



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

Correlación de la estabilidad articular de miembros inferiores y
termografía en el futbolista amateur.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias de la Rehabilitación en el movimiento humano.

Presenta

Christian Fernando Arteaga Ortiz

Dirigido por:

Dr. Irving Armando Cruz Albarrán

Codirigido por:

M.I.M María Eustolia Pedroza Vargas

Dr. Irving Armando Cruz Albarrán
Presidente

M.I.M María Eustolia Pedroza Vargas
Secretario

Dr. Carlos Andrés Pérez Ramírez
Vocal

Dr. Julio César Méndez Ávila
Suplente

Dra. Arely Guadalupe Morales Hernández
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Fecha de aprobación (pendiente)
México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

1. Dedicatorias

La presente tesis es dedicada a mi familia, en especial a mi padre que desde siempre me motivó a realizar la maestría y al resto de la familia agradecer por el apoyo durante todo el proceso, infinitas gracias.

2. Agradecimientos

A dios por permitirme cursar este posgrado con salud y muchas ganas a pesar de la carga de trabajo que se tenía.

A mi familia por su incondicional apoyo, sobre todo el apoyo a nivel anímico y motivacional.

Gracias a mis padres por crear en mí una persona de superación y perseverancia, así como un ser humano con valores y principios que me han llevado de la mano siempre en cada proyecto que voy emprendiendo.

Gracias a la Dra. Elizabeth Rodríguez por ser mi tutora y apoyarme con el desarrollo de la tesis, admiro mucho su paciencia y dedicación a lo que hace.

A cada uno de mis maestros con los que pude compartir la maestría, por aportar cada día una semilla más de aprendizaje y abrir brechas para seguir generando conocimiento.

3. Índice

1.	Dedicatorias	2
2.	Agradecimientos.....	3
3.	Índice	4
4.	Índice de figuras.	7
5.	Índice de tablas.	7
6.	Resumen	9
7.	Abstract.....	11
8.	Introducción.....	12
9.	Planteamiento del problema.	14
10.	Justificación.....	15
11.	Revisión de la literatura.....	18
11.1	El fútbol.....	18
11.2	Extremidades inferiores.....	19
11.3	Termografía.....	22
11.3.1	Termografía en el área de la salud.	23
11.3.2	Uso de la termografía en fisioterapia.	25
11.3.3	Requisitos técnicos y procedimiento en termografía.	26
11.3.4	Normalidad térmica	27
11.4	Estabilidad articular y equilibrio.	28

11.5 Y Balance Test.	29
11.6 Diferencia de la longitud de las extremidades inferiores.	31
11.6.1 Medición de la diferencia de longitud de las extremidades inferiores. Método directo con cinta métrica.	32
12. Estado del arte.	33
13. Hipótesis.	35
14. Objetivos.....	36
15. Material y Métodos.....	36
16. Población y muestra.	37
16.1 Criterios de la muestra.....	37
16.1.1 Criterios de inclusión:.....	37
16.1.2 Criterios de exclusión:	37
16.1.3 Criterios de eliminación:.....	38
17. Instrumentos.	38
17.1 Y Balance Test.	38
17.2 Cinta métrica.	39
17.3 Termografía.	39
18. Procedimiento.....	40
19. Ética del estudio.	42
20. Plan de Análisis.	44

21.	Resultados.....	45
22.	Discusión.	50
23.	Conclusiones.....	53
24.	Referencias.	55
25.	Anexos.....	60

4. Índice de figuras.

Figura 1. Imagen termográfica de miembros inferiores en vista posterior y anterior.....	23
Figura 2. Toma de imagen termográfica en tiempo real.....	24
Figura 3. Visualización de las direcciones del Y Balance Test.....	30
Figura 4. Medición directa con cinta métrica de la longitud de la extremidad inferior.....	32
Figura 5. Procedimiento para la obtención de mediciones	42

5. Índice de tablas.

Tabla 1. Distribución de los músculos del miembro inferior por regiones.....	21
Tabla 2. Utilidad de la termografía en el proceso de atención en fisioterapia.....	25
Tabla 3. Requisitos mínimos para el estudio termográfico.....	26
Tabla 4. Escala del nivel de atención prestado en función de las diferencias de temperaturas	34
Tabla 5. Análisis descriptivo Y Balance Test	45
Tabla 6. Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista anterior basal.....	46
Tabla 7. Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista posterior basal.....	46
Tabla 8. Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista anterior final.....	47
Tabla 9. Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista posterior final.....	47
Tabla 10. Resultados térmicos por región de interés.....	48

Tabla 11. Resultados de correlación termografía con el Y Balance Test en toma basal anterior.....	49
Tabla 12. Resultados de correlación termografía con el Y balance test en toma final posterior.....	49

6. Resumen

El fútbol es un deporte donde predominan los saltos, cambios de dirección y situaciones de aceleración y desaceleración, lo que genera riesgo de sufrir una lesión de la extremidad inferior. Por lo anterior, una pobre habilidad de balance está significativamente relacionada con un mayor riesgo de lesiones en tobillo y rodilla. La Termografía infrarroja detecta asimetrías térmicas en las extremidades, esta asimetría puede derivar en una lesión, repercutiendo en el rendimiento, la salud del deportista y la planificación táctica del equipo. Como propósito del estudio se buscó correlacionar la estabilidad articular y termografía infrarroja de miembros inferiores en el futbolista amateur. La premisa de investigación fue probar la correlación de la estabilidad articular de los miembros inferiores y los cambios térmicos en el futbolista amateur en donde a mayor inestabilidad articular de miembros inferiores, mayor temperatura, lo que podría generar un mayor riesgo de lesión. Bajo un diseño no experimental, observacional, de tipo descriptivo-correlacional, transversal y prospectivo con muestreo no probabilístico por conveniencia se llevaron a cabo las pruebas utilizando termografía que se midió con cámara infrarroja en dos momentos, antes y después del Y Balance Test, para medir la estabilidad dinámica del miembro inferior e identificar el riesgo de sufrir una lesión. La población fue compuesta por participantes de la liga “Corona barrio” del municipio de Querétaro, siendo 48 equipos con 10 integrantes cada uno, 36 de la rama varonil y 12 de la rama femenil en categoría libre y con una edad promedio de 18 a 30 años. De esta población se obtuvo una muestra de 22 participantes divididos por posición táctica en el equipo, 2 delanteros, 9 defensas, 10 medios y 1 contención. Con los análisis encontrados se evidenció que no existe correlación entre la estabilidad articular de los miembros inferiores y los cambios térmicos en el futbolista amateur. Este estudio permite crear nuevas líneas de conocimiento en el área de fisioterapia, ciencias del movimiento y

deporte para futuras investigaciones considerando la correlación de algunas otras variables que se tomaron en cuenta como la talla, el índice de masa corporal o la pierna dominante.

7. Abstract.

Football is a sport where jumps, changes of direction and acceleration and deceleration situations predominate, which generates a risk of suffering a lower limb injury. Therefore, poor balance ability is significantly related to a higher risk of ankle and knee injuries. Infrared thermography detects thermal asymmetries in the extremities, this asymmetry can lead to an injury, affecting the performance, health of the athlete and the tactical planning of the team. The purpose of the study was to correlate joint stability and infrared thermography of lower limbs in amateur soccer players. The research premise was to test the correlation of joint stability of the lower limbs and thermal changes in amateur soccer players where the greater the joint instability of the lower limbs, the higher the temperature, which could generate a greater risk of injury. Under a non-experimental, observational, descriptive-correlational, cross-sectional and prospective design with non-probabilistic convenience sampling, the tests were carried out using thermography that was measured with infrared cameras at two times, before and after the Y Balance Test, to measure the dynamic stability of the lower limb and identify the risk of injury. The population was composed of participants from the "Corona barrio" league of the municipality of Querétaro, being 48 teams with 10 members each, 36 from the men's branch and 12 from the women's branch in the open category and with an average age of 18 to 30 years. From this population, a sample of 22 participants was obtained, divided by tactical position in the team, 2 forwards, 9 defenders, 10 midfielders and 1 containment. With the analyses found, it was evident that there is no correlation between the joint stability of the lower limbs and thermal changes in amateur soccer players. This study allows for the creation of new lines of knowledge in the area of physiotherapy, movement sciences and sport for future research considering the correlation of some other variables that were taken into account such as height, body mass index or dominant leg.

8. Introducción.

La participación en deportes conlleva un riesgo de sufrir lesiones que pueden frecuentemente inhabilitar la práctica deportiva (Fort & Romero, 2013). En deportes de contacto como el fútbol, donde se requieren cambios rápidos de dirección y alta demanda de agilidad, estos factores incrementan el riesgo de a sufrir una lesión.

El pie humano es una estructura altamente especializada, con una biomecánica compleja que le permite cumplir con las funciones de locomoción, amortiguación y equilibrio. El desempeño adecuado de estas funciones se evidencia en una precisa distribución de cargas de presión sobre el sistema musculo esquelético, que ocurre tanto en condiciones estáticas como de movimiento (Gómez et al., 2010). Cuando existe alguna disfunción de uno o varios componentes musculo esqueléticos y/o biomecánicos, esta condición puede generar cambios y adaptaciones compensatorias, que puedan afectar estructuras anatómicas superiores como las articulaciones de la rodilla, la cadera y la columna vertebral, modificando severamente la fisiología articular.

En la actividad deportiva, el balance postural es indispensable para mantener la estabilidad durante el juego. El balance postural se basa en la integración multisensorial. Se ha reportado que una deficiencia en el balance postural está relacionada significativamente con un mayor riesgo de lesiones de tobillo y rodilla; este tipo de lesión es más prevalente en los hombres que en las mujeres de la misma condición (Hernández et al., 2013).

Se ha descrito que en las lesiones de miembro inferior se desarrollan compensaciones y alteraciones biomecánicas, que se traducen en inestabilidad pélvica en los diferentes planos, alteraciones del centro de gravedad y las alteraciones en el apoyo plantar, entre otros (Montoya y Pérez, 2016).

Durante la actividad física y el reposo, las regiones corporales emiten cantidades variables de calor. La respuesta térmica depende de ajustes fisiológicos como el equilibrio corporal y salud del deportista. La relación entre la actividad térmica y el estado de homeostasis, o la pérdida de esta, permite establecer aplicaciones de técnicas como la termografía en el deporte. La aplicación de la termografía infrarroja en el deporte facilita la recolección de una mayor cantidad de información sobre el estado del deportista, factor clave para la planificación de un entrenamiento personalizado con mayores beneficios (Marins et al., 2015).

El presente estudio planteó relacionar la estabilidad articular y la termografía en los miembros inferiores en el futbolista amateur a fin de generar pautas preventivas de lesiones en deportistas que presentan deficiencias en la estabilidad articular y asimetrías térmicas anormales del miembro inferior, con el objetivo de crear estrategias que mejoren el rendimiento y desempeño del futbolista.

9. Planteamiento del problema.

Las lesiones constituyen uno de los principales retos a los que se enfrentan los deportistas. En particular, en el fútbol, durante la Eurocopa de 2008 se reportó una tasa de incidencia de 41.6 lesiones por cada 1000 horas de práctica competitiva.

De estas, el 73% se debió a traumatismos y el 27% a problemas derivados de la sobrecarga (Hägglund et al., 2009). Se puede destacar el trabajo de García-Angulo (2018), donde se menciona que las lesiones más prevalentes en el ámbito del fútbol corresponden a estructuras de la rodilla, el tobillo y a la musculatura del tren inferior. Estos daños tisulares se originan predominantemente por mecanismos traumáticos de contacto, especialmente durante acciones de disputa del balón.

