

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**“CORRELACIÓN ENTRE IMÁGENES TÉRMICAS POR TELÉFONO
INTELIGENTE Y ULTRASONIDO DOPPLER PARA DETECCIÓN DE
PERFORANTES EN COLGAJOS ALT”**

POR

DR. FRANCISCO JAVIER PALACIOS LUNA

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
SUBESPECIALISTA EN CIRUGÍA PLÁSTICA, ESTÉTICA Y
RECONSTRUCTIVA**

DICIEMBRE 2022

**CORRELACIÓN ENTRE IMÁGENES TÉRMICAS POR
TELÉFONO INTELIGENTE Y ULTRASONIDO DOPPLER