentra relacionada con la integridad articular y con la flexibilidad. Sin embargo, el acortamiento adaptativo de los tejidos blandos, como resultado de trastornos o situaciones puede ser causa de la restricción del movimiento. La hipomovilidad puede limitar el desempeño muscular y llevar a una limitación funcional.

La restricción del movimiento puede variar desde un leve acortamiento muscular hasta contracturas irreversibles. Se define como contractura al acortamiento adaptativo de la unidad musculo tendinosa y de otros tejidos blandos que atraviesan y rodean una articulación, cuya resultante es la resistencia significativa al estiramiento y la consecutiva limitación de la amplitud de movimiento (Kisner, 2012).

Se le llama contractura miogénica, cuando a pesar del acortamiento adaptativo de la unidad musculotendinosa y la pérdida significativa del movimiento, no hay una patología muscular o nerviosa presente. Morfológicamente, existe una disminución en la cantidad de unidades de sarcómeras en las miofibrillas. Este tipo de contracturas se resuelven con el estiramiento (Kisner, 2012).

Por otro lado, el Taekwondo es un arte marcial que se caracteriza por combates breves en los cuales predominan las técnicas que requieren de las extremidades inferiores para realizar patadas potentes, los participantes de taekwondo cuentan con múltiples opciones para desempeñarse en el combate, estas técnicas de patadas requieren altos niveles de fuerza en la musculatura extensora y flexora de rodilla (Reyes et al., 2021).

La competición en este deporte requiere que el taekwondin esté preparado en varios aspectos relativos a la condición física, incluyendo fuerza y potencia muscular, velocidad, agilidad y flexibilidad (Cejudo Palomo et al., 2018).

La naturaleza dinámica de las acciones técnicas y tácticas del taekwondo exigen una gran flexibilidad de las extremidades inferiores (Cejudo Palomo et al., 2018) se identifican al menos 11 distintas técnicas de patada (Moenig, 2011), todas y cada una de ellas involucra una importante flexión de cadera y extensión de rodilla, algunas agregando también abducción y rotaciones de cadera, denotando la importancia de la flexibilidad en isquiotibiales.

Las patadas que realiza el taekwondoin son dirigidas al peto o cabeza del contrincante, lo que deja ver la amplitud de movimiento que el miembro inferior debe alcanzar, por lo que Paramitha et al. (2020), enfatiza en la necesidad de perfeccionar la capacidad de flexibilidad en los deportistas, dado que dicha capacidad es de vital importancia para lograr mayor precisión en las patadas del taekwondo, observando también que si el atleta está muy rígido habrá una limitación en el rango de movimiento.

En el mismo sentido, De La Vega et al. (2021), resalta la necesidad de estudiar miembros inferiores para para obtener datos cuantitativos que permitan mejorar el rendimiento deportivo y evitar lesiones en el taekwondoin.

En un estudio realizado por Cejudo Palomo et al. (2018), se midió la amplitud de los principales movimientos de la extremidad inferior de taekwondoines, mediante el protocolo “ROM SPORT”, obteniendo 80° para isquiotibiales, esta técnica se realiza mediante la medición de la flexión de cadera por goniometría, vigilando la rodilla se encuentre extendida. Otro estudio realizado por Pinzon & Trujillo (2002), evaluó la cinemática de un instructor Cinturón Negro 6° DAN, encontrando que durante la patada Dollyo-Chagi la cadera alcanza hasta 130° de flexión y 0° de extensión de rodilla al momento del contacto. Lo que deja ver la importante elongación que sufren los isquiotibiales, y por tanto la necesidad de que estos sean flexibles. Es importante recordar, que en dicha musculatura el mecanismo de lesión por desgarre se produce por contracción excéntrica y sobrestiramiento, involucrando movimientos que combinan la flexión de cadera extrema y la extensión de rodilla (Huygaerts et al., 2020), por ejemplo, al ejecutar una patada en las artes marciales .

## **2.2 Instrumentos de Medición**

Este apartado permitirá al lector conocer a cerca de los instrumentos que fueron utilizados para la recolección de datos de la presente investigación, es decir la termografía y el knee extension test.

### **2.2.1 Termografía**

El musculo esquelético actúa como una verdadera máquina biológica, capaz de convertir la energía química derivada de las reacciones entre los substratos orgánicos y el oxígeno, en trabajo mecánico y calor (Grinspan Segal, 2019). Corte et al. (2019) afirman que la termografía infrarroja puede proveer información sobre el estado del tejido muscular, razón por la cual se espera que también pueda medir las diferencias de temperatura según la flexibilidad muscular.



La termografía, también conocida como termometría cutánea es una técnica validada, segura y confiable cuyo uso ha sido observado predominantemente en el ámbito deportivo, en aspectos relacionados al dolor, sobrecarga muscular, fatiga y programa de prevención de lesión (Gómez-Carmona et al., 2020).

Esta proporciona imágenes térmicas mediante una cámara infrarroja con el objetivo de medir la temperatura corporal. La termografía resulta una herramienta útil para la evaluación y prevención de lesiones con grandes ventajas al ser una técnica eficaz, segura y no invasiva, además, no requiere contacto directo con el examinado, no provoca dolor, no genera radiación ionizante, no tiene contraindicaciones y tampoco eventos adversos (Viegas et al., 2020).

En este sentido, la termografía puede ser una importante herramienta para el fisioterapeuta, ya que las imágenes que proporciona sobre la temperatura corporal son en tiempo real, permitiendo asociarlas a la examinación funcional, así como cambios fisiológicos y metabólicos (Marins et al., 2015).

Para que el análisis por termografía no tenga sesgos, existen algunas variables que deben ser consideradas: las capturas termográficas deben ser tomadas en un ambiente de temperatura controlada, específicamente entre 18 y 25°C, así mismo, el sujeto examinado debe aclimatarse durante al menos 15 minutos en este mismo ambiente (Viegas et al., 2020).

Para esta prueba se debe colocar al paciente frente a la cámara termográfica y tomar una captura de la región requerida. Dicha región debe estar descubierta, no haber sido rasurada o aplicarle alguna crema durante el día, tampoco debe haber consumido sustancias o alimentos estimulantes (alcohol, café, medicamento), estos criterios son descritos en el anexo 3. De acuerdo con Fernández-Cuevas et al. (2015), la termografía tiene una buena

validez ( $r = 0.92$ ), y presenta una confiabilidad de 0.4 a 0.9, demostrando su alto índice de reproductibilidad.

Material utilizado:

- Habitación con aire acondicionado
- 1 cámara termográfica

A continuación, se menciona brevemente el fundamento físico de la termografía. Todos los cuerpos emiten radiación infrarroja y esta energía irradiada es proporcional a la temperatura superficial, la cámara infrarroja recibe y cuantifica dichas radiaciones térmicas emitidas y reflejadas por los diferentes materiales y las transforma en imágenes digitales.

Se afirma que los cuerpos emiten esta radiación debido a la vibración y rotación propia de los átomos y moléculas que componen un material, en el espectro electromagnético, la región de la radiación infrarroja está comprendida aproximadamente entre los  $0,7 \mu\text{m}$  y  $1.0 \mu\text{m}$ ., de longitud de onda (Grinspan Segal, 2019).

La termografía infrarroja se considera una herramienta valiosa para la investigación en fisiología (Formenti et al., 2016), además, ya ha sido utilizada para caracterizar el patrón de temperatura del tejido tendinoso (Sanz-López et al., 2016) , así como para evidenciar los efectos térmicos del entrenamiento deportivo (Escamilla-galindo et al., 2017).

Se describió que la flexibilidad incrementa el número de sarcómeras (Calle Fuentes et al., 2006), y siendo que el músculo es uno de los tejidos que genera más calor, asociándose también al metabolismo de un mayor número de éstas, se espera hallar relación entre la flexibilidad de la región de isquiotibiales y la cantidad de calor emitida en ella.

### ***2.2.2 Active Knee Extension Test***

También conocida como prueba del ángulo poplíteo, esta maniobra de valoración de la flexibilidad isquiotibial fue inicialmente diseñada para tratar de eliminar las limitaciones observadas durante la puesta en práctica de otras pruebas, tales como: confusión sobre si el tejido que limita la prueba es muscular o neurológico y la considerable rotación de la pelvis, ya que puede afectar a su criterio de validez.

Es una maniobra basada en la medida angular alcanzada por la rodilla en extensión, con cadera flexionada. En decúbito supino se coloca al paciente con cadera y rodilla flexionada a 90° con tobillo en posición neutra, haciendo coincidir el centro del goniómetro con el epicóndilo lateral del fémur, el brazo fijo al trocánter mayor y el brazo móvil próximo al maléolo peroneo. A partir de esa posición, se efectúa una extensión pasiva, lenta y progresiva de la rodilla hasta que se alcance una sensación tolerable de estiramiento en isquiotibiales y que no sea dolorosa. El resultado se toma por goniometría, midiendo los grados de extensión que alcanzó la rodilla con las condiciones descritas, menor a 20° es considerado normal, mayor a 20° acortamiento de isquiotibiales. Se debe vigilar en todo momento que la cadera quede flexionada a 90° durante toda la maniobra y la pierna contralateral este en extensión para evitar sesgos (Ayala et al., 2013).