Otros estudios realizados por la Federación Internacional de Fútbol (FIFA) reportan que hay un 40% de incidencia en lesiones musculares, con mayor frecuencia en miembros inferiores (García-Tamez et al., 2012). La extremidad inferior es la localización más frecuente de las lesiones en los futbolistas, con aproximadamente el 60% de las lesiones; la rodilla y el tobillo son los sitios más frecuentes de lesión (Correa et al., 2013).

La mayoría de las fuentes consultadas se han realizado en futbolistas profesionales de altas divisiones profesionales, no encontrándose en poblaciones mexicanas, existiendo una deficiencia de investigación a nivel amateur en donde en algunos casos el juego libre se da sin formalidad en los entrenamientos.

Asimismo, un elemento central del presente estudio es la estabilidad articular del miembro inferior en relación con el centro de gravedad corporal. La alteración en el control de la posición de dicho centro, donde se concentra el peso corporal, ha sido identificada como un factor de riesgo relevante para la aparición de lesiones en la extremidad inferior (Fort y Romero, 2013). La base de sustentación del cuerpo, que, en bipedestación, se encuentra en

medio de nuestros pies, juega un papel importante, impactando en la estabilidad articular del individuo.

El correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular, ejerce un papel clave en el control de la estabilidad articular, la cual, es importante en el ámbito deportivo desde la perspectiva del rendimiento, la prevención de lesiones y la readaptación a la competencia deportiva post lesión. El fútbol es un deporte en el que predominan los saltos, los cambios de dirección y las situaciones de aceleración y desaceleración lo que genera un riesgo para el deportista a sufrir una mayor incidencia lesiva de la extremidad inferior (Fort y Romero , 2013).

En este contexto, se evidencia la necesidad de implementar estrategias orientadas a la prevención de lesiones. Entre las herramientas con mayor potencial tanto para los deportistas como para los profesionales encargados de su seguimiento se encuentra la termografía infrarroja (TI). El estudio de Albert y colaboradores (1964) se reconoce como el primero en utilizar esta técnica para la evaluación de alteraciones musculoesqueléticas.

La TI puede detectar asimetrías térmicas en las extremidades, esta asimetría podría derivar en una lesión, con su consiguiente repercusión en el rendimiento y la salud del deportista, así como, en la planificación táctica del equipo (Marins et al., 2015).

Por lo anteriormente señalado surge la necesidad de responder la siguiente pregunta de investigación ¿Existe correlación de la estabilidad articular de miembros inferiores y termografía en el futbolista amateur?, de ser así, ¿cuál sería?

10. Justificación.

El presente trabajo de investigación se realizó debido a la alta demanda que se había encontrado en la consulta privada y pública de lesiones deportivas especialmente en miembros inferiores, muy puntualmente en la rodilla y tobillo, en el deporte más común que

se practica como lo es el fútbol. Es importante conocer cuáles factores son predictores de riesgo asociados a dichas lesiones, además de asegurar que el jugador se desempeñe de forma óptima en sus actividades y tareas en la posición asignada dentro del equipo.

Se considera relevante que exista una evaluación integral previa que verifique que el deportista cuente con las cualidades para realizar la actividad deportiva. Esta investigación puede tener efectos no sólo en el fútbol sino también en aquellos que representan una considerable exigencia de movimiento y desplazamiento de un lugar a otro, como por ejemplo la gimnasia, el baloncesto y el voleibol.

Se ha informado con frecuencia que el equilibrio y la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores están relacionados con el deporte. El conocimiento sobre la relación entre el equilibrio y la fuerza es importante para identificar a los individuos en riesgo porque los déficits en estos componentes neuromusculares están asociados con un mayor riesgo de sufrir lesiones y caídas (Muehlbauer et al., 2015).

En este contexto, resulta necesaria la implementación de propuestas de evaluación complementarias que permitan atender las necesidades del deportista frente a la lesión, tanto en la fase previa a su aparición como durante el proceso de rehabilitación y una vez concluido este (Seirul-lo, 2017). Entre estas propuestas innovadoras y de base tecnológica se encuentra la termografía infrarroja, cuya aplicación en el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre la temperatura de la musculatura del miembro inferior y la inestabilidad articular de la cadera, la rodilla y el tobillo. Lo anterior contribuirá a la incorporación de nuevas estrategias orientadas a la identificación de desequilibrios musculares para la prevención de lesiones, favoreciendo el establecimiento de pautas preventivas que modifiquen los factores de riesgo y permitan a los entrenadores incidir de manera más efectiva en el rendimiento colectivo del equipo.

La aplicación de la termografía permite realizar evaluaciones rápidas tanto de carácter cuantitativo como cualitativo, además de posibilitar el seguimiento de la respuesta térmica del deportista, aportando información relevante no solo en relación con el rendimiento, sino también con el estado de salud (Marins, 2015). Asimismo, Hildebrandt et al. (2012) señalan entre las principales ventajas de esta técnica su bajo costo, su carácter no invasivo, su rápida aplicación y su total seguridad, ya que no implica la emisión de radiación. Adicionalmente, la termografía presenta alta reproducibilidad, no requiere contacto directo con el sujeto evaluado y permite el monitoreo en tiempo real de la temperatura cutánea, facilitando la elaboración de perfiles térmicos globales o segmentados mediante la delimitación de Regiones Corporales de Interés (RCI). Asimismo, su utilización en el ámbito deportivo contribuye a la detección temprana de posibles lesiones musculares, articulares o tendinosas, ya que situaciones de sobreuso o sobreentrenamiento pueden manifestarse como incrementos térmicos localizados al compararse con regiones anatómicas homólogas o contralaterales.

Por otro lado, es relevante identificar los factores asociados al máximo rendimiento en el fútbol que posibilitará mejorar el proceso de planificación deportiva en etapas tempranas, como lo es la inestabilidad articular. Por lo que se hace necesario investigar para establecer la asociación de estos factores y su impacto en la competencia. Una de las herramientas con las que se contó en este estudio para el tamizaje del riesgo de lesiones deportivas es el Y balance test, siendo un método simple, reproducible, cuantificable y validado.

La investigación se llevó a cabo con jugadores amateur que participan en ligas locales del municipio de Querétaro, específicamente en ligas de fútbol como el “Corona barrio” en donde se tuvo acceso a los sujetos a evaluar y a el material como la termografía y el Y balance test.

11. Revisión de la literatura.

A continuación, se presentan contenidos de literatura científica que permitieron contextualizar el objetivo de esta investigación.

11.1 El fútbol.

El fútbol, también conocido internacionalmente como soccer, se reconoce como la disciplina deportiva con mayor participación y popularidad a nivel global (FIFA, 2012, citado por Búa et al., 2013). En el ámbito de selecciones nacionales, este deporte contempla múltiples competiciones, incluyendo campeonatos mundiales en diversas categorías, torneos continentales y certámenes regionales como los sudamericanos. La estructura competitiva incluye el Mundial de Clubes, torneos por confederaciones continentales y una amplia variedad de ligas locales tanto profesionales como amateur. Asimismo, el fútbol forma parte del programa oficial de los Juegos Olímpicos (Búa et al., 2013).

De acuerdo con las características propias de la dinámica del fútbol, esta disciplina impone múltiples exigencias de naturaleza técnica, física y emocional. Su práctica demanda que el deportista se mantenga en actividad motriz constante, condición que incrementa la probabilidad de que se produzcan colisiones y, en consecuencia, la aparición de diversas lesiones durante el entrenamiento o la competición (Molano, 2015).

El fútbol es una disciplina de alta complejidad, ya que exige que los jugadores posean habilidades técnicas desarrolladas, una adecuada comprensión táctica y una estabilidad psicológica y social que favorezca la cohesión grupal y la consecución de metas colectivas. En términos de desempeño físico, el futbolista no necesita un desarrollo excepcional de un solo componente de la aptitud física, sino niveles elevados y equilibrados en todas sus dimensiones funcionales (Búa et al., 2013).

El riesgo, la causalidad y la etiología de la lesión deportiva dependen de la interacción de factores intrínsecos (características biológicas y psicológicas) y extrínsecos (características físicas y socioculturales), y su influencia en la conducta del deportista (García et al 2019).

En relación con los factores de riesgo externos asociados al fútbol, destacan variaciones en las cargas de entrenamiento, el tiempo de participación en el juego, el tipo de programa de preparación, la posición desempeñada en el campo, la edad y categoría competitiva, así como, la presencia de antecedentes lesionales. A ello se suman elementos contextuales como la superficie de práctica, los hábitos higiénico-dietéticos, los cambios bruscos de dirección y el uso de calzado inadecuado. Este último puede modificar la distribución de cargas sobre el calcáneo y la articulación subtalar, alterando consecuentemente la biomecánica del arco plantar durante la fase de apoyo y la ejecución de la pisada (García-Solano et al., 2019).

Desde el enfoque condicional, las acciones que resultan más decisivas durante un partido de fútbol son aquellas que implican altos niveles de intensidad, como los sprints, los cambios rápidos de dirección, los saltos, los golpeos, los lanzamientos y las entradas. Los patrones de movimiento propios de este deporte demandan un elevado desarrollo de la fuerza explosiva y la potencia, así como una utilización eficiente del ciclo de estiramiento-acortamiento para la ejecución de movimientos de carácter balístico (García-Pinillos et al., 2014).

11.2 Extremidades inferiores.

Las extremidades inferiores constituyen prolongaciones del tronco, especializadas en el soporte del peso corporal, la locomoción y el mantenimiento del equilibrio (Moore y Dalley, 2017). Cada miembro inferior está conformado por 30 huesos, distribuidos en cuatro segmentos: el fémur en el muslo, la rótula en la rodilla, la tibia y el peroné en la pierna, y los huesos del tobillo y del pie, que incluyen siete huesos del tarso, cinco metatarsianos y catorce falanges.

Desde el punto de vista anatómico, el miembro inferior se organiza en seis regiones principales. La región glútea representa la zona de transición entre el tronco y el miembro inferior libre, e incluye una porción posterior (nalga) y una porción lateral (cadera), esta última ubicada alrededor de la articulación coxal y del trocánter mayor del fémur. La región femoral o muslo se localiza entre las regiones glútea, abdominal y perineal en su parte proximal, y la región de la rodilla en su extremo distal, albergando al hueso fémur; el paso del tronco al miembro inferior ocurre a nivel de la región inguinal.

La región de la rodilla está formada por los cóndilos distales del fémur, la porción proximal de la tibia, la cabeza del peroné y la patela; en su cara posterior se identifica la fosa poplítea, un espacio lleno de tejido adiposo por el que transcurren importantes estructuras vasculonerviosas. La región de la pierna se extiende entre la rodilla y su porción distal más estrecha, conteniendo la mayor parte de la tibia y el peroné y actuando como conexión entre la rodilla y el pie.

El tobillo, o región talocrural, comprende las prominencias óseas medial y lateral conocidas como maléolos tibial y peroneo, respectivamente. Finalmente, la región del pie

constituye el segmento más distal del miembro inferior e incluye el tarso, el metatarso y las falanges correspondientes a los dedos del pie.

La mayoría de los músculos que integran el sistema muscular tienen como objetivo principal producir movimientos en diferentes partes anatómicas del cuerpo. Algunos músculos son estabilizadores de los huesos en las articulaciones, de manera que otros músculos esqueléticos puedan ejecutar un movimiento de manera más eficaz (Tortora y A, 2018).

Cada extremidad inferior cuenta con 50 músculos aproximadamente, distribuidos en las regiones glútea, muslo, pierna y pie, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Distribución de los músculos del miembro inferior por regiones.