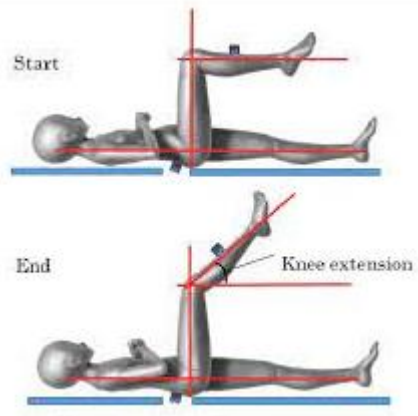
Nur et al., 2019, atribuyeron a esta prueba un alto grado de confiabilidad intra-evaluador y fiabilidad entre evaluadores (0,917-0,988; IC del 95%), su validez fue evaluada mediante un grupo de expertos.

Material utilizado:

Goniómetro.

Camilla de exploración.

**Figura 1**  
*Knee Extensión test*



Ejecución de la prueba Knee Extension Test (Nakaizumi et al, 2018).

### 2.3 Antecedentes

Como ya se ha mencionado, la termografía infrarroja es un equipo de imagen que capta las radiaciones de calor emitidas por los cuerpos y las recoge en valores de temperatura. En el ámbito deportivo se ha utilizado para identificar daños en estructuras músculo-esqueléticas a partir de la variación de la temperatura corporal en zonas anatómicas afectadas.

En el 2021, se realizó un estudio con termografía infrarroja para detectar músculos dañados después de correr un maratón, encontrando un incremento mayor a  $1^{\circ}\text{C}$  en el vasto lateral, vasto medial, recto femoral y aductor de la pierna dominante, en este mismo estudio, los autores rescatan que se ha propuesto una clasificación para valorar los cambios de temperatura en las zonas anatómicas generadas por la práctica deportiva, que podrían ser indicadores de algún riesgo de lesión, o incluso la presencia de la misma; donde valores de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $0.7^{\circ}\text{C}$  serían considerados normales, de  $0.8^{\circ}\text{C}$  a  $1^{\circ}\text{C}$  evidenciaría un estado inflamatorio representativo de un posible riesgo de lesión y  $>1^{\circ}\text{C}$  serían considerados de alarma o gravedad, puesto que esta temperatura manifiesta la presencia de una lesión y sugiere una atención inmediata de la zona afectada (Gutiérrez-Vargas et al., 2017).

En este sentido, Marins et al. (2015), documentó que después de una inmovilización prolongada, se produce un fenómeno por el cual la temperatura de la región afectada disminuye.

De la misma forma, Arnaiz-Lastras et al. (2014), documentó el uso de termografía para la detección de desequilibrios musculares, en el que presentó cambios en la temperatura cutánea como consecuencia de la actividad muscular asociada con la variación de postura. Estos estudios ya dejan ver el uso de la termografía en el ámbito clínico y deportivo para evidenciar o incluso prevenir lesiones.

Por otro lado, no ha de olvidarse que una de las variables centrales de este estudio es la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, en relación a esto, se documentó el análisis de las diferentes pruebas que pueden ser utilizadas para calcular la flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

De estas pruebas se pueden describir 3: “Prueba de elevación de la pierna recta”, en el que se mide el ángulo de la flexión de cadera con rodilla extendida, “Prueba del ángulo poplíteo”, también conocida como knee extension test, en el que se mide el ángulo de extensión de rodilla, con la cadera a 90° y, las pruebas “lumbovertical y lumbohorizontal en flexión” en las que se mide el ángulo de flexión lumbar en una máxima flexión de tronco que puede ser de pie o sentado y sin doblar rodillas.

En relación a estas 3 formas distintas de medir la flexibilidad de isquiotibiales, Ayala et al. (2013) concluye que la prueba del ángulo poplíteo podría ser una de las más apropiadas para estimar la flexibilidad isquiotibial. Esto debido a que no implica el movimiento global activo del cuerpo, sino únicamente de los segmentos involucrados en la distensión del grupo muscular en cuestión.

En este sentido, Nur et al. (2019), evaluó la confiabilidad del active knee extension test mediante el uso del goniómetro, resultando una alta confiabilidad intra e inter evaluadores con el uso de esta herramienta.

Estos estudios dejan ver la eficacia del knee extension test, ya que a pesar de haber varias pruebas que pueden ser utilizadas como estrategias para calcular la flexibilidad de isquiotibiales, lo cierto es que, la mayoría no se enfoca únicamente a este grupo muscular, sino a toda la cadena posterior, como es el caso de la tan usada técnica sit and reach o distancia dedos-suelo, englobadas en las pruebas lumboverticales y horizontales.

En relación a estudios que asocien las variables principales de esta investigación, como son los cambios termográficos y la flexibilidad, se han encontrado pocos, entre ellos se documentó que en el 2018, se realizó un estudio en jóvenes sanos con el objetivo de caracterizar los efectos agudos del estiramiento de isquiotibiales, donde se evidenció que el estiramiento progresivo, pasivo y constante de estos músculos durante 180 segundos incrementaba la temperatura local, medida por termografía,  $0.3^{\circ}\text{C}$  en promedio, así como un aumento de la movilidad articular y una disminución del dolor por estiramiento (de Oliveira et al., 2018).

Un año más tarde se realizó otro estudio en 11 mujeres que participaron en un entrenamiento aeróbico por 15 semanas, a las cuales se les midió las constantes vitales, así como fuerza, y flexibilidad de cuádriceps y bíceps femoral, y su relación con la termografía infrarroja. Después de 15 semanas, se encontró que los cambios de temperatura eran mayores en las superficies anteriores (cuádriceps) que en las superficies posteriores (isquiotibiales) de las extremidades inferiores. Encontrando una correlación positiva entre la fuerza y la temperatura de la piel, ya que ambas aumentaron, y una correlación negativa entre la flexibilidad y la temperatura (ya que la primera aumentó, pero la segunda disminuyó) para asombro de los investigadores (Borkowski et al., 2019).

Aunque pocos, este par de estudios ya han hecho el intento por conocer si la flexibilidad está asociada a cambios termográficos, ahora esta investigación desea identificar si la existe, pero no medida durante el ejercicio, sino que, sin alguna intervención se pueda determinar si la mayor flexibilidad de una región conlleva una mayor temperatura cutánea, de forma que pueda servir para evidenciar regiones poco flexibles e incluso prevenir lesiones por cortedad muscular.

### **III. Hipótesis**

Hi: Existe relación entre flexibilidad y temperatura, siendo la siguiente: A mayor flexibilidad de músculos isquiotibiales en taekwondoinos, mayor temperatura de dicha región.

Ha: Existe relación entre flexibilidad y temperatura, siendo la siguiente: A mayor flexibilidad de músculos isquiotibiales en taekwondoinos, menor temperatura de dicha región.

Ho: No existe relación entre flexibilidad y temperatura.



#### **IV. Objetivos**

##### Objetivo general

Determinar si existe relación entre la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoinos, mediante el Active Knee Extension Test y la toma de imágenes termográficas, de forma que se pueda establecer la termografía como herramienta para evidenciar la falta de flexibilidad.

##### Objetivos específicos

- Conocer la flexibilidad de músculos isquiotibiales, mediante el Active Knee Extension Test para determinar si existe acortamiento muscular en taekwondoinos.
- Evaluar mediante termografía la temperatura de región isquiotibial en taekwondoinos, para observar las variaciones de la temperatura periférica.

## **V. Material y métodos**

### **5.1 Diseño de la investigación**

De acuerdo con Villareal Ríos, 2011, los diseños observacionales no manipulan variables, pero si pueden analizarlas o describirlas, se presenta un estudio de correlación de diseño no experimental, de tipo analítico, transversal y prospectivo, ya que se realizó una única medición de las variables con el objetivo de describir su comportamiento.

Esta investigación se enfocó en identificar qué relación existe entre las variables de termografía y flexibilidad.

## 5.2 Definición de variables

El presente estudio utilizó variables nominales (sexo), discretas (edad y flexibilidad) y continuas (termografía), siendo la flexibilidad y la termografía las variables que se buscó relacionar. En la tabla 1, se describe su definición conceptual y operacional, así como sus indicadores.

**Tabla 1**  
*Definición y Conceptualización de Variables*

Variable	Categoría	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Edad	Variable de control, de tipo cuantitativa, discreta y de razón.	Tiempo que ha vivido una persona (RAE, 2020).	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del participante hasta el día del estudio.	Años
Sexo	Variable de control, de tipo cualitativa nominal.	Conjunto de atributos biológicos, asociados a la expresión genética y anatomía reproductiva (Heidari et al., 2016).	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres del estudio.	Masculino Femenino
Miembro dominante	Variable de control, de tipo cualitativa nominal.	Consiste en el predominio de una parte simétrica del cuerpo en relación con la otra, algo que permite ser más hábil en la ejecución de tareas con el miembro (Del Valle, 2017).	Pierna con la que se siente más cómodo para realizar la técnica de patada.	Derecha Izquierda
Termografía	Variable de asociación, de tipo	Herramienta que proporciona imágenes térmicas	Temperatura corporal de región de	Grados centígrados.

	cuantitativa continua e interválica.	mediante una cámara infrarroja con el objetivo de medir la temperatura corporal (Viegas et al., 2020) .	isquiotibiales al momento de la prueba.	
Flexibilidad	Variable de asociación, de tipo cuantitativa discreta y de razón.	Habilidad para mover una articulación, a través de todo el rango de movimiento para una acción específica (Cejudo et al., 2014).	Grados de extensión de la rodilla, con cadera flexionada a 90°.	Grados de amplitud articular.

---

### 5.3 Población y Muestra

La población estuvo compuesta por los 27 atletas que conformaban el total de deportistas de la selección estatal queretana de taekwondo durante el mes de noviembre de 2022, incluyendo hombres y mujeres de las categorías junior, juvenil y senior, cuyas edades oscilaron entre los 11 y 22 años.

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo a Hernández Sampieri et al., 2014, este tipo se basa en las características de la investigación, más que en un criterio estadístico, por lo que no conlleva fórmula. Por lo que la muestra estuvo conformada por 25 atletas que cumplieron con los criterios que se describen más adelante. Se eliminaron 2 participantes que por voluntad propia decidieron no participar en el estudio.

A continuación, se describen los criterios utilizados para la conformación de la muestra:

#### Criterios de inclusión:

- Ser atleta de la selección estatal queretana de Taekwondo.
- Asistir de forma regular al entrenamiento deportivo (80% de asistencia).

#### Criterios de exclusión:

- Lesiones agudas en miembro inferior que incapaciten la práctica deportiva.
- Ser taekwondoin paraolímpico.

#### Criterios de eliminación:

- Deportistas que no deseen continuar con el estudio.
- No presentarse a la evaluación termográfica o goniométrica.
- Incumplir con las indicaciones del anexo 3 descritas a continuación:

- No utilizar ningún tipo de sustancia en las piernas (crema, perfume, loción) el día de la aplicación.
- No realizar actividad física desde el día anterior a la aplicación.
- No tomar bebidas alcohólicas o estimulantes, ni fumar 72 hrs antes de la prueba.
- No rasurar ninguna parte de las piernas.
- No estar bajo algún tratamiento médico
- No presentar síntomas de resfriado.
- No consumir alimentos calientes (café) o picantes 2 horas antes de la evaluación.

#### **5.4 Procedimiento**

La presente investigación fue autorizada por los Comités de Investigación y Bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad autónoma de Querétaro (Anexo 1 y 2). La convocatoria para reclutar a los participantes se realizó de manera presencial mediante una plática informativa, en la que se explicó el objetivo del estudio y en qué consiste, invitándolos a participar siendo explícitos en las pruebas que se les realizaría. A los interesados en participar se les entregó un consentimiento informado y a los menores de 18 años un asentimiento informado, acompañado también, de un consentimiento informado para sus padres que fue firmado al estar de acuerdo con la participación de su hijo en la investigación (Anexo 5 y 6). Este consentimiento y/o asentimiento les fue explicado de forma detallada, resaltando en todo momento la autonomía del participante para aceptar o negar ser parte del estudio, incluso si sus padres estuvieran o no de acuerdo, y en todo momento su derecho a retirarse de él. Una vez que el atleta aceptó participar en el estudio se le entregó y explicó un flyer con las condiciones con las que debía presentarse al estudio (Anexo 3).

La recolección de los datos se realizó el 12 de noviembre de 2021, dentro de las instalaciones de la Licenciatura en Fisioterapia en el campus Corregidora de la Universidad Autónoma de Querétaro. Los participantes se presentaron con la vestimenta solicitada, un short corto, y se verificó que presentaran las condiciones que se les había solicitado para el estudio (Anexo 3). Les fue aplicado el cuestionario sociodemográfico, se capturó la imagen termográfica de región isquiotibial y se midió la flexibilidad de estos músculos mediante el Active knee extensión test.

La recolección de datos tuvo lugar en un aula aclimatada a 21°C +- 2 grados centígrados, donde los participantes permanecieron durante 20min en sedestación para que

el movimiento no alterara la temperatura corporal. Durante el tiempo de espera se respondió el cuestionario sociodemográfico (Anexo 4) y se verificó que presentaran las condiciones que se les había solicitado para el estudio. El instrumento utilizado fue la cámara termográfica FLIR modelo A310, y fue ejecutado por el Maestro en Ciencias de Mecatrónica Omar Trejo Chávez. Una vez transcurridos los 20min se procedió a las capturas termográficas, para lo cual se situó al participante a 1.2m de distancia de la cámara, encontrándose en posición bípeda, con los pies abiertos a la altura de las caderas y de espaldas a la cámara. Resulta importante mencionar que en cada imagen termográfica se capturó la temperatura ambiente y la temperatura de cada participante, a forma de tener un registro preciso de las temperaturas capturadas por imagen.

Ya tomada la imagen termográfica, se midió el ángulo de flexibilidad de isquiotibiales, mediante el active knee extensión test, para lo cual se colocó al participante en decúbito supino sobre una camilla, con las piernas extendidas. A continuación, se procedió a flexionar la cadera del miembro a evaluar a 90°, y de forma pasiva se extendió la rodilla hasta su fin de pista, sin provocar dolor por estiramiento. En todo momento se vigiló los 90° de flexión de la cadera, y se observó que no elevara glúteos. Mientras un evaluador mantenía esta posición, otro medía el ángulo de extensión de la rodilla, por medio de goniometría. Al finalizar se realizó la misma medición para el miembro opuesto.

Durante todo el procedimiento de recolección de datos se vigiló que las medidas de higiene, como uso correcto de cubrebocas y gel antibacterial, así como la sana distancia, fueran respetadas con el fin de salvaguardar la salud de los participantes.

Una vez que los datos fueron capturados, se envió a cada participante sus resultados de forma individual, y al entrenador se le entregó un compendio de todos ellos.



No se presentó incidente alguno, durante las pruebas o durante la estancia de los participantes dentro de las instalaciones. De haberse suscitado, se contaba con la colaboración de la clínica SUAF (Sistema Universitario de Atención en Fisioterapia) para su inmediata atención.

## 5.6 Administración del Proyecto

La investigación presentada se desarrolló conforme a la planificación de actividades descrita en la tabla 2, 3 y 4, que a continuación se muestra:

**Tabla 2**  
*Cronograma de Actividades 2021*

Actividad		2021		
		Oct	Nov	Dic
Muestreo y recolección de datos	Plática descriptiva e invitación a participar. Conformación de la muestra. Evaluación termográfica. Evaluación del knee extension test.			
Captura de datos	Vaciado de los datos a Excel			

**Tabla 3**  
*Cronograma de Actividades 2022*

Actividad		2022						
		Ene Feb	Mar Abr	May Jun	Jul Ago	Sep Oct	Nov Dic	
Captura de datos	Vaciado de los datos a Excel. Entrega de resultados a participantes.							
Análisis de resultados	Análisis de las imágenes termográficas. Procesamiento y análisis de los datos en Jamovi. Correlación de variables (flexibilidad y termografía) en Jamovi.							
Divulgación	Participación en Foro de Investigación para avances de trabajos							

**Tabla 4**  
*Cronograma de Actividades 2023*

Actividad		2023					
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Análisis de resultados	Procesamiento y análisis de los datos en Jamovi. Discusión de resultados.						
Redacción de Tesis	Revisión, avance y mejora de los apartados						

Para el desarrollo de la presente investigación fueron requeridos recursos humanos, materiales y físicos, mismo que a continuación se enlistan:

**Tabla 5**  
*Recursos Humanos, Materiales y Físicos*

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO POR UNIDAD	TOTAL
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
1	Investigador		
1	Director metodológico		
2	Ingeniero analista de termografía		No aplica
1	Auxiliar para la aplicación de pruebas		
<b>RECURSOS MATERIALES</b>			
1	Cámara termográfica	\$13,800.00	\$0.00
1	Goniómetro	\$300.00	\$0.00
1	Camilla	\$4,500.00	\$0.00
500	Hoja blanca tamaño carta	\$120.00	\$120.00
12	Bolígrafo tinta azul	\$70.00	\$0.00
1	Gel antibacterial	\$70.00	\$70.00
1	Lysol en spray	\$180.00	\$180.00
30	Snack para el participante.	\$30.00	\$900.00
<b>RECURSOS FÍSICOS</b>			
1	Laboratorio clínico (Licenciatura en Fisioterapia) con aire acondicionado.	No aplica	
<b>Total (Será cubierto por el investigador)</b>			<b>\$1,270.00</b>

## **5.7 Ética del Estudio**

Este protocolo se realizó bajo los lineamientos determinados por la Secretaría de gobernación, Secretaría de Salud y aquellos emitidos por la Universidad Autónoma de Querétaro, a fin de asegurar la salud de los participantes y disminuir el riesgo de contagio por Covid-19.