Músculos de la región glútea que mueven el fémur

- Iliopsoas
- Glúteos (mayor, medio, menor)
- Tensor de la fascia lata
- Piriforme (piramidal)
- Obturadores (interno y externo)
- Géminos/ gemelos (superior e inferior)
- Cuadrado femoral
- Aductores (largo, corto, mayor)
- Pectíneo

Músculos del muslo que mueven el fémur, la tibia y el peroné:

- Grácil
- cuádriceps (recto femoral, vasto medial, vasto lateral e intermedio)
- Sartorio
- Isquiotibiales (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso)

Músculos de la pierna que mueven el pie y los dedos:

- Tibial anterior

-
- Extensor largo del dedo gordo
 - Extensor largo de los dedos
 - Peroneos (corto, largo y tercero)
 - Tríceps sural (gastrocnemio medial, lateral y sóleo)
 - Plantar
 - Poplíteo
 - Tibial posterior
 - Flexor largo de los dedos
 - Flexor largo del dedo gordo
-

Músculos Intrínsecos del pie que mueven los dedos

- Extensor corto del dedo gordo
 - Extensor corto de los dedos
 - Abductor del dedo gordo
 - Flexor corto de los dedos
 - Abductor del quinto dedo
 - Cuadrado plantar
 - Lumbricales
 - Flexor corto del dedo gordo
 - Aductor del dedo gordo
 - Flexor corto del quinto dedo
 - Interóseos dorsales
 - Interóseos plantares
-

Nota: *Adaptado de Tortora, 2017*

11.3 Termografía

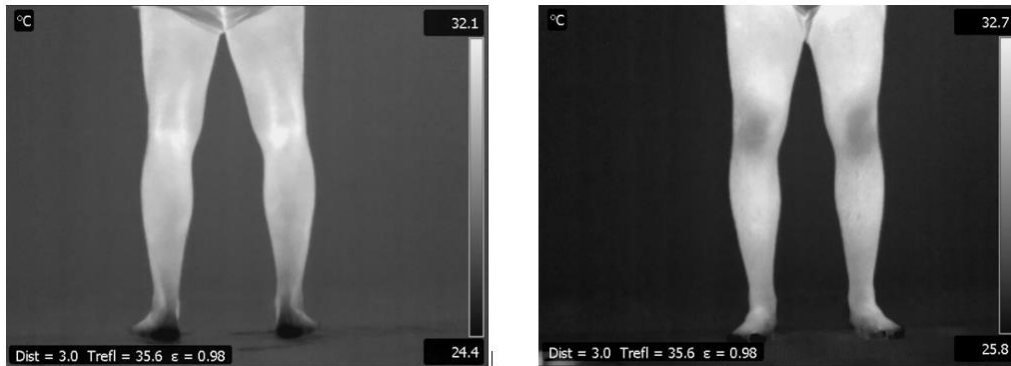
La termografía aplicada en la medicina y áreas afines de la salud, es una técnica no invasiva, que permite cuantificar los cambios en la temperatura superficial de la piel y evaluarla de forma cuantitativa (Becerril et al., 2021). Esta técnica se utiliza con fines médicos para la medición de las temperaturas corporales asociadas al curso de algunas enfermedades, como el pie diabético.

En la termografía se utiliza un dispositivo de exploración que convierte la radiación infrarroja emitida desde la superficie de la piel en una imagen termográfica o termograma como el de la figura 1. El espectro de colores obtenido en un termograma indica el aumento

o disminución de la cantidad de radiación infrarroja que se emite desde la superficie del cuerpo (Robles Dorado, 2015).

Figura 1

Imagen termográfica de miembros inferiores en vista posterior y anterior.



Nota: elaboración propia.

En el ámbito humano, las aplicaciones médicas de la termografía permiten analizar las respuestas fisiológicas reflejadas en la temperatura cutánea, facilitando la detección de diversas alteraciones asociadas a múltiples síndromes dolorosos. Asimismo, esta técnica contribuye al diagnóstico y seguimiento de condiciones vinculadas con intervenciones cardíacas, disfunciones vasculares, trastornos neurológicos e incluso procesos oncológicos (Marins, 2015).

1.3.1 Termografía en el área de la salud.

La TI constituye una herramienta de imagen complementaria que proporciona datos objetivos a tiempo real de la temperatura cutánea de forma no invasiva, no ionizante y no dolorosa como puede apreciarse en la figura 2. Debido a que en el cuerpo humano existe una proporcionalidad directa entre la temperatura cutánea y el flujo sanguíneo cutáneo, las imágenes térmicas se van a convertir en verdaderos mapas de distribución sanguínea cutánea, donde las zonas de mayor temperatura corresponden con áreas de mayor flujo vascular

cutáneo, y, las zonas con menor temperatura con áreas de menor flujo sanguíneo cutáneo (Kellogg, 2006).

Figura 2

Toma de imagen termográfica en tiempo real



Nota: elaboración propia.

Una ventaja adicional de la termografía es que los estudios pueden realizarse tanto de forma estática como dinámica. En condición de reposo, estos permitirán ver el estado basal del sistema, mientras que, en el movimiento, la termografía permitirá visualizar el comportamiento del sistema durante el estrés. El estrés para el cuerpo puede habilitar un aumento de la actividad del sistema nervioso simpático que supone una “lucha, huida, estrés y emergencia” para el organismo. Con lo anteriormente mencionado el sistema simpático autónomo activa diferentes hormonas como la adrenalina y el cortisol. El efecto de dicho impacto del estrés en el cuerpo será directamente proporcional a la cantidad de estímulo al que esté sometido. El uso conjunto de ambas condiciones permitirá localizar alteraciones, compensaciones y disturbios del sistema neuromusculoesquelético y vascular (Fernández y Prats, 2021).

11.3.2 Uso de la termografía en fisioterapia.

El fisioterapeuta se encuentra en consulta con pacientes que presentan disfunciones sensoriales, motoras o autónomas asociadas a alteraciones estructurales como, por ejemplo, las tendinopatías, las lesiones capsulo ligamentosas y musculares y los puntos gatillo miofasciales, por citar algunos. La TI es una herramienta útil en el proceso de atención en fisioterapia (Figura 3), en las fases de evaluación, diagnóstico y pronóstico, planificación, intervención y reevaluación a lo que se conoce como el modelo de intervención en Fisioterapia (MIF). Asimismo, la TI permite establecer un posible pronóstico en función del registro térmico obtenido, así como realizar un seguimiento del tratamiento y reevaluación, aportando datos objetivos en la toma de decisiones de reincorporación laboral o deportiva (Gómez et al., 2017).

Tabla 2

Utilidad de la termografía en el proceso de atención en Fisioterapia

Utilidad de la termografía en el proceso de atención en fisioterapia	
Evaluación	Intervención
➤ Objetivar los cambios térmicos en las estructuras en estático y dinámico (actividades funcionales)	➤ Seleccionar las áreas que se van a tratar en función de la información térmica registrada
➤ Visualización del estado fisiológico del sistema nervioso periférico somático y autónomo, sistema musculoesquelético y sistema vascular	➤ Detección de alteraciones fisiopatológicas que se hallan en estadios subclínico (prevención)
Diagnóstico y Pronóstico	➤ Valorar la reincorporación laboral o deportiva
➤ Establecer correlaciones entre los hallazgos térmicos y sus posibles causas	Reevaluación
➤ Determinar el pronóstico de la patología del paciente en función de los hallazgos térmicos	➤ Evaluar la eficacia del tratamiento empleado y la evolución del estado fisiopatológico del paciente
Planificación	➤ Modificar la pauta del tratamiento

-
- Seleccionar las técnicas de fisioterapia más idóneas para cada paciente en función de los hallazgos térmicos
 - Establecer el carácter más inflamatorio o degenerativo del tejido
-

Nota: Reproducida de Fernández y Prats 2021.

Adicional a lo antes mencionado, hay que agregar a la TI su utilidad como herramienta preventiva con relación a la localización de hallazgos locales asintomáticos, los cuales en muchas ocasiones pasan desapercibidos durante el examen físico del paciente, permitiendo establecer planes de prevención para evitar el posible deterioro del tejido en el futuro (Orlin et al., 2005).

11.3.3 Requisitos técnicos y procedimiento en termografía.

Para la adquisición correcta de una imagen térmica se necesita de un equipo que cumpla unos requisitos técnicos mínimos, así como seguir un protocolo para la preparación del paciente y toma de la imagen. Es necesario que se cumplan los requisitos mostrados en la figura 4, a fin de asegurar la calidad y la validez del procedimiento de imagen. Entre estos aspectos se encuentran la cámara infrarroja, las características de la sala y el protocolo de toma de imágenes o software para el procesamiento de éstas.

Tabla 3

Requisitos mínimos para el estudio termográfico

Requisitos mínimos para el estudio termográfico
Sala
➤ Temperatura 18-25°C
➤ Tamaño: mínimo 2x3 m
➤ Sistema de ventilación: sin flujo directo sobre el paciente
➤ Iluminación: evitar bombillas incandescentes sobre el paciente

-
- Otras fuentes de emisión de calor o frío: evitar proximidad con el paciente y con la cámara térmica
 - Características de la cámara
 - Detector: rango de longitud de onda de 8 a 15 μm
 - Resolución: mínima 320x240 ppp
 - Diferencia de temperatura equivalente a ruido (NEDDT): menor o igual a 50 Mk
 - Sensibilidad térmica: menor o igual a 0,05-30°C
 - Intervalo de temperatura: de 15 a 45°C
 - Precisión: $\pm 2\%$
 - Frecuencia de imagen: 30-60Hz
 - Distancia focal: 45 cm al infinito
 - Sistema de almacenamiento de imágenes: USB, SD o descarga directa a PC
 - Paciente
 - Aclimatación: 10 a 15 minutos
 - Área de exploración: descubierta, sin joyas ni otros accesorios, evitando el contacto en la región de interés
 - Preparación del paciente: evitar cosméticos, ingesta de alcohol, cafeína, tabaco y drogas
-

Nota: Reproducido de Fernández y Prats, 2021.

11.3.4 Normalidad térmica

La temperatura de la piel es un reflejo de la vascularización cutánea; es importante mencionar que, la cámara térmica solo detecta la temperatura presente en los primeros 0.5 centímetros de profundidad. Por ello, la cámara no capta en sí los tejidos profundos, sino las variaciones en la temperatura cutánea que los tejidos profundos patológicos generan como consecuencia de los cambios en la microcirculación local de la piel (Gabriel y Aguiar, 2016). La microcirculación de la piel está dada por el sistema capilar que se encarga del intercambio de gases y nutrientes entre el tejido y la circulación, de acuerdo con la demanda de actividad la irrigación sanguínea responde de forma proporcional y puede verse incrementada favoreciendo una vasodilatación y por ende un aumento de flujo sanguíneo, en contraparte si la actividad es nula podría existir una disminución del flujo sanguíneo (vasoconstricción).

El flujo sanguíneo cutáneo está controlado a nivel central por el hipotálamo con una alta precisión. El hipotálamo es el termostato natural del cuerpo que se encarga de regular la temperatura en el cuerpo humano, posee uno de varios núcleos que se conoce como núcleo anterior que regula la sed y la temperatura corporal. Cabe recalcar que existe simetría lado a lado tanto en la red vascular como la red del sistema nervioso periférico de un mismo sujeto, lo que contribuye a la distribución armónica del flujo sanguíneo cutáneo entre un hemicuerpo y el contralateral (Shaydakov y Diaz, 2017). Por tanto, los termogramas registrados con la TI serán simétricos lado a lado en el sujeto sano, siendo este concepto de simetría uno de los criterios de normalidad que deben ser tomados en cuenta para el análisis y procesamiento de las imágenes. La presencia de asimetrías lado a lado de más de 0,3 °C en situación de reposo (estudio estático) será patognomónica de anormalidad térmica (Marins et al., 2015).