De igual manera, estuvo regida bajo el Código de Nuremberg, de forma que los participantes menores de 18 años firmaron un asentimiento informado (Anexo 6) en lenguaje sencillo, por medio del cual se les informó de todos los aspectos de la investigación y su papel dentro de ella, resaltando que su participación era completamente voluntaria y podían abandonarla en cualquier momento si así lo deseaban. A los padres, se les entregó un consentimiento informado (Anexo 5) donde se explicaban las características de la investigación, de forma que pudieran conocer todos los detalles de esta.

A su vez, se apegó a la Declaración de Helsinki, donde se resalta la responsabilidad del investigador de salvaguardar la integridad del participante, con la respectiva evaluación de riesgos que supone. Por lo que la investigación tuvo lugar en un sitio seguro para los participantes, como lo son las instalaciones de la Licenciatura en Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Querétaro, y donde se tuvieron todas las consideraciones para protegerlos contra cualquier posibilidad de lesión, y es que aunque esta investigación fue considerada de riesgo bajo, y las evaluaciones que se realizaron son seguras, ya que en una de ellas sólo se toma una fotografía y en la otra se midió la flexibilidad a tolerancia del participante y sin provocar dolor; pero siempre existe la posibilidad de algún accidente (caída, tropiezo) por lo que se daban indicaciones constantes de mantener el orden, no correr

o empujar. Sin embargo si algún accidente hubiera ocurrido habría llevado al participante a la clínica del SUAF del mismo campus, para ser atendido.

Cabe mencionar, que les fue resaltado que participarán o no en el proyecto, podrían seguir acudiendo de forma regular a sus entrenamientos, competencias, etc. pues su participación era completamente voluntaria, sin ningún tipo de repercusión de no querer participar.

A demás estuvo estrictamente apegado a la Ley General de Salud en los siguientes artículos, que además están sustentados en los Criterios de Helsinki y el Código de Nuremberg:

Artículo 13, en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Artículo 14, la investigación que se realice en seres humanos deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, entre los que resaltan: Se deberá realizar sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro medio, prevaleciendo siempre las probabilidades de los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles, y contará con el consentimiento informado del sujeto en quien se realizará la investigación.

Artículo 17, conforme al cual este estudio fue considerado de riesgo mínimo, ya que se basó en el manejo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos, como lo son la termografía y la goniometría para obtener el ángulo de flexibilidad que no atentan con la integridad del participante.

Artículo 100, en el que se desglosan detalladamente las consideraciones para realizar investigación en seres humanos y a las cuales este proyecto se apega estrictamente.

## 5.8 Plan de Análisis

Los resultados obtenidos fueron capturados en el programa Excel creando una base de datos. La “flexibilidad” de los isquiotibiales fue capturada en grados de amplitud articular, y la “termografía” de la misma región, en grados centígrados. Esta base de datos fue migrada al programa Jamovi versión 2.2, en donde se realizó un análisis descriptivo e inferencial.

Se obtuvo la frecuencia para las variables nominales (sexo y pierna dominante), así como la media y dispersión para las cuantitativas (edad, flexibilidad y termografía).

Se utilizó U Mann-Whitney para comparar las diferencias de temperatura y flexibilidad de acuerdo al sexo. En los que también se calculó el tamaño del efecto (d), donde  $<0.4$  se considera de pequeño efecto,  $\geq 0.4$  y  $<0.8$  de mediano efecto y  $\geq 0.8$  de gran efecto (Dong et al. 2016).

Además, se realizó un análisis de correlación de Spearman, para comprobar la hipótesis y observar si las variables “flexibilidad” y “termografía” estaban asociadas.

Para finalizar se utilizó Kruskal-Wallis para analizar los valores de flexibilidad y temperatura según la categoría de competición a la que pertenecen (cadete, junior y senior).

## VI. Resultados

Se evaluaron 25 participantes, 11 de ellos fueron hombres y 14 mujeres, con una edad promedio de 15.4 años ( $\sigma=2.81$ ), una talla media de 1.63cm ( $\sigma=0.107$ ) y peso de 53kg ( $\sigma=13.7$ ). Los participantes presentaron una flexibilidad promedio de 12.6° ( $\sigma=11.2$ ) para los músculos isquiotibiales, en la tabla 6 se muestra la media de flexibilidad para cada miembro, así como la diferencia de flexibilidad entre lado derecho e izquierdo, la cual es mínima. Los valores de flexibilidad no presentaron una distribución normal ( $p<0.05$ ). Debe recordarse que la flexibilidad de isquiotibiales fue evaluada mediante el active knee extensión test, el cual considera como adecuada flexibilidad valores por debajo de los 20° de amplitud articular.

**Tabla 6**

*Análisis descriptivo para la flexibilidad de la musculatura isquiotibial*

	Ángulo Derecho (grados de amplitud articular)	Ángulo Izquierdo (grados de amplitud articular)	Diferencia de flexibilidad (grados de amplitud articular)
Media	12.8	12.4	3.44
Desviación estándar	10.6	12.1	2.68

La temperatura de la región isquiotibial, también fue evaluada, obtenido valores que van de los 23.9°C a los 31.1°C. En la tabla 7 se puede observar la media de temperatura para cada lado, así como la diferencia entre ellos. Estos valores tampoco presentaron una distribución normal ( $p<0.001$ ).

**Tabla 7**

*Análisis descriptivo para la temperatura de la región isquiotibial*

	Temperatura Derecho (°C)	Temperatura Izquierda (°C)	Diferencia entre miembros (°C)
Media	29.4	29.4	0.18
Desviación estándar	1.33	1.32	0.168

Aunado a lo anterior, se realizó una comparación de medias por U de Mann Whitney (tabla 8) en donde se observa que los hombres presentan temperaturas superiores a las de las mujeres con una tendencia estadísticamente significativa ( $p \leq 0.01$ ), así mismo se observa que la diferencia de temperatura entre miembro derecho e izquierdo no tiene relación con el sexo,  $p > 0.05$ . Obsérvese que la temperatura de región isquiotibial tanto derecho como izquierdo, han presentado un tamaño del efecto de magnitud media.

**Tabla 8**

*Comparación de medias por sexo, para la temperatura de isquiotibiales.*

	Grupo	Media (°C)	Desviación Estándar	t	p	d
Temperatura derecha	Hombre	30.0	0.62	24.0	0.004	0.688
	Mujer	28.9	1.52			
Temperatura izquierda	Hombre	30.0	0.64	29.5	0.01	0.617
	Mujer	28.9	1.52			
Diferencia de temperatura	Hombre	0.19	0.21	69.0	0.681	0.104
	Mujer	0.18	0.37			

t: grados de libertad, p: significancia estadística, d: Tamaño del efecto.

También para la flexibilidad, se utilizó U Mann-Whitney para comparar sus medias, en la tabla 9 se puede observar que las mujeres obtuvieron ángulos menores que los hombres con diferencias estadísticamente significativas  $p < 0.05$ , lo que denota que presentan mayor flexibilidad. Es importante recordar que la medición de flexibilidad se realizó mediante el knee extension test, que califica como adecuada flexibilidad valores menores a  $20^\circ$ . Se puede observar que la flexibilidad isquiotibial tanto del lado derecho como izquierdo, han presentado un tamaño del efecto de magnitud media. En la misma tabla también se observa que los participantes presentan diferencias mínimas de flexibilidad entre miembro derecho e izquierdo.



**Tabla 9***Comparación de medias por sexo, para la flexibilidad de isquiotibiales*

	Grupo	Media (grados de amplitud articular)	Desviación Estándar	t	p	d
Flexibilidad derecha	Hombre	18.55	10.76	34.5	0.021	0.552
	Mujer	8.36	8.24			
Flexibilidad izquierda	Hombre	17.91	12.90	38.5	0.037	0.500
	Mujer	8.00	9.79			
Diferencia de Flexibilidad entre derecho e izquierdo	Hombre	3.00	2.76	62.5	0.434	0.188
	Mujer	3.79	2.67			

t: grados de libertad, p: significancia estadística, d: Tamaño del efecto.

También se realizó una U- Mannwitney para muestras independientes para determinar la existencia de diferencias entre miembro dominante y no dominante. Sin embargo, de los 25 participantes evaluados, 21 consideran al derecho su miembro dominante y 4 al izquierdo, por lo que la **n** no es equitativa. En la tabla 10 se puede observar que no hay diferencias significativas de temperatura o flexibilidad según el miembro dominante.

**Tabla 10***Comparación de medias por miembro dominante*

	Dominante	Media (°C)	Desviación Estándar	P
Temperatura derecha	Derecho	29.3	1.45	0.683
	Izquierdo	29.4	0.37	
Temperatura izquierda	Derecho	29.4	1.44	0.334
	Izquierdo	29.4	0.24	
Ángulo derecho	Derecho	11.9	10.53	0.298
	Izquierdo	17.8	10.81	
Ángulo izquierdo	Derecho	12.0	12.07	0.853
	Izquierdo	14.5	13.89	

Por otro lado, los resultados de temperatura también fueron analizados según la categoría del taekwondoin, se utilizó Kruskal-Wallis ya que los datos no son paramétricos. De los participantes evaluados, 10 pertenecían a la categoría de Cadetes, 9 Junior y 6 senior. La temperatura de la región isquiotibial en los taekwondoines según la categoría a la que pertenecen, tampoco presentó diferencias estadísticamente significativas (Tabla 11).