11.4 Estabilidad articular y equilibrio.

La estabilidad articular se define como un proceso sinérgico en el cual los elementos óseos, las superficies articulares, la cápsula, los ligamentos, los músculos, los tendones y los mecanismos propioceptivos y neurales actúan de manera coordinada para preservar la homeostasis de la articulación (Fort y Romero, 2013). Esta estabilidad está determinada por la interacción de estructuras viscoelásticas pasivas, como los ligamentos, y componentes viscoelásticos activos, representados por los músculos (Solomonow y Krogsgaard, 2001).

En este sentido, la propiocepción es el tipo de sensibilidad profunda de las articulaciones que se comanda desde el sistema somato sensorial que tiene como principal objetivo participar en el mantenimiento de la estabilidad dinámica de la articulación durante los movimientos, lo que se consigue mediante la detección de las variaciones de presión, tensión y longitud de los diferentes tejidos articulares y musculares (Fort, 2010).

El equilibrio puede conceptualizarse como la relación entre la postura corporal y las fuerzas internas o externas que inciden sobre el organismo. Por su parte, la estabilidad alude a la capacidad del cuerpo para conservar dicho estado de equilibrio, ya sea en condiciones estáticas, reactivas o dinámicas (Montoya-Leal y Pérez, 2016).

Cuando se aborda de manera específica la estabilidad postural, o equilibrio, este puede definirse como la capacidad del individuo para conservar el centro de masa corporal dentro de los límites de la base de sustentación, entendida como la superficie disponible para soportar el peso del cuerpo (Fort y Romero, 2013).

La estabilidad postural se sostiene gracias a la integración dinámica de fuerzas internas y externas, reguladas por los sistemas visual, vestibular y somatosensorial, procesos que en conjunto permiten el adecuado control neuromuscular (Mancera-Soto, 2013).

11.5 Y Balance Test.

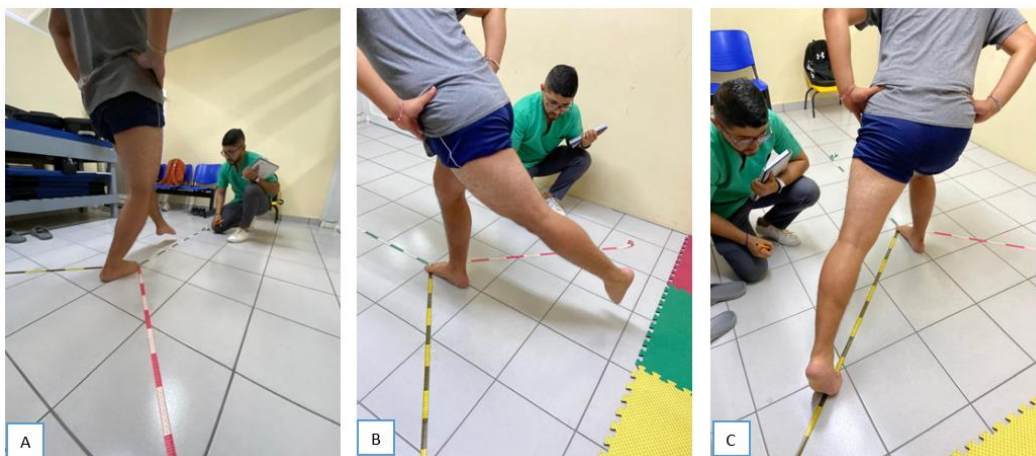
En el ámbito de la fisioterapia, la evaluación del equilibrio suele realizarse mediante la observación de las respuestas motoras frente a variaciones posturales, la aplicación de estímulos externos o la interacción con superficies que generen inestabilidad. Asimismo, se analizan las diferencias en el desempeño de la tarea propuesta tanto con los ojos abiertos como cerrados, con el fin de determinar la contribución de los sistemas sensoriales al control postural (Montoya-Leal y Pérez, 2016).

Uno de los instrumentos que se empleó en la presente investigación es el Y Balance Test, una herramienta validada para la valoración del control postural dinámico en futbolistas y ampliamente utilizada en el ámbito deportivo y clínico. El Y Balance test se ha mostrado como una herramienta válida y fiable para predecir lesiones futuras en las extremidades

inferiores (Gribble et al., 2016). Maneja 3 direcciones como se puede visualizar en la figura 5 : anterior (ANT), posteromedial (PM) y posterolateral (PL) (Rocafort, 2014).

Figura 3

Visualización de las direcciones del Y Balance Test



Nota: A Anterior(ANT), B Posteromedial (PM) y C Posterolateral (PL). Elaboración propia.

Con respecto a nivel de confiabilidad en una escala de 0 a 3, el Y Balance test presenta un valor de 3 a nivel de protocolo, objetividad, fiabilidad y validez, por lo que, presenta una alta confiabilidad para medir la capacidad de equilibrio (Triana et al., 2018). En consecuencia, para valorar futbolistas, esta sería una prueba de fácil aplicación, sencilla y muy útil que proporcionará medidas importantes para el objetivo del presente estudio.

Para la realización de la prueba, el participante se descalza para facilitar la colocación del pie y eliminar la variabilidad debida al uso del calzado. El Y Balance test se lleva a cabo con 3 cintas métricas clásicas, adheridas al suelo con un ángulo de 90° para las medidas posterolateral y posteromedial y de 135° de éstas respecto a la medida anterior (Gribble et al., 2016).

Se coloca en primer lugar el 2º dedo del pie derecho en el centro del eje de valoración, haciendo coincidir la dirección del talón con la medida anterior. El pie libre se coloca en

paralelo al evaluado y las manos colocadas en la cintura, siendo considerada está la posición de inicio. Se colocan las manos en la cintura para facilitar el control por parte del observador. Una vez establecida la posición de inicio, se solicita al participante que extienda lo máximo posible la pierna libre en los tres planos de movimiento (anterior, postelotarelal y posteromedial). La evaluación se realiza con ambas piernas (dominante y no dominante). Se realiza tres veces con cada pierna y de éstas se selecciona el valor máximo (Bahamonde et al., 2019).

Por su parte, Rocafort (2014) especifica que en el Y Balance test , el intento no se considera válido y debe ser repetido cuando el jugador suelta las manos de la cadera, mueve o levanta el pie de apoyo en algún momento de la prueba, apoya el pie libre en el suelo, pierde el equilibrio desde que abandonaba la posición de inicio hasta que la vuelve a retomar, y/o no es capaz de mantener la posición de inicio al menos un segundo después de retornar a la misma. En caso de errar en el intento, se recoloca al jugador en la posición de inicio y se repite el intento. El intento se considera válido, cuando el participante vuelve al centro del eje de evaluación después de realizar los movimientos en los tres planos.

11.6 Diferencia de la longitud de las extremidades inferiores.

La longitud real de la extremidad inferior se define, por lo general, como la distancia entre la espina iliaca anterosuperior y el maléolo tibial. La diferencia de longitud de las extremidades inferiores real se define como el alargamiento o el acortamiento de esta medición comparada con la otra extremidad. La longitud aparente de la extremidad inferior se define, por lo general, como la distancia entre el ombligo y el maléolo tibial (Khakharia y Jiranek, 2021). La exploración física debe incluir una valoración de la diferencia de longitud de las extremidades inferiores real y aparente, de las contracturas de la articulación de la

cadera. Pueden emplearse métodos clínicos, como la medición con cinta métrica (Albert et al., 1964).

11.6.1 Medición de la diferencia de longitud de las extremidades inferiores. Método directo con cinta métrica.

Puede usarse una cinta métrica para medir las longitudes reales y aparentes de ambas extremidades inferiores como se observa en la figura 6. La distancia entre la espina iliaca anterosuperior y el maléolo tibial indica la longitud real de la extremidad inferior. El rango de error de esta medición es de 0.5- 1 cm. También se denomina método directo de medición de la longitud de la extremidad inferior. No obstante, la dificultad para identificar las referencias óseas, sobre todo en pacientes obesos, y las deformidades angulares de la extremidad inferior puede provocar errores al emplear este método clínico de medición (Khakharia & Jiranek, 2021).

Figura 4

Medición de la longitud de la extremidad inferior con cinta métrica



Nota: Medición directa con cinta métrica de la longitud de la extremidad inferior. Elaboración propia.

12. Estado del arte.

En el contexto de las lesiones asociadas a la práctica del fútbol, diversos estudios señalan que la incidencia lesional en el ámbito profesional es considerablemente alta, registrándose entre 6 y 9 lesiones por cada 1 000 horas de exposición, una cifra superior en comparación con otras disciplinas deportivas. En cuanto a la tipología de las lesiones, la literatura coincide en que las de origen muscular constituyen la mayor proporción. Dentro de este grupo, las roturas musculares destacan por su relevancia clínica, presentando una incidencia aproximada de 1.7 lesiones por cada 1 000 horas y siendo responsables del mayor número de días de inactividad deportiva. En segundo lugar, se encuentran las lesiones de tipo ligamentoso, con una incidencia reportada de 2.0 lesiones por cada 1000 horas, situándose ambas categorías claramente por encima del resto de tipos lesionales descritos (Noya y Sillero, 2012).

En función de las diferencias de temperaturas obtenidas en las investigaciones de Marins et al., (2015), proponen una escala de nivel de atención que habría que prestar a las diferentes zonas corporales en función de las diferencias de temperatura registradas.

Con base en los criterios establecidos en la Tabla 2 respecto al nivel de alerta, se considera que una asimetría térmica inferior a 0.4°C se encuentra dentro de parámetros normales. Ante diferencias superiores a 0.5°C , se recomienda: a) verificar la posible influencia de factores externos en la medición; b) realizar un seguimiento para analizar las condiciones contextuales del deportista; y c) incrementar la frecuencia de monitorización. Según Marins et al. (2015), no es aconsejable tomar decisiones clínicas o de entrenamiento basadas en una única medición. En caso de que la discrepancia térmica persista al día siguiente, se sugiere que el médico, fisioterapeuta o entrenador intervenga de forma adecuada hasta que los valores retornan a un rango considerado aceptable.

Tabla 4

Escala del nivel de atención prestado en función de las diferencias de temperatura

Escala de diferencias de temperatura.

Diferencias de temperatura	Nivel de atención
Mayor o igual 0.4°C	Normal
0.5°C-0.7°C	Seguimiento
0.8°C-1°C	Prevención
1.1°C-1.5°C	Alarma
Mayor o igual a 1.6°C	Gravedad

Nota: Escala del nivel de atención prestado en función de las diferencias de temperaturas.

Adaptado de Marins et al. (2015).

Uno de los estudios que ha documentado la asociación entre una disminución de la estabilidad postural y un incremento en el riesgo de lesiones deportivas es el realizado por Plisky et al. (2006). Estos autores analizaron la relación entre el equilibrio dinámico en apoyo unipodal, evaluado mediante el Star Excursion Balance Test, y la incidencia de lesiones en la extremidad inferior en una muestra de 235 jugadores de baloncesto. Los resultados mostraron que los deportistas que presentaban una diferencia superior a 4 cm entre ambas piernas en el alcance anterior tenían un riesgo 2.5 veces mayor de sufrir lesiones en los miembros inferiores.