**Tabla 11**  
*Temperatura según la categoría de competición*

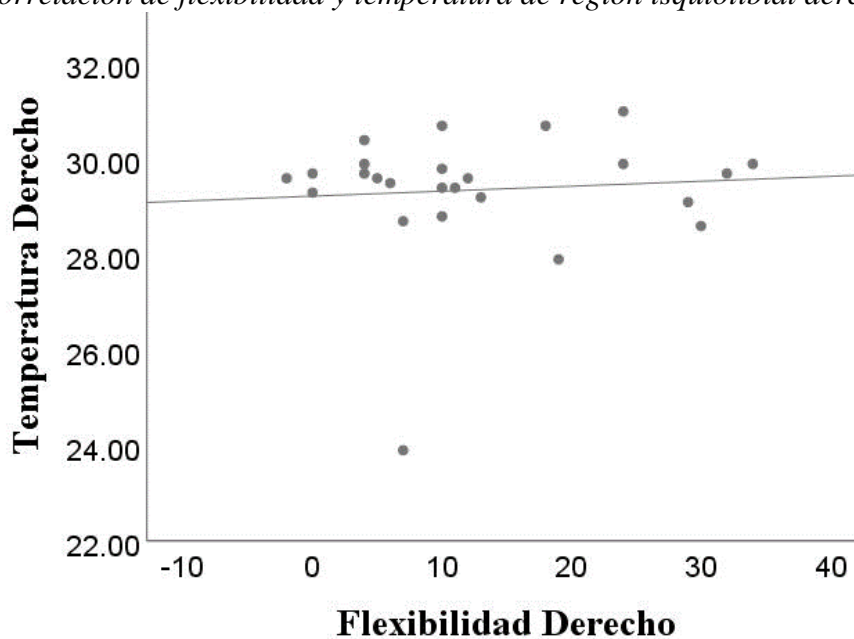
	Categoría	Media (°C)	Desviación Estándar	p
Temperatura derecha	Cadete	29.20	2.02	0.696
	Junior	29.40	0.78	
	Senior	29.50	0.23	
Temperatura izquierda	Cadete	29.30	2.03	0.184
	Junior	29.30	0.69	
	Senior	29.70	0.12	
Diferencia de temperatura	Cadete	0.15	0.10	0.896
	Junior	0.20	0.22	
	Senior	0.22	0.18	

Por último, se analizaron los resultados de flexibilidad de acuerdo a la categoría del taekwondoín, donde también se utilizó Kruskal-Wallis ya que los datos no fueron paramétricos. En la tabla 12 puede observarse que a pesar de que la significancia estadística es  $p > 0.05$ , los atletas con más experiencia, es decir, aquellos de la categoría senior presentan mayor flexibilidad, ya que el ángulo obtenido en el knee extensión test es menor. También puede observarse que a mayor grado de competición la diferencia de flexibilidad entre miembros es menor.

**Tabla 12***Flexibilidad según la categoría de competición*

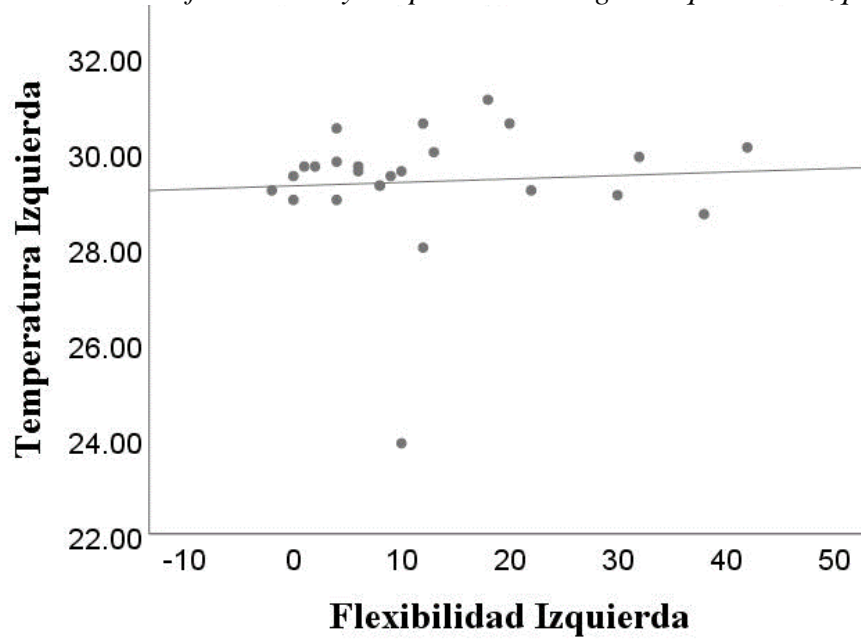
	Grupo	Media (grados de amplitud articular)	Desviación Estándar	p
Angulo derecho	Cadete	14.7	10.9	0.761
	Junior	12.6	10.0	
	Senior	10.2	12.1	
Angulo izquierdo	Cadete	14.2	13.6	0.807
	Junior	11.9	12.0	
	Senior	10.0	11.1	
Diferencia de flexibilidad	Cadete	3.9	0.1	0.579
	Junior	3.3	0.2	
	Senior	2.8	0.2	

Para finalizar se obtuvo una  $p > 0.05$  en la prueba de Spearman al correlacionar la flexibilidad y termografía de cada miembro, resultando que estas variables no están asociadas como se puede observar en la gráfica de la figura 2 y 3.

**Figura 2***Correlación de flexibilidad y temperatura de región isquiotibial derecha*

**Figura 3**

*Correlación de flexibilidad y temperatura de región isquiotibial izquierda*



## VII. Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar si existe relación entre la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoines, mediante el Active Knee Extension Test y la toma de imágenes termográficas, de forma que se pudiera establecer la termografía como herramienta para evidenciar la falta de flexibilidad.

De acuerdo con ello, los principales resultados fueron: la diferencia de temperatura entre miembro derecho e izquierdo observada en los participantes, se encuentra dentro del rango considerado como normal. Por otro lado, se registró una mayor temperatura en hombres que en mujeres, y se observó una mayor flexibilidad en el sexo femenino, así como en participantes de las categorías más avanzadas. Sin embargo, el estudio realizado no pudo probar que exista relación entre flexibilidad y temperatura, de la región isquiotibial en los atletas de la selección estatal queretana de taekwondo. Con lo anterior, se rechaza la hipótesis de trabajo y se comprueba la nula.

En la presente investigación, puede observarse que la diferencia de temperatura entre miembros fue de  $0.18^{\circ}\text{C}$  ( $\sigma=0.17$ ), lo cual es coincidente con los distintos estudios que se han hecho sobre termografía, donde se concluye que suele existir una diferencia entre miembro derecho e izquierdo de hasta  $0.3$  y  $0.4^{\circ}\text{C}$ , considerada como normal (Gutiérrez-Vargas et al., 2016 & Corte et al., 2018).

Por otra parte, en el trabajo realizado por Mendoca et al. (2020), no se observó asociación de la temperatura con el factor sexo. Lo anterior difiere de los hallazgos de esta investigación, ya que se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p<0.05$ ) según el sexo, donde los hombres presentaron temperaturas superiores a las de las mujeres, y con una dispersión menor. Por lo anterior, podría decirse que el sexo tiene implicaciones

en la temperatura de región isquiotibial de los atletas de la selección estatal queretana de Taekwondo. Lo cual, además, es similar a otras investigaciones, como es el caso de Zhang et al. (2023), quienes observaron que la medición de la temperatura de cualquier región de miembro inferior siempre es mayor en los hombres que en las mujeres. Lo anterior podría deberse a que, estadísticamente, el sexo masculino presenta mayor masa magra lo cual podría incrementar su temperatura debido al mayor metabolismo muscular, estudios demuestran que mayor masa muscular se asocia mayor temperatura (Payne et al., 2018).

En relación con la flexibilidad del grupo muscular evaluado, se encontró similitud con los rangos observados por Cejudo et al. (2018), para los isquiotibiales. Quien mediante la prueba de flexibilidad distancia de dedos planta observó que el taekwondoin alcanza entre 76.5 y 83.8° con un tamaño del efecto moderado. Lo anterior es similar a este estudio que observó una amplia flexibilidad de este grupo muscular con la prueba knee extensión test, donde los participantes obtuvieron una media de 12.6° ( $\sigma=11.2$ ), si esta medida se convirtiera al test distancia dedos planta sería de 77.4°, lo cual es similar al estudio mencionado lo que evidencia la amplia flexibilidad de isquiotibiales que los taekwondoines desarrollan. Otra similitud, es que a mayor grado competitivo (cadete, junior, senior) mayor es la flexibilidad del grupo muscular, aunque ni Cejudo et al. (2018), ni el presente estudio observó diferencias estadísticamente significativas, quizá resulta necesario incrementar la muestra para observar si se presentan cambios.