Numerosos estudios como el de Mancera (2013), han encontrado que una pobre habilidad de balance (deficiencia de estabilidad) está significativamente relacionada con un mayor riesgo de lesiones en tobillo y rodilla, siendo más común en hombres que en mujeres.

Montoya-Leal y Pérez (2016) señalan que, dentro de los componentes a evaluar en la estabilidad, es necesario considerar diversas compensaciones y alteraciones biomecánicas. Entre estas destacan la presencia de inestabilidad pélvica en distintos planos de movimiento, la descoordinación lumbo-pélvica, las modificaciones en el control del centro de gravedad, las alteraciones del ritmo escapulohumeral, así como patrones torsionales y de flexo-extensión en diversos segmentos corporales. Además, se incluyen las irregularidades en el apoyo plantar como indicador relevante de disfunción postural.

En el marco del presente estudio, resulta pertinente retomar el trabajo de Robles (2016), quien señala que la conservación de la postura ortostática —entendida como la posición bípeda y erguida— es posible gracias a la compleja acción antigravitatoria de la musculatura. En este sentido, se plantea que las modificaciones en la postura corporal podrían generar variaciones en la temperatura, las cuales serían identificables mediante el uso de imágenes infrarrojas.

Finalmente existe una gran relación entre la variación de la temperatura y la posibilidad de sufrir patología. Estas patologías pueden implicar al sistema vascular, nervioso, óseo y muscular, sistemas que son de interés para el fisioterapeuta.

13. Hipótesis.

Hi: Existe correlación entre la estabilidad articular de los miembros inferiores y los cambios térmicos en el futbolista amateur. La cual será: a mayor inestabilidad articular, mayor temperatura y mayor riesgo de lesión.

Ho: No Existe correlación entre la estabilidad articular de los miembros inferiores y los cambios térmicos en el futbolista amateur.

14. Objetivos.

Objetivo General

Correlacionar la estabilidad articular de miembros inferiores y termografía infrarroja en el futbolista amateur mediante el Y balance test para generar una evaluación y diagnóstico del participante que permita obtener una pauta preventiva.

Objetivos específicos

- Identificar variables control (edad, sexo, posición del jugador y pierna dominante) de los participantes por medio de un instrumento de recolección de datos para conocer un panorama general del futbolista.
- Realizar la medición de la longitud de miembros inferiores con cinta métrica para saber si existe una asimetría de forma comparativa entre ambos segmentos.
- Medir la estabilidad del miembro inferior mediante el Y Balance Test de forma bilateral, permitiendo obtener un promedio entre ambas extremidades.
- Obtener la termografía de las extremidades inferiores mediante cámara infrarroja para conocer de forma cuantitativa la temperatura y compararla bilateralmente para analizar variaciones de temperatura.

15. Material y Métodos.

Tipo, alcance y diseño de estudio

El presente estudio fue de diseño no experimental, de tipo descriptivo-correlación, transversal y prospectivo, esto debido a que se tomó la medición en un único momento, y las variables no fueron manipuladas, sino que, se analizaron y describieron buscando su correlación.

16. Población y muestra.

La población estuvo compuesta por los participantes en la liga “Corona barrio” del municipio de Querétaro en sus diferentes sedes (Deportiva candiles, el p^ortico/roble candiles y club deportivo la cancha en la delegación Felipe Carrillo Puerto).

Con un total de 480 jugadores, aproximadamente 48 equipos con 10 integrantes cada uno, de los cuales, actualmente, existen 36 de rama varonil y 12 de la rama femenil en categoría libre y con una edad promedio de 20 a 30 años.

Se realizó un muestreo intencional o de conveniencia, se tomó una muestra representativa de 22 jugadores que desearon participar en el estudio. Se hizo la subdivisión de la población total por posiciones de juego quedando de la siguiente forma; 2 delanteros, 9 medios, 10 defensas y 1 contención.

16.1 Criterios de la muestra.

16.1.1 Criterios de inclusión:

- Futbolistas que decidan participar en el estudio previo consentimiento informado.
- Edad de 18 a 30 años.
- Ser jugador amateur de futbol.
- Pertenecer al torneo corona barrio en sus diferentes sedes.
- Tener 2 días de reposo sin realizar ejercicio.
- No haber consumido tabaco, cafeína, alcohol o alguna bebida estimulante 24 horas antes del estudio.

16.1.2 Criterios de exclusión:

- Presentar alguna lesión musculo esquelética grave reciente en el último mes.

- Jugar en una liga semiprofesional o profesional.
- Antecedente de entrenamiento previo de forma constante mayor a cuatro días
- Presentar alguna infección/ enfermedad. Ejemplo, resfriado, gripe, etc.
- Uso de tratamiento farmacológico.

16.1.3 Criterios de eliminación:

- No acudir a la evaluación.
- Presentarse a la evaluación con alguna lesión/dolor agudo el día que le corresponda al participante y le incapacite poder realizarla.
- Participantes que no completen todas las pruebas.

17. Instrumentos.

17.1 Y Balance Test.

El Y Balance Test es un instrumento de evaluación funcional de los miembros inferiores derivados del Star Excursion Balance test. Es económico y relativamente rápido y simple de ejecutar. Se utiliza para evaluar la estabilidad dinámica de la extremidad inferior, identificar atletas con riesgo de lesión, monitorear el progreso de la rehabilitación y realizar entrenamiento neuromuscular. Algunos autores citados en el trabajo de Almeida y colaboradores (2017) lo utilizaron para evaluar la estabilidad postural en adolescentes, en corredores, en pacientes con esguince de tobillo y en lesión de ligamento cruzado anterior. El Y Balance test requiere fuerza de las extremidades inferiores, rango de movimiento y coordinación, y puede ser útil para predecir lesiones además de evaluar el equilibrio (Almeida et al., 2017).

17.2 Cinta métrica.

La cinta métrica es un instrumento empleado para la medición de perímetros, longitudes y diámetros, y suele fabricarse con un ancho que oscila entre 7 y 12 mm. En el presente estudio, este dispositivo se utilizó para determinar la longitud de los miembros inferiores, así como, para cuantificar el alcance de las extremidades durante la ejecución del Y Balance Test.

En ciertos contextos resulta conveniente disponer de cintas que incluyan escalas en centímetros y pulgadas; sin embargo, en esta investigación se trabajó exclusivamente con la escala en centímetros. Existen cintas elaboradas con diversos materiales —como papel desechable, plástico, vinilo o tela, debiendo seleccionarse modelos que no se deformen, ya que el estiramiento del material comprometería la exactitud de las mediciones. Asimismo, la cinta debe presentar suficiente flexibilidad para permitir la medición de perímetros corporales.

Dado que el instrumento se aplica directamente sobre la piel, es fundamental asegurar que sus bordes no ocasionen lesiones. Durante la toma de datos, la cinta no debe plegarse, comprimirse ni arrugarse sobre la superficie corporal del sujeto evaluado. En la medición de perímetros, esta debe ajustarse firmemente alrededor del segmento sin generar presión en la piel, puesto que ello podría inducir errores en el registro (Ball et al., 2019).

17.3 Termografía.

La termografía es una técnica que aprovecha la radiación emitida por la superficie de un cuerpo como variable termométrica. Esta herramienta de imagen permite visualizar la

distribución de la temperatura en la piel y en algunos casos del tejido subyacente, (Infaimon, 2019 citado por Becerril et al., 2021).

La termografía infrarroja ha sido validada por diferentes autores para su aplicación en evaluación musculoesquelética (Morales et al., 2011 citado por Becerril et al., 2021). Los beneficios de dicha herramienta representan una ventaja en su aplicación práctica ya que no emite ningún tipo de radiación, es segura, no invasiva, de bajo costo y ofrece un patrón térmico en tiempo real del objeto estudiado.

Para el presente estudio se empleó una cámara FLIR A310, con una sensibilidad térmica de 0.05 °C a 30 °C, una resolución infrarroja de 320 × 240 píxeles y un rango espectral comprendido entre 7.5 y 13 µm. La cámara fue instalada de manera fija sobre un trípode, a una distancia de 1.2 m del sujeto evaluado. En concordancia con estudios previos, la emisividad de la piel se configuró en 0.98.

Para el monitoreo de las condiciones ambientales, se utilizó un medidor de calidad del aire Fluke 975. Con el fin de garantizar condiciones controladas para la obtención de imágenes térmicas, el estudio se llevó a cabo en una sala de 2.5 m de largo, 3 m de ancho y 2.5 m de altura. El espacio se mantuvo a una temperatura constante de 20 ± 2 °C, con iluminación uniforme, sin exposición a luz externa y una humedad relativa entre 45% y 60%. Para conservar dichas condiciones ambientales se empleó un sistema de aire acondicionado.

18. Procedimiento.

El presente estudio contó con la aprobación del Comité de Investigación de posgrado de la Facultad de Enfermería y por el Comité de Bioética 008-MCRMH/FEN-INV-DIP-09.

Se realizó la siguiente metodología:

Fase 1. Se hizo difusión en las instalaciones del torneo en las reuniones con los líderes de los equipos, así como difusión por medio de redes sociales y flyers para que conocieran

el proyecto, sus objetivos y finalidad para que pudieran colaborar con la participación de sus integrantes (ver anexo 1).

Fase 2. Se realizó una encuesta inicial por medio de un formulario de Google forms (ver anexo 2) para tratar de reclutar a los participantes y quedarán previamente registrados.

Fase 3. Se solicitó permiso por escrito al personal responsable del torneo “corona barrio” y a la coordinación de la licenciatura en fisioterapia de la UAQ para convocar a los participantes en la investigación y en un laboratorio de la licenciatura en fisioterapia realizar las pruebas de estabilidad, termografía infrarroja de miembros inferiores, medición de miembros inferiores, así como recolectar los datos sociodemográficos por medio de un instrumento de recolección de datos de autoría propia (ver anexo 5). Una vez seleccionada la muestra, los participantes firmaron un consentimiento informado (ver anexo 3) para la investigación, este consentimiento se firmó antes de la ejecución de las pruebas.

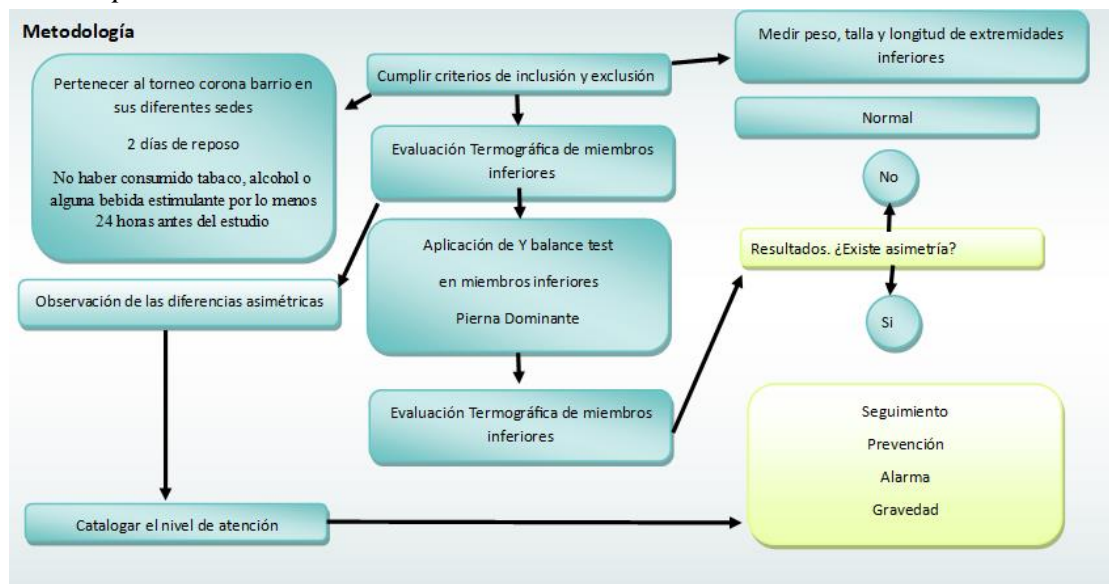
Para poder dar inicio, el participante debió aclimatarse a la temperatura del espacio (21-23°C) donde se realizaron las diversas mediciones, con ropa ligera, se sugirió: licra o shorts deportivo corto, con un periodo de adaptación en reposo mínimo de 10 minutos. Primero se les explicó brevemente el objetivo del protocolo, así como beneficios y cuidados que se tendrían en la evaluación, iniciando con registro de una ficha de identificación y en el siguiente orden: primero se midió peso y talla, después cálculo de la longitud de miembros inferiores con cinta métrica, posteriormente, con apoyo de ingenieros expertos se tomaron imágenes con termografía de las extremidades inferiores en una vista anterior y posterior de miembros inferiores, antes y después del test de estabilidad “Y balance”, el cual se realizó en bipedestación y apoyos monopodales con un total de 3 intentos por extremidad. El procedimiento completo se explicó de manera global en la figura 7. Tomó un tiempo

aproximado de 20 minutos por cada participante. Para la prueba de estabilidad y registro de termografía, los resultados se categorizaron en rangos.

Fase 4. Los participantes recibieron sus resultados personales después de la evaluación y análisis de los datos con explicación en lenguaje común. Se les hizo saber que, podrían acceder a los resultados de la investigación una vez publicada. Esta publicación también se haría llegar a los participantes con recomendaciones pertinentes ante los hallazgos encontrados.

Figura 5

Procedimiento para la obtención de mediciones



Nota: elaboración propia.

19. Ética del estudio.

El presente estudio fue sometido a los lineamientos determinados por la Secretaría de Salud a fin de asegurar el bienestar de los participantes y disminuir el riesgo de contagio por Covid-19.

Asimismo, el desarrollo del estudio se ajustó a los principios establecidos en el Código de Núremberg, asegurando que los participantes otorgaran su consentimiento informado. Para ello, fueron debidamente informados acerca de todos los aspectos de la investigación, así como de su rol dentro de la misma, enfatizando que su participación fue de carácter totalmente voluntario y que podían retirarse del estudio en cualquier momento si así lo consideraban pertinente.

A su vez, la investigación se realizó en un sitio seguro para los participantes, teniendo todas las consideraciones para protegerlo contra cualquier posibilidad de lesión, sobre todo en la prueba Y Balance Test donde previamente en los criterios de selección de los sujetos se excluyó a todos los que presentaban alteraciones del equilibrio por enfermedad o presentaban inestabilidad articular post-lesión.

Además, se siguieron los criterios de Helsinki, ejerciendo la responsabilidad del investigador de salvaguardar la integridad del participante, con la respectiva evaluación de riesgos que suponía. Como se describió con anterioridad, el participante estuvo acompañado de cerca supervisado en todo momento en su estado físico.

De conformidad con lo establecido en la Ley General de Salud, la investigación en la que el ser humano funge como sujeto de estudio debe priorizar el respeto a su dignidad, así como la protección de sus derechos y bienestar, tal como se señala en el artículo 13. Asimismo, el artículo 14 dispone que toda investigación realizada en seres humanos deberá regirse por principios científicos y éticos que sustenten la investigación médica. Entre estos principios destacan que el estudio solo deberá llevarse a cabo cuando el conocimiento a generar no pueda obtenerse por otros medios adecuados, que los beneficios esperados superen los riesgos previsibles y que se cuente con el consentimiento informado del participante.

Artículo 17, este estudio es considerado de riesgo mínimo, ya que conlleva el manejo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos. Además de lo anterior se agrega carta de confidencialidad de datos (ver anexo 4) para garantizar que la información obtenida de los participantes será salvaguardada y no se utilizará para fines distintos a los objetivos planteados en la presente investigación.

20. Plan de Análisis.

Ya finalizada la recolección de datos de los participantes seleccionados se continuo con el análisis de los datos estadísticos mediante una base de datos en Microsoft Excel que se vació al programa Jamovi 2.3.21. Las imágenes termográficas se analizaron con la aplicación FLIR Tools, solo se les realizó análisis cuantitativo en cuanto a temperaturas por zona de interés y en comparación bilateral.

Para las variables cuantitativas se utilizó la media como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión. Para las variables cualitativas se elaboraron tablas y gráficas que mostrarían la distribución de frecuencias.

Como el estudio es de tipo transversal y correlacional, las variables consideradas fueron el perfil térmico obtenido de la termografía y la estabilidad promedio de ambas extremidades. Para la correlación se utilizó la correlación de Pearson para datos con distribución normal estadística paramétrica, si los datos mostraban una distribución no normal se optó por la prueba de Spearman. Para las pruebas de normalidad se utilizó la prueba de Shapiro Wilk ($n=22$).

21. Resultados.

Se evaluaron a 22 participantes en total de los cuales fueron, 19 hombres y 4 mujeres, la edad promedio fue de 21.9 años con una desviación estándar de ± 2.93 años, se registró un peso con una media de 68.8 Kg y una media para la talla de 1.69 mts.

Para medir la estabilidad del miembro inferior se utilizó el Y Balance Test, el cual considera previo a la realización la medición de los miembros inferiores y definir cuál es la pierna dominante, en el presente estudio la longitud del miembro derecho en promedio fue de 87.7 cm con una desviación estándar de ± 4.99 cm, para la longitud del miembro izquierdo se obtuvo una media de 88.1cm con una desviación estándar de ± 5.11 cm. Los resultados del Y balance test obtenidos por posición y lado se muestran en la tabla 3.

Tabla 5

Análisis descriptivo Y balance test.

	Test Y balance anterior derecho (cm)	Test Y balance anterior izquierdo (cm)	Test Y balance posteromedi al derecho (cm)	Test Y balance posteromedia l izquierdo (cm)	Test Y balance posterolate ral derecho (cm)	Test Y balance posterolat eral izquierdo (cm)
Media	69.3	70.5	86	87.1	104	104
Desviación Estándar	6.65	7.22	9.10	11.1	11.6	13.1
Grado de estabilidad	4 jugadores con nivel bajo de estabilidad		9 jugadores con nivel bajo de estabilidad		5 jugadores con nivel bajo de estabilidad	

Nota: resultados del y balance test por posición. Elaboración propia.

Respecto al análisis térmico los valores de temperatura presentaron una distribución normal de acuerdo con la prueba de Shapiro Wilk ($p > 0.05$). Como se muestra en la tabla 4 las variaciones de temperatura entre zonas femoral, rodilla y zona tibial en la vista anterior basal no excede más de 0.2°C de acuerdo con sus medias.

Tabla 6

Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista anterior basal.

	Femoral Derecha (°C)	Rodilla Derecha (°C)	Tibial Derecha (°C)	Femoral Izquierda (°C)	Rodilla Izquierda (°C)	Tibial Izquierda (°C)
Media	32.9	31.9	32.8	32.8	31.8	32.6
Desviación estándar	0.5	0.78	0.65	0.46	0.75	0.71

Nota: resultados de la temperatura en la zona anterior basal de miembros inferiores.

Elaboración propia.

Por su parte los resultados térmicos obtenidos en la vista posterior antes de realizar el Y Balance Test se observan en la tabla 5, donde las temperaturas son similares entre ambos lados como puede corroborarse con sus medias estadísticas.

Tabla 7

Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista posterior basal.

	Femoral Derecha (°C)	Rodilla Derecha (°C)	Tibial Derecha (°C)	Femoral Izquierda (°C)	Rodilla Izquierda (°C)	Tibial Izquierda (°C)
Media	32.6	33.3	32.3	32.6	33.3	32.3
Desviación estándar	0.53	0.87	0.74	0.50	0.76	0.59

Nota: resultados de la temperatura en la zona posterior basal de miembros inferiores.

Elaboración propia.

Los resultados térmicos que se obtuvieron después de la aplicación del Y Balance Test pueden observarse en las tablas 6 y 7, donde en ambos casos la temperatura tendió a disminuir en comparación con la medición térmica inicial.

Tabla 8*Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista anterior final.*

	Femoral Derecha (°C)	Rodilla Derecha (°C)	Tibial Derecha (°C)	Femoral Izquierda (°C)	Rodilla Izquierda (°C)	Tibial Izquierda (°C)
Media	32.5	31.5	32.4	32.4	31.3	32.4
Desviación estándar	0.63	0.88	0.82	0.56	0.78	0.75

Nota: resultados de la temperatura en vista anterior. Elaboración propia.

Como puede visualizarse en la tabla 7 se corrobora que la temperatura del miembro inferior mostró tendencia a la disminución en comparación con la medición térmica inicial.

Tabla 9*Análisis descriptivo para la temperatura de miembro inferior en vista posterior final.*

	Femoral Derecha (°C)	Rodilla Derecha (°C)	Tibial Derecha (°C)	Femoral Izquierda (°C)	Rodilla Izquierda (°C)	Tibial Izquierda (°C)
Media	32.2	32.7	32.0	32.2	32.7	32.0
Desviación estándar	0.64	0.61	0.74	0.64	0.59	0.71

Nota: resultados de la temperatura en vista posterior. Elaboración propia.

Se realizó una prueba de T student para muestras pareadas para comparar la temperatura antes y después de realizar el Y Balance Test de estabilidad obteniendo los resultados registrados en la tabla 8, donde se puede observar que existe un tamaño del efecto grande para todas las regiones de interés analizadas, excepto la zona tibial anterior izquierda con un tamaño del efecto mediano. En todos los resultados la temperatura tendió a disminuir en la segunda toma de temperatura después de realizar el Y Balance Test.

Tabla 10*Resultados térmicos por región de interés.*

Regiones de interés analizadas	Media Basal (°C)	Media Final (°C)	p	Tamaño efecto
Anterior femoral derecho	32.9	32.5	<0.001	1.024
Anterior rodilla derecho	31.9	31.4	0.002	0.834
Anterior tibial derecho	32.8	32.4	0.001	0.891
Anterior femoral izquierdo	32.8	32.4	<0.001	1.031
Anterior rodilla izquierdo	31.8	31.3	0.001	0.890
Anterior tibial izquierdo	32.6	32.4	0.024	0.563
Posterior femoral derecho	32.6	32.2	<0.001	0.982
Posterior rodilla derecho	33.3	32.7	<0.001	0.994
Posterior tibial derecho	32.3	32.0	<0.001	0.978
Posterior femoral izquierdo	32.6	32.2	<0.001	0.982
Posterior rodilla izquierdo	33.3	32.7	<0.001	0.994
Posterior tibial izquierdo	32.3	32.0	0.001	0.896

p = significancia estadística

Nota: elaboración propia.

Finalmente se correlacionó la estabilidad de miembros inferiores con la temperatura obtenida antes y después del Y Balance Test por medio de la prueba de correlación de Pearson, los resultados por lado se muestran en la tabla 9 y 10, donde puede apreciarse que no hay una correlación estadística ya que el valor de significancia de todos los resultados es $p > 0.005$.

Tabla 11

Resultados de correlación termografía con el Y Balance Test en toma basal anterior.