Así mismo se observó que las mujeres registraron mayor flexibilidad que los hombres, lo cual concuerda con Tomkinson et al. (2018), quien midió la aptitud física en niños y adolescentes, y observó que las mujeres presentaron mejores resultados en la prueba de flexibilidad de la misma región.

Por otro lado, hasta el momento en que se realizó la investigación, no se encontró ningún estudio en el que se haya medido la asociación de las variables implicadas sin ser intervenidas (flexibilidad y temperatura). Por ejemplo, en los estudios de Borkowski et al. (2019), y Oliveira et al. (2018), se encontró asociación entre flexibilidad y termografía tras una intervención. Borkowski et al. (2019), midieron la fuerza de cuádriceps y la flexibilidad del bíceps femoral de 11 mujeres después de 15 semanas de entrenamiento, observando una relación negativa entre la flexibilidad y la temperatura de la región. Por otro lado, Oliveira et al. (2018), investigaron los efectos agudos del estiramiento pasivo de los músculos isquiotibiales de 15 participantes, donde se encontró una correlación positiva, con un incremento de la temperatura local de  $0.3^{\circ}\text{C}$  después de 180 segundos de estiramiento. Sin embargo, ninguno de estos estudios permite observar si existe o no asociación entre las variables del presente estudio, ya que en ambos su población fue manipulada, evaluando la temperatura y flexibilidad antes y después de una intervención, lo cual en la mayoría de los eventos conlleva un cambio. Por lo tanto, se sugiere realizar mayores estudios que busquen una asociación entre dichas variables sin ser intervenidas, que puedan reforzar o bien refutar los hallazgos que esta investigación presenta, donde no se encontró asociación entre temperatura y flexibilidad.

Mendoca et al. (2020), propuso que las diferencias de temperatura de la piel de isquiotibiales y cuádriceps podrían estar más relacionadas con factores termorreguladores que con desequilibrios de fuerza. Si bien, en el presente estudio no evaluó fuerza sino flexibilidad, es probable que la temperatura de la región isquiotibial no esté relacionada a la flexibilidad sino, precisamente a estos factores termorreguladores. Sin embargo, la muestra

fue escasa por lo que conviene incrementar el número de participantes para observar si los resultados se modifican.

Como ya se ha mencionado, una limitación de este estudio es la pequeña muestra evaluada, se invita a analizar poblaciones más grandes que permitan una generalización de los resultados obtenidos, así como el uso de análisis estadísticos para poblaciones mayores.

Así mismo, en la presente investigación no fue posible analizar las variaciones de temperatura según miembro dominante, debido a la escasa población que presentó como miembro dominante al pie izquierdo, por lo que se sugiere incrementar la muestra considerando una participación más equitativa según miembro dominante, ya que estudios previos han demostrado diferencias de temperatura en relación con la dominancia (Sánchez-Jiménez et al. 2022).

Para futuras investigaciones que intenten replicar el presente estudio, se sugiere que durante su ejecución se considere al menos un equipo de 3 personas para la recolección de datos, donde dos personas puedan realizar las pruebas de flexibilidad y la otra las capturas termográficas. De la misma forma, se requiere un profesional experto en el análisis de las tomas termográficas que realice las mediciones de la temperatura de la región evaluada.

Los resultados obtenidos en este estudio son de importancia para otras investigaciones ya que aporta información sobre las diferencias de temperatura entre miembros contralaterales, de la región específica del muslo posterior, y como el sexo está asociado a la temperatura. Además, también proporciona información sobre la flexibilidad de isquiotibiales que presenta un grupo de atletas de taekwondo, observando que la diferencia entre miembros opuestos es mínima, y que a mayor categoría de competencia mayor es el grado de flexibilidad que presentan. Para finalizar esta información es de utilidad para los



atletas evaluados y sus entrenadores, ya que les permite conocer estas características de su estado físico.

## VIII. Conclusiones

En esta investigación se estudió la correlación que existe entre la flexibilidad y la temperatura de la región isquiotibial en la selección estatal queretana de taekwondo. Para lo cual se midió la flexibilidad por medio del active knee extensión test, encontrando que los taekwondoines presentan mayor flexibilidad isquiotibial que el promedio de la población y que en las categorías de competencia más avanzadas esta flexibilidad se incrementa. Se observó también, que la diferencia de flexibilidad entre un miembro y otro es mínima, lo que habla de un adecuado balance muscular de los atletas evaluados.

También fue medida la temperatura de la región isquiotibial, encontrando que los participantes presentan una diferencia de temperatura entre miembro derecho e izquierdo dentro de los valores normales lo cual evidencia el grado de simetría contralateral y disminuye el riesgo de lesiones. Se encontró que los hombres presentan temperaturas superiores que las mujeres en región isquiotibial, probablemente asociada al mayor porcentaje de masa magra que los hombres puedan presentar.

Para finalizar no se observó relación entre la flexibilidad y la temperatura de región isquiotibial en la población estudiada, sin embargo, se recomienda a futuros investigadores tener una muestra de al menos 100 participantes, donde se incluyan participantes de distintos deportes e incluso sedentarios para considerar otras variables, así como la medición de otros grupos musculares que permitan la comparación de regiones.

Esta información es de utilidad para fisioterapeutas, entrenadores de taekwondo y profesionales de la salud relacionados a este deporte, ya que reafirma el grado de flexibilidad que se debe desarrollar en el taekwondoin para ejecutar las acciones técnicas de su disciplina.

Además, los resultados de flexibilidad de esta investigación pueden llegar a servir como parámetro para ser alcanzado por otros taekwondoines queretanos.

## **IX. Prospectivas**

Se dará continuidad al estudio realizando el análisis termográfico por regiones, es decir, un mapeo en el que se seccione la región de isquiotibiales, para realizar una comparativa según la temperatura de cada músculo de esta región (semitendinoso, semimembranoso, bíceps femoral).

Además, se pretende realizar el mismo estudio en otros grupos deportivos, así como distintos grupos musculares, para medir sus grados de flexibilidad muscular y observar si se encuentra relacionados con la termografía. También se buscará compararlo con un grupo de población sedentaria, ya que suelen presentar acortamientos musculares, de forma que se pueda observar si se presentan diferencias. Estas sugerencias podrían aportar mayor información sobre si la flexibilidad y la termografía están relacionadas, ya que, de ser así, ésta podría ser usada en la identificación de regiones acortadas.

## X. Referencias

1. Afonso, J., Rocha-Rodrigues, S., Clemente, F. M., Aquino, M., Nikolaidis, P. T., Sarmiento, H., Fíler, A., Olivares-Jabalera, J., & Ramirez-Campillo, R. (2021). The Hamstrings: Anatomic and Physiologic Variations and Their Potential Relationships With Injury Risk. *Frontiers in Physiology*, 12(694604), 1–22. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.694604>
2. Altarriba-Bartes, A., Drobnic, F., Til, L., Malliaropoulos, N., Montoro, J. B., & Iruña, A. (2014). Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study. *BMJ Open*, 4(2), 1–7. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2013-004605>
3. Arnaiz-Lastras, J., Fernández Cuevas, I., López Díaz, C., Gómez Carmona, P., & Sillero Quintana, M. (2014). Aplicación Práctica de la Termografía Infrarroja en el Fútbol Profesional. *Revista de Preparación Física En El Fútbol*, 13.
4. Ayala, F., Sainz De Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2013). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 6(3), 120–128. [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(13\)70046-7](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(13)70046-7)
5. Borkowski, P., Zuzda, J. G., & Latosiewicz, R. (2019). Strength, flexibility and temperature changes during step aerobics training. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 831, 231–241. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97286-2\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97286-2_21)
6. Calle Fuentes, P., Muñoz-Cruzado Y Barba, M., Catalán Matamoros, D., & Fuentes Hervías, M. T. (2006). Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos

realmente? *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 9(1), 36–44.