	Derecha			Izquierda		
YBT Anterior Derecho	Femoral	Rodilla	Tibial	Femoral	Rodilla	Tibial
	0.132	0.316	0.176	0.103	0.187	0.121
YBT Anterior Izquierdo	0.330	0.441	0.237	0.290	0.290	0.178
YBT Posteromedial Derecho	-0.109	0.200	0.285	-0.005	0.204	0.267
YBT Posteromedial Izquierdo	-0.192	0.156	0.237	-0.119	0.086	0.182
YBT Posterolateral Derecho	-0.121	0.189	0.190	-0.34	0.143	0.36
YBT Posterolateral Izquierdo	-0.134	0.143	0.136	-.207	.044	0.075

Nota: elaboración propia.

A continuación, en la tabla 10 puede observarse que no hay una correlación estadística ya que el valor de significancia de todos los resultados es $p > 0.005$.

Tabla 12

Resultados de correlación termografía con el Y balance test en toma final posterior.

	Derecha			Izquierda		
YBT Anterior Derecho	Femoral	Rodilla	Tibial	Femoral	Rodilla	Tibial
	-0.157	0.045	-0.209	0.085	0.235	-0.076
YBT Anterior Izquierdo	0.085	0.235	-0.076	0.093	0.196	-0.099
YBT Posteromedial Derecho	-0.060	-0.039	-0.073	0.022	-0.159	-0.020
YBT Posteromedial Izquierdo	-0.130	-0.164	-0.134	-0.111	-0.248	-0.68
YBT Posterolateral Derecho	-0.138	-0.135	-0.209	-0.196	-0.244	-0.217
YBT Posterolateral Izquierdo	-0.165	-0.155	-0.211	-0.226	-0.257	-0.203

Nota: elaboración propia.

22. Discusión.

El objetivo del presente trabajo fue correlacionar la estabilidad articular de miembros inferiores con la termografía en el futbolista amateur mediante el Y Balance Test con temperatura periférica medida a través de imágenes termográficas, para generar una evaluación y diagnóstico del participante que permita obtener una pauta preventiva. Entre los principales resultados se encontró que, la temperatura inicial basal disminuyó al tomarla después de realizar la prueba del Y balance test en todos los participantes. Por otra parte, no se encontró correlación de la temperatura con la estabilidad articular de miembros inferiores. Uno de los estudios que ha evidenciado la asociación entre una disminución de la estabilidad postural y un incremento en el riesgo de lesiones deportivas es el realizado por Plisky et al. (2006). En dicha investigación, los autores analizaron la relación entre el equilibrio dinámico en apoyo unipodal, evaluado mediante el Star Excursion Balance Test, y la incidencia de lesiones en la extremidad inferior en una muestra de 235 jugadores de baloncesto. Los resultados mostraron que los deportistas que presentaban una asimetría mayor a 4 cm entre ambas extremidades en el alcance anterior tenían un riesgo 2.5 veces superior de sufrir una lesión en los miembros inferiores. En el presente estudio menos del 50% de los participantes presentaron diferencias superiores a los 4 cm entre ambas extremidades inferiores, lo cual genera un menor riesgo de lesión, además de que se utilizó la versión modificada del Star Excursion Balance test (Y Balance Test). En este estudio previo, la evaluación termográfica tras la aplicación del Y balance test, evidenció una disminución de la temperatura en las

extremidades inferiores al realizar el test. Marins et al., (2015) afirma que, la respuesta térmica entre 2 zonas corporales contralaterales se espera que sea simétrica, en el presente estudio los resultados reportaron asimetría entre ambas extremidades en algunos participantes, situaciones contrarias a las establecidas por Marins et al., (2015), específicamente porque cada participante tiene una pierna dominante de mayor carga musculo-articular aunado a la demanda muscular que se requiere para realizar el Y Balance Test, lo que significa que, en las evaluaciones termográficas con respecto a la respuesta simétrica se evidenciaron asimetrías en el patrón térmico bilateral, variación en la temperatura de la extremidad inferior y zonas donde la temperatura final disminuyó con respecto a la inicial. Los parámetros de variación térmica que fueron tomados en cuenta para llevar un control de los resultados y poderlos catalogar en un perfil térmico individual.

En cuanto a los rangos aceptables de variación térmica, diversos estudios de monitorización han comparado bilateralmente distintas regiones corporales, señalando que diferencias de entre 0.25 °C y 0.62 °C pueden considerarse dentro de límites fisiológicos normales. Asimismo, Calin et al. (2015) reportaron que la termografía infrarroja presenta una especificidad del 89% y una sensibilidad del 90% para el diagnóstico y seguimiento de patologías de la rodilla.

Si bien está ampliamente demostrado que el ejercicio físico dinámico induce modificaciones en la temperatura cutánea y que el sistema nervioso simpático constituye el principal regulador de dicha variación, existe escasa evidencia respecto a los cambios térmicos derivados únicamente de variaciones en la postura ortostática. Se hipotetiza que el incremento del metabolismo y del calor generado por los músculos responsables del control postural y del equilibrio podría transferirse hacia las capas superficiales de la piel (Robles Dorado, 2015). Por lo anteriormente señalado se considera que el uso de la termografía para

medir el aumento de la temperatura durante un ejercicio físico dinámico como el Y balance test es una herramienta totalmente idónea para apoyar el presente estudio. Es importante mencionar que, el tipo de ejercicio realizado puede mostrar una variabilidad térmica destacando el ejercicio aeróbico y anaeróbico en el cual el tiempo de la realización del ejercicio es fundamental para la activación de la demanda metabólica y energética del sistema muscular.

Los análisis y resultados obtenidos en esta investigación permiten proporcionar una guía práctica para los entrenadores para diseñar tareas preventivas y detectar a los jugadores que están en riesgo de lesión, permitiendo proponer entrenamientos específicos para los participantes que hayan presentado algún hallazgo positivo y favorecer no solo su salud física individual, sino también el trabajo en equipo para obtener los mejores resultados en el torneo o liga en la que participen. Además, tiene utilidad para entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas.

La limitación de este estudio es que se requiere contar con un personal calificado y experto en toma y análisis de imágenes termográficas, para poder realizar un adecuado reporte de los datos y análisis de estos. El análisis de la termografía infrarroja requiere de un entrenamiento que involucra una lectura adecuada de los resultados del termograma. En este estudio no fue posible tener una muestra equitativa por posición táctica dentro del equipo, por lo cual se sugiere extender el estudio a fin de estudiar la probabilidad de lesión basado en la posición de juego. Como sugerencia podría concentrarse una mayor cantidad de participantes, tratar de equilibrar la participación entre número similar por sexo biológico. Es relevante destacar la importancia de la valoración mediante instrumentos válidos y fiables con el objetivo de identificar los diferentes factores de riesgo como puede ser la inestabilidad articular y una asimetría térmica de las extremidades inferiores. La termografía infrarroja y

el Y Balance Test pueden emplearse de manera sistemática en el ámbito de la actividad física y el deporte, aportando beneficios no solo al ejercicio profesional de los fisioterapeutas, sino también al de médicos del deporte, preparadores físicos y entrenadores. Ambas herramientas facilitan la obtención de información relacionada con la respuesta térmica y la estabilidad articular del participante, lo cual permite inferir ajustes fisiológicos específicos asociados con su condición física y estado de salud. Su principal aporte radica en que constituyen instrumentos clave para la prevención de lesiones, así como, para su evaluación y seguimiento, además de apoyar la individualización de las cargas de entrenamiento.

23. Conclusiones.

En esta investigación se correlacionó la estabilidad articular de miembros inferiores y termografía en el futbolista amateur mediante el Y balance test y termografía infrarroja para generar una evaluación y diagnóstico del participante y así obtener una pauta preventiva. Con base en ello, se identificaron variables de control con un instrumento de recolección de datos, además de obtener 3 mediciones de estabilidad con el Y Balance Test, por su parte la longitud de las extremidades inferiores se realizó con cinta métrica y la termografía con imágenes termográficas de forma bilateral.

Respecto al Y Balance Test, se obtuvo que existen 4 jugadores amateur con inestabilidad anterior, 5 con inestabilidad posterolateral y 9 con inestabilidad posteromedial, siendo esta última el valor más alto en cuanto a niveles por debajo a la estabilidad óptima que es menos de 4 centímetros de diferencia entre ambas extremidades.

Adicionalmente se encontró que la temperatura en todos los participantes tendió a descender después de realizar el Y balance test en comparación con la medición en estado basal antes

de realizar el test de estabilidad. Lo anterior permite aseverar que no existe correlación entre la estabilidad de miembros inferiores y la temperatura periférica de los mismos.

Este estudio con sus resultados y metodología permite crear nuevas brechas de conocimiento en el área de fisioterapia, ciencias del movimiento y deporte para futuras investigaciones con propósitos similares que sirvan como evidencia para justificar y sustentar alguna evaluación o tratamiento en el área, considerando la correlación de algunas otras variables que se tomaron en cuenta como la talla, el índice de masa corporal o la pierna dominante.

24. Referencias.

- Albert, S. M., Glickman, M., & Kallish, M. (1964). Thermography in Orthopedics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 121(1), 157–170. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1964.tb13693.x>
- Almeida, G. P. L., Monteiro, I. O., Marizeiro, D. F., Maia, L. B., & de Paula Lima, P. O. (2017). Y balance test has no correlation with the Stability Index of the Biodex Balance System. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27(2017), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2016.11.008>
- Becerril, D. V., Hernández, A. R., Monjarás, S. M. C., & Morales, A. G. H. (2021). Termografía infrarroja , evaluación de cambios termográficos tras la intervención con terapia manual instrumentalizada : estudio de un caso. *Fisioterapia*, 42(6), 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2020.07.004>
- Búa, N., Rodríguez, A. V., & García, G. C. (2013). A functional and morphological study of amateur football players in Mendoza, Argentina. *Apunts Medicina de l'Esport*, 48(179), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2012.07.001>
- Calin M, Mologhianu G, Savastru R, Calin M, Brai-lescu C (2015). A review of the effectiveness of thermalinfrared imaging in the diagnosis and monitoring ofknee diseases. *Infrared Phys Technol.* 2015;69:22,<http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2015.01.013>.
- Correa, J., Galván, F., Muñoz, E., López, C., Clavijo, M., & Rodríguez, A. (2013). Ortopedia y Traumatología Incidencia de lesiones osteomusculares en futbolistas. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 27(4), 185–190.
- Fernández, Ó. C., & Prats, D. Á. (2021). Capítulo 6 - Evaluación, descripción y guía termográfica en la aplicación de la electrolisis percutánea. In *Electrolisis percutánea*

musculoesquelÀtica. TendÃ³n y bursa. Elsevier Espa8#241;a, S.L.U.
<https://doi.org/10.1016/B978-84-9113-016-1/00006-0>

Fort, A. (2010). Valoraci3n i entrenament del control neuromuscular per a la millora del rendiment esportiu. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*, 172.
<http://www.tdx.cat/handle/10803/9233>

Fort Vanmeerhaeghe, A., & Romero Rodriguez, D. (2013). Neuromuscular risk factors of sports injury. *Apunts Medicina de l'Esport*, 48(179), 109–120.
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.05.003>

García-Angulo, A. (2018). Incidence of injuries in formative soccer according to the player's position. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*, 2(3), 217–228.
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/53132/ESHPA18-2-3-001-Garcia-Angulo-Lesiones-futbol-segun-puesto.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Navarro-Martínez, A. V., & Latorre-Román, P. A. (2014). Análisis del rendimiento en salto vertical, agilidad, velocidad y velocidad de golpeo en jóvenes futbolistas: influencia de la edad. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(183), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.05.002>

García-Solano, K. B., Montealegre-Mesa, L. M., & Pérez-Parra, J. E. (2019). Efecto del programa de calentamiento FIFA 11+ sobre la prevenci3n de lesiones deportivas de miembros inferiores en futbolistas juveniles de 14 a 16 años (11 FIFA en hombres futbolistas de 14 a 16 años). *Fisioterapia*, 41(2), 83–88.
<https://doi.org/10.1016/j.ft.2019.02.003>

García-Tamez, S. E., Echegoyen-Monroy, S., Ybarra-Barrera, P., & Rodríguez, M. C. (2012). Epidemiología de las lesiones en un equipo varonil de fútbol rápido universitario. (Spanish). *Acta Ortopedica Mexicana*, 26(4), 219–223.

[http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lth&AN=89236163&lang=es
&site=ehost-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lth&AN=89236163&lang=es&site=ehost-live)

- Gribble, P. A., Terada, M., Beard, M. Q., Kosik, K. B., Lepley, A. S., McCann, R. S., Pietrosimone, B. G., & Thomas, A. C. (2016). Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *American Journal of Sports Medicine*, *44*(2), 460–467. <https://doi.org/10.1177/0363546515614585>
- Häggglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2009). UEFA injury study - An injury audit of European Championships 2006 to 2008. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(7), 483–489. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.056937>
- Hildebrandt, C., Zeilberger, K., John Ring, E. F., & Raschner, C. (2012). The Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine. *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*. <https://doi.org/10.5772/28383>
- Jane W. Ball DrPH, RN, CPNP, Joyce E. Dains DrPH, JD, RN, FNP-BC, FNAP, FAANP, John A. Flynn MD, MBA, MEd, Barry S. Solomon MD, MPH y Rosalyn W. Stewart MD, MS, M. (2019). Técnicas y equipo de exploración. In *Manual Seidel de exploración física* (pp. 32–51).
- Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, A. M. R. A. (2017). *Anatomía con orientación clínica*.
- Khakharia, S., & Jiranek, W. A. (2021). 109 - Diferencia de longitud de las extremidades inferiores: prevención y tratamiento. In *Cirugía de la cadera* (Second Edi). Elsevier España, S.L.U. <https://doi.org/10.1016/B978-84-9113-900-3/00109-4>
- Mancera-Soto, E. (2013). Efecto de un programa de entrenamiento físico de desarrollo sobre el balance postural en futbolistas: ensayo controlado aleatorizado. *Rev. Fac. Med*, *61*(4), 339–347.
- Marins, J. C. B., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A. A., & Sillero-

- Quintana, M. (2015). Applications of infrared thermography in sports. A review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Fisica y Del Deporte*, 15(60), 805–824.
- Montoya-leal, V., & Pérez, V. Z. (2016). *Valoración cuantitativa para la reincorporación ocupacional Quantitative assessment for the occupational reintegration.*
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1671–1692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0390-z>
- Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: Días de baja por lesión. *Apunts Medicina de l'Esport*, 47(176), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.10.001>
- Orlin, J. R., Strandén, E., & Slagsvold, C. E. (2005). Effects of mechanical irritation on the autonomic part of the median nerve. *European Journal of Neurology*, 12(2), 144–149. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2004.00925.x>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Robles Dorado, V. (2015). Variaciones termométricas en la planta del pie y piernas valorada en corredores antes y después de correr 30 km. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 10(1), 31–40. https://doi.org/10.5209/rev_ricp.2016.v10.n1.51060
- Rocafort, A. L. (2014). *Fiabilidad de diferentes pruebas que se utilizan para evaluar el riesgo de lesión del miembro inferior en mujeres deportistas. (Tesis doctoral,*

Universidad del País Vasco, 2014).

Shaydakov, M., & Diaz, J. (2017). Effectiveness of infrared thermography in the diagnosis of deep vein thrombosis: an evidence-based review. *Journal of Vascular Diagnostics and Interventions, Volume 5*, 7–14. <https://doi.org/10.2147/jvd.s103582>

Solomonow, M., & Krogsgaard, M. (2001). Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 11*(2), 64–80. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2001.011002064.x>

Tortora, G. J., & A, B. D. (2018). *Principios de Anatomía y Fisiología*.

Triana, F. C., Enrique, J., & Espitia, B. (2018). *Capacidades Coordinativas En Deportes Strength Training With the Vascular Occlusion Method in Students of*. 51–66.

Seirul-lo, V. F. (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona. Mastercede.

25. Anexos.

Anexo 1. Difusión del proyecto en deportiva candiles con líderes de los equipos y transmisión simultánea por redes sociales.

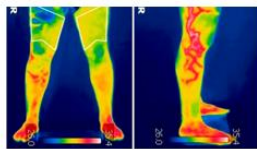




Se les invita a participar a todos los futbolistas amateur del torneo a ser valorados de forma gratuita para conocer su estado de salud física, donde obtendremos:



TIPO DE PIE



TERMOGRAFÍA
INFRARROJA



ESTABILIDAD ARTICULAR

BENEFICIOS

PREVENCIÓN DE LESIONES A FUTURO

DETECCIÓN DE ALTERACIONES EN SU SISTEMA MUSCULO-ARTICULAR

SEGUIMIENTO Y ENTREGA DE RESULTADOS

MEJORAR SU RENDIMIENTO

GRATUITO

REQUISITOS

QUEDAR INSCRITO POR MEDIO DE UNA ENCUESTA EN GOOGLE FORMS Y CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS PARA LAS PRUEBAS



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO



CUANDO?



REGISTRO EN EL MES DE DICIEMBRE 2021
LAS PRUEBAS TENTATIVAMENTE DE FEBRERO
A ABRIL 2022
LABORATORIO EN UNIDAD DEPORTIVA UAQ,
EL PUEBLITO

AGRADECERIAMOS MUCHO TU PARTICIPACIÓN

Anexo 2. Propuesta de encuesta inicial por medio de un formulario de Google forms para registro de participantes.

Proyecto de investigación "CORONABARRIO"

Hola, mi nombre es Christian Arteaga, soy licenciado en fisioterapia egresado de la universidad autónoma de Querétaro y quisiera solicitar su apoyo para realizar un proyecto de investigación en el futbolista amateur en el torneo CORONABARRIO, al cual usted pertenece, en donde el objetivo es valorar el riesgo de lesión que usted tiene en base a un estudio de la temperatura de sus extremidades inferiores (termografía infrarroja) y su estabilidad en miembros inferiores, mediante 2 pruebas, es totalmente gratuito y con beneficios sobre su salud física, agradecería mucho me apoyara con las siguientes preguntas muy breves para conocer el contexto de cada jugador. Al llenar este formulario ya estaría registrado y se podría realizar la evaluación. La información, será manejada de forma totalente confidencial.MUCHAS GRACIAS! Quedo atento a cualquier duda o acaración.
4427381175

 christian.arteaga@uaq.edu.mx (no compartidos) 
[Cambiar de cuenta](#)

*Obligatorio

Nombre completo *

Tu respuesta

Sexo

Hombre

Mujer

Edad (en número, ejemplo: 25)

Tu respuesta _____

¿Cuenta con alguna lesión previa en el fútbol que haya sido diagnosticadas y tratada por un especialista (médico, traumatólogo, fisioterapeuta, etc) ?
ejemplos: esguinces, fracturas, luxaciones, etc

Sí

No

Si la pregunta anterior fue si, especifique la lesión y en que zona (ejemplo: esguince en rodilla derecha), si no, solo coloque no aplica

Tu respuesta _____

¿Juega actualmente a nivel profesional?

- No, sólo amateur
- Si, tercera división profesional
- si, Segunda división profesional
- Si, primera división profesional

¿En cuantos torneos juega actualmente a nivel amateur?

- 1
- 2
- 3
- Más de 4

Anexo 3. Carta de consentimiento informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Proyecto de investigación “Correlación de la estabilidad articular de miembros inferiores y termografía en el futbolista amateur”

Santiago de Querétaro a _____ del mes de _____ del año _____
el _____ que suscribe _____ como
participante _____ de _____
años.

Declaro que he sido informado de los aspectos generales, objetivos, beneficios y cuidados en un lenguaje claro y sencillo para poder participar en el presente proyecto de investigación, el cual no tiene ninguna retribución económica.

De la misma forma acepto que mis datos obtenidos mediante un instrumento de recolección de datos y los resultados de las pruebas a realizar que son: 1) Termografía infrarroja; 2) Medición de extremidades inferiores; 3) Tipo de pie con índice Hernández-Corvo y 4) Test de y balance, así como toda información extraída de mi persona, sean tomados de forma anónima y sólo con el fomento y desarrollo de la investigación en el campo de la salud, la fisioterapia, y las ciencias del movimiento humano.

Cabe mencionar que dicho proyecto está implementando, diseñado, controlado y supervisado por personal calificado como licenciado en fisioterapia e ingenieros, que mediante firma y cédula profesional avalan su intervención con nosotros como participantes, resguardando siempre nuestra integridad como persona.

Bajo mi protesta, declaro haber facilitado de manera honesta y real los datos mencionados, tanto físicos, como de salud general, los cuales se le pudieran relacionar en las mediciones e instrumentos que se me aplicarán.

Decido, dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente para autorización en el presente proyecto en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Corregidora, Licenciatura en Fisioterapia y bajo las condiciones antes mencionadas.



Nombre y firma del participante

Nombre y firma del especialista

responsable

Anexo 4. Carta de confidencialidad de datos

Querétaro, Qro., a ___ de _____ de _____.

Yo **Arteaga Ortiz Christian Fernando investigador** de la Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano de la Universidad Autónoma de Querétaro, hago constar, en relación al protocolo titulado: **Correlación de la estabilidad articular de miembros inferiores y termografía en el futbolista amateur**, que me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y hacer uso de la información recabada únicamente para los objetivos planteados en la presente investigación, así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal del estado , a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, y demás disposiciones aplicables en la materia.



A t e n t a m e n t e

Arteaga Ortiz Christian Fernando

Investigador responsable

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos.

Instrumento de recolección de datos

Estimado participante, solicitamos su apoyo para contestar las preguntas de los números 2, 3, 6, 7, 8, 9 10, 11, 12., el resto será llenado por el investigador para los objetivos del presente estudio, ante cualquier duda favor de solicitar apoyo. Recuerde que la información será manejada de forma confidencial.

1. Folio:
2. Nombre completo:
3. Edad:
4. Sexo: masculino _____ femenino _____
5. Peso _____ Kg
6. Talla _____ Mts
7. Posición en el quipo (seleccione una de las siguientes opciones):

Portero _____ Delantero _____ Defensa _____ Medio _____ Otro: _____

8. ¿Presento alguna lesión, traumatismo o cirugía previa en el último mes?: si _____ no _____
9. En caso de ser si a la pregunta previa, especifique, ¿cuál? _____
10. ¿Cuál es su pierna dominante (con la que golpea y manipula el balón)?
Derecha _____ Izquierda _____ Ambas _____
11. ¿Utiliza actualmente plantillas en su calzado? Si _____ No _____
12. ¿Tiene alguna enfermedad actual? Si _____ No _____
13. En caso de ser si a la pregunta previa, especifique, ¿cuál? _____
14. Longitud de las extremidades

Derecha _____ cm Izquierda _____ cm

15. Temperatura

Extremidad derecha: _____ grados Extremidad Izquierda: _____
grados

Diferencia: _____ grados

Perfil térmico individual

()	()	()	()	()
Normal	Seguimiento	Prevención	Alarma	Gravedad

16. Estabilidad

Extremidad Derecha: _____ cm Extremidad Izquierda: _____ cm Diferencia: _____
cm