[https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(06\)73113-6](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(06)73113-6)

7. Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores senior de balonmano. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 14(2), 111–120. <https://doi.org/10.4321/s1578-84232014000200012>
8. Cejudo Palomo, A., San Cirilo Soriano, B., Robles Palazón, F. J., & Saiz De Baranda, M. D. P. (2018a). Análisis del perfil de flexibilidad en jóvenes taekwondistas. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 13(2s), 30. <https://doi.org/10.18002/rama.v13i2s.5503>
9. Cejudo Palomo, A., San Cirilo Soriano, B., Robles Palazón, F. J., & Saiz De Baranda, M. D. P. (2018b). Efecto de la categoría de edad sobre el perfil de flexibilidad en jóvenes taekwondistas. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 13(2s), 34. <https://doi.org/10.18002/rama.v13i2s.5504>
10. Declaración de Helsinki, Antecedentes y posición de la Comisión Nacional de Bioética, (2013). <http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/helsinki.pdf>
11. Código de Nuremberg, Normas éticas sobre experimentación en seres humanos, (1997). [http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/2.INTL.\\_Codigo\\_Nuremberg.pdf](http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/2.INTL._Codigo_Nuremberg.pdf)
12. Corte, A., Pedrinelli, A., Marttos, A., Grava, I., Grava, J., & Hernandez, A. (2019). Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study Team Physician of Sport Club Corinthians Paulista,

Sports Medical Speciality of Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidad. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000431>

13. De La Vega, D. D., Castillo López, A. P., & Loachamin Aldaz, E. M. (2021). Diferencias biomecánicas en el taekwondo entre la categoría clasificado y novato realizando la patada mondolyo furyo chagui. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 26(276), 75–89. <https://doi.org/10.46642/efd.v26i276.2918>
14. De Oliveira, U. F., de Araújo, L. C., de Andrade, P. R., dos Santos, H. H., Gomes Moreira, D., Sillero-Quintana, M., & de Almeida Ferreira, J. J. (2018). Skin temperature changes during muscular static stretching exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(3), 451. <https://doi.org/10.12965/JER.1836056.028>
15. Escamilla-galindo, V. L., Estal-martínez, A., Adamczyk, J. G., Brito, C. J., & Arnaiz-lastras, J. (2017). Skin temperature response to unilateral training measured with infrared thermography. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(5), 526–534. <https://doi.org/https://doi.org/10.12965/jer.1735046.523>
16. Fernández-Cuevas, I., Bouzas Marins, J. C., Arnáiz Lastras, J., Gómez Carmona, P. M., Piñonosa Cano, S., García-Concepción, M. Á., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics and Technology*, 71, 28–55. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>
17. Gesslein, M., Schlick, J., Müller-Kühnle, J., Biber, R., Benzi, A., Bail, H.-J., & Schröder, J. (2018). Hamstring Injuries in Taekwondo: Injury Patterns and Performance Following Conservative Therapy-A Case Series Involving Four Elite

- Athlete. *Orthopedics and Sports Medicine Open Access Journal*, 1(4), 63–66.  
<https://doi.org/10.32474/OSMOAJ.2018.01.000118>
18. Gómez-Carmona, P., Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J., & Navandar, A. (2020). Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(8), 1222–1227.  
<https://doi.org/10.1123/JSR.2019-0056>
19. Grinspan Segal, G. A. (2019). Propiedades Biomecánicas del Músculo Esquelético Evaluadas mediante elastografía por ondas de superficie. Universidad de la República de Uruguay.
20. Gutiérrez-Vargas, R., Ugalde-Ramírez, J. A., Rojas-Valverde, D., Salas-Cabrera, J., Rodríguez-Montero, A., & Gutiérrez-Vargas, J. C. (2017). Infrared thermography as an effective tool to detect damaged muscle areas after running a marathon. *Revista Facultad de Medicina*, 65(4), 601–607.  
<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n4.60638>
21. Heidari, S., Babor, T. F., De Castro, P., Tort, S., & Curno, M. (2016). Sex and Gender Equity in Research: rationale for the SAGER guidelines and recommended use. *Research Integrity and Peer Review*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S41073-016-0007-6/TABLES/2>
22. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metología de la Investigación* (M. G. Hill (ed.); 6th ed.).
23. Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Guitart, M., Blazevich, A. J., & Alcaraz, P. E. (2020). Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function. *Sports*, 8(5).



<https://doi.org/10.3390/SPORTS8050065>

24. Kisner, C. (2012). *Ejercicio Terapéutico, Fundamentos y Técnicas* (5th ed.). Panamericana.
25. Laumonier, T., & Menetrey, J. (2016). Muscle injuries and strategies for improving their repair. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/S40634-016-0051-7>
26. Ley General de Salud Mexicana. Art. 13, 14, 17 y 100, publicada el 7 de febrero de 1984 y actualizada el 22 de noviembre de 2021.
27. Marins, J. C. ., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A. A., & Sillero-Quintana, M. (2015b). Applications of Infrared Thermography in Sports. A Review. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 15(60), 805–824. [https://www.redalyc.org/pdf/542/54243097012\\_2.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/542/54243097012_2.pdf)
28. Minghelli, B., Machado, L., & Capela, R. (2020). Musculoskeletal injuries in taekwondo athletes: a nationwide study in Portugal. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 66(2), 124–132. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.66.2.124>
29. Moenig, U. (2011). The Evolution of Kicking Techniques in Taekwondo Related papers. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(1), 117–140.
30. Muñoz Ch, S., Astudillo A., C., Miranda V., E., & Albarracin G., J. F. (2018). Muscle injuries in sports: Imaging study. *Revista Chilena de Radiología*, 24(1), 22–33. <https://doi.org/10.4067/S0717-93082018000100022>
31. Nur, S., Binti, B., Sokran, M., Periasamy, R. A. / P., & Paul, J. (2019). Inter-rater and intra-rater reliability between experience and non-experienced examiners on 90-90 active knee extension test using goniometer among healthy college students.

International Journal of Medical and Exercise Science, 5(3), 586–593.

[www.ijmaes.org](http://www.ijmaes.org)

32. Paramitha, S. T., Rosadi, T. Y., Ramadhan, M. G., & Suwanta, D. M. (2020). The Influence of Flexibility Training on the Accuracy of the Dollyo Chagi Kick in Taekwondo Martial Arts. *Advances in Health Sciences Research*, 21, 317–320. <https://doi.org/10.2991/AHSR.K.200214.084>
33. Payne, S., Macintosh, A., & Stock, J. (2018). Body size and body composition effects on heat loss from the hands during severe cold exposure. *American journal of physical anthropology*, 166(2), 313–322. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23432>
34. Pinzon, O. A., & Trujillo, S. E. (2002). Análisis de la patada Dollyo-Chagi en Taekwondo. *Revista Médica de Risaralda*, 8(2), 1–8.
35. Programa Estatal del Deporte Queretano 2019-2021. INDEREQ, Querétaro, México.
36. Real Academia de la Lengua Española (2020). Edad- Definición. <https://dle.rae.es/edad>
37. Reyes, J., Curiel, S., & Hernández, G. (2021). Relación entre el desequilibrio de músculos flexores y extensores de rodilla y las lesiones musculares en atletas de la Selección Mexicana de Taekwondo. *European Scientific Journal*, 17(10), 64–76. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n10p64>
38. Saladin, K. S. (2013). *Anatomía fisiología* (6th ed.). Mc Graw Hill.
39. Sánchez-Jiménez, Jose Luis, Tejero-Pastor, Jimenez-Perez, Cibrián Ortiz de Anda, Salvador-Palmer y Priego-Quesada, 2022. Chronic and Acute Effects on Skin Temperature from a Sport Consisting of Repetitive Impacts from Hitting a Ball with the Hands. 22(21). <https://doi.org/10.3390/s22218572>

40. Sanz-López, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Valero-Campo, C., & Berzosa, C. (2016). Thermographic assessment of eccentric overload training within three days of a running session. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 504–511.
41. Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9-17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British journal of sports medicine*, 52(22), 1445–14563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098253>
42. Viegas, F., Mello, M. T. de, Rodrigues, S. A., Costa, C. M. A., Freitas, L. de S. N., Rodrigues, E. L., & Silva, A. (2020). The Use of Thermography and its Control Variables: A Systematic Review. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26(1), 82–86. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202601217833>
43. Villaquiran, A., Jácome, S., & Meza, M. (2019). Efectos de un programa de prevención de lesiones sobre la flexibilidad, la estabilidad del Core y el equilibrio dinámico | Villaquiran Hurtado | *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*. *Revista Cubana de Medicina Del Deporte y La Cultura Física*, 14(1). <http://www.revmedep.sld.cu/index.php/medep/article/view/21/18>
44. Villareal Ríos, E. (2011). *El Protocolo de Investigación en las Ciencias de la Salud* (Trillas (ed.); 1st ed.).
45. Weppeler, C. H., & Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: A matter of increasing length or modifying sensation? *Physical Therapy*, 90(3), 438–449. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090012>

46. Zhang, H. Y., Son, S., Yoo, B. R., & Youk, T.-M. (2023). Reference Standard for Digital Infrared Thermography of the Surface Temperature of the Lower Limbs. *Bioengineering*, 10(3), 283. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/bioengineering10030283>

## XI. Anexos

### Anexo 1. Registro de protocolo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE ENFERMERÍA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



FORMATO PARA EL CONTROL INTERNO DE REGISTRO DE INVESTIGACIÓN

FEN-INV-DIP-09

Registro: 009-MCRMH/FEN-INV-DIP-09  
Centro Universitario, 25 de abril del 2022

**C. Mayra Patricia González Hernández.**

Presente

Por medio de este conducto me permito informarles que su protocolo de investigación ha quedado debidamente registrado a lo siguiente:

Título	Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoines
Responsable del proyecto	LFT. Mayra Patricia González Hernández
Director de tesis	Dra. Arely Guadalupe Morales Hernández
No. De registro	009-MCRMH/FEN-INV-DIP-09

Hago propicia la ocasión, para enviarles un cordial saludo

**“Cultivando el cuidado, el movimiento y la rehabilitación del Ser”**

*Atentamente*

**M. en N.C. Balkis de Guadalupe López Hurtado**  
Coordinadora del Área de Investigación de FEN

C.c.p. Expediente del alumno.

COORDINACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y JEFATURA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## Anexo 2. Aprobación de protocolo por Comité de bioética



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE ENFERMERÍA

Santiago de Querétaro, Qro. 20 de mayo de 2022.



**ASUNTO: DICTAMEN  
COMBIOENF-004-2022-PRO**

**MAYRA PATRICIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ  
P R E S E N T E**

Sirva la presente para saludarles al tiempo que hacemos de su conocimiento que, derivado del proceso de evaluación ética, bioética del proyecto de investigación titulado: **Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoinos. 009-MCRMH/FEN-INV-DIP-09.**

El H. Comité de Bioética de la FEN-UAQ tiene a bien otorgarle el DICTAMEN: **APROBADO**, en virtud de lo siguiente:

1. Cumple con todos los elementos solicitados para la evaluación ética y bioética.
2. Cumple y respeta los lineamientos éticos y bioéticos nacionales e internacionales establecidos para el trabajo con animales y/o individuos.
3. Respeto los principios éticos y bioéticos, asimismo respeta la dignidad de las personas involucradas.

Por lo anterior, usted podrá continuar con su trabajo de investigación.

**Atentamente**

**COMITÉ DE BIOÉTICA**

  
**MTRA. EN PSIC. SOC. LILIANA VELÁZQUEZ UGALDE  
PRESIDENTE**

## Anexo 3. Flyer

### "Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de los músculos isquiotibiales en taekwondoines"

#### ¿Cómo debo presentarme al estudio?

El estudio se realiza por una cámara especial que detecta el calor del cuerpo.

Estas condiciones aumentan la temperatura corporal.

- El análisis se realizará en short holgado (preferentemente de poliéster).
- No utilizar ningún tipo de sustancia en piel de las piernas (crema, perfume, loción).
- No realizar actividad física desde el día anterior a la aplicación.
- No tomar bebidas alcohólicas o estimulantes, ni fumar 1 día antes de la prueba.
- No rasurar ninguna parte de las piernas.
- No estar bajo ningún tratamiento médico
- No presentar síntomas de resfriado.
- No vestir ropa ajustada antes del análisis. Llevar calcetines cortos.
- No consumir alimentos calientes (café) o picantes 2 horas antes.
- Presentarse 5 min antes de tu prueba.



#### Anexo 4. Encuesta Sociodemográfica

ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA		
Instrucciones: 1. Pregunte al participante los siguientes apartados. 2. Según sea el caso, complete los apartados o seleccione la respuesta que concuerde con la del participante. 3. Mida el ángulo de flexibilidad y registre los grados obtenidos en el apartado de ángulo de flexibilidad.		
Fecha:	Folio (asignar según orden de evaluación):	
Nombre del participante:		
Sexo:	Masculino                      Femenino	Edad:
Utilizó algún tipo de sustancia en piel de las piernas (crema, perfume, loción).	Si	No
¿Realizó actividad física ayer u hoy?	Si	No
Ayer u hoy, ¿consumió bebidas alcohólicas o estimulantes?	Si	No
¿Ha fumado el día de Ayer u hoy?	Si	No
¿Se rasuró alguna parte de las piernas?	Si	No
¿Está tomando algún medicamento?	Si	No
¿Tiene síntomas de resfriado?	Si	No
En las últimas 2 horas, ¿ha consumido café?	Si	No
En las últimas 2 horas, ¿ha consumido alimentos picantes?	Si	No
Lesiones al momento de la evaluación:		
Ángulo de flexibilidad:    Derecho _____ Izquierdo _____		



## **Anexo 5. Consentimiento Informado**

### **Consentimiento informado**

Como parte de este estudio de vinculación titulado “ **Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoines**” de la Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano(MCRMH), de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro(UAQ).

Yo \_\_\_\_\_,  
he decidido participar en este proyecto, entiendo que se me pedirá llevar a cabo diversas pruebas para evaluar mi nivel de condición física. Entiendo que este proyecto será ejecutado por los investigadores principales: la fisioterapeuta titulada y estudiante de la MCRMH Mayra Patricia González Hernández, y la asesora responsable del proyecto la catedrática M.A. Arely Guadalupe Morales Hernández perteneciente a la misma institución.

#### **Selección de sujetos:**

He sido invitado a participar en este estudio porque pertenezco a la selección estatal de Taekwondo y no tengo ninguna lesión que me impida acudir a mi entrenamiento.

#### **Objetivo del estudio:**

Determinar si existe relación entre la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoínes.

#### **¿En qué consiste mi participación?**

Me presentaré en el laboratorio clínico de la licenciatura en Fisioterapia, del Campus Corregidora de la UAQ, donde se me medirá la flexibilidad de los músculos de la parte de atrás de la pierna, para lo cual, acostado boca arriba, me pedirán que doble la cadera y extienda la rodilla, a mi propia tolerancia y sin que esto provoque dolor. También se me tomará una foto de la región de atrás de los muslos para lo cual debo asistir con short y en las condiciones que se me especificaron.

#### **Beneficios:**

Recibiré resultados de mi flexibilidad para los músculos posteriores de la pierna(isquiotibiales). Estos resultados permitirán al atleta conocer su grado de flexibilidad

en esta región, de forma que el mismo pueda usarla para potencializarla o mantenerla. Así mismo, el entrenador recibirá la información de cada deportista evaluado.

**Confidencialidad:**

Mis datos como participante serán estrictamente utilizados para fines de investigación. Aunado a que autorizo la toma de fotografías de miembros inferiores (muslos y piernas) (región dónde se ubican los músculos que se analizarán), las cuales podrán ser presentadas posteriormente en eventos académico-científicos y/o publicados en revistas o libros especializados con fines científicos y académicos, advirtiéndome que en ningún caso seré identificado por mi nombre o mi rostro. Así como cualquier otra zona de mi cuerpo no será analizada, con la finalidad de salvaguardar mi identidad como participante.

**Posibles riesgos:**

Ninguna prueba representa ningún riesgo para el participante, ya que cada movimiento será a tolerancia de cada atleta, y la imagen termográfica, implica únicamente la toma de una foto.

**Acciones para evitar posibles accidentes:**

Aunque no representa ningún riesgo, se deben seguir las indicaciones de los responsables, se debe mantener el orden y no realizar otras actividades como correr, empujar, etc. También se seguirán los lineamientos de seguridad e higiene, de acuerdo a la observancia general para la comunidad universitaria frente a la pandemia de COVID -19 de la UAQ.

**Acciones en caso de presentarse alguna complicación:**

Las pruebas son seguras y no implican riesgo, pero en caso de que el participante sufra algún accidente como caídas, tropiezos, etc. en el traslado dentro del campus, o cualquier otra situación de índole médico, será atendido dentro de las instalaciones de la clínica SUAF ubicada en el mismo campus, donde podrá ser atendido por el personal de fisioterapia y de enfermería.

**Si soy padre del atleta menor de 18 años ¿Estoy obligado a enviar a mi hijo?**

La participación en este proyecto es voluntaria y nadie puede ser obligado a formar parte del mismo. El participante puede decidir abandonar la investigación en cualquier momento, sin que haya repercusión de ningún tipo sobre él, ni sobre su entrenamiento.

Nombre y firma del atleta voluntario \_\_\_\_\_

Nombre y firma de testigo \_\_\_\_\_

Nombre y firma de testigo \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

**Dudas:**

[mayra.gonzalez@uaq.edu.mx](mailto:mayra.gonzalez@uaq.edu.mx), 4423112289

## **Anexo 6. Asentimiento informado**

### **Asentimiento informado**

Título del proyecto: “ **Asociación de la flexibilidad y los cambios térmicos de región isquiotibial en taekwondoinés**”

Hola mi nombre es  **Mayra Patricia González Hernández**  y soy estudiante de la Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano, de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Actualmente estoy realizando una investigación para conocer la flexibilidad de las piernas y observar si tiene relación con la temperatura de esa misma zona de los taekwondoinés de la selección estatal de taekwondo.

Por eso quiero invitarte a participar en este estudio. Tu participación en el estudio consistirá en la toma de fotografías de tus piernas, mediante una cámara que detecta la temperatura corporal. Además, se medirá el movimiento de tu cadera y rodillas.

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando tu papá o mamá, o cualquier otra persona haya dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio.

También es importante que sepas que, si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder a alguna pregunta en particular, tampoco estás obligado. Toda la información que nos proporciones, así como las mediciones que realicemos servirán para conocer tu flexibilidad.

Esta información será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas y los resultados de tus mediciones, sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio, tu entrenador, y tutores o papás.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una ( ✓ ) en el cuadrado de abajo que dice “Sí quiero participar” y escribe tu nombre. Si no quieres participar, no pongas ninguna ( ✓ ), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar

Nombre (Escribe tu nombre):

---

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento (Investigador):

---

\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora:  
Dudas: [mayra.gonzalez@uaq.edu.mx](mailto:mayra.gonzalez@uaq.edu.mx), 4423112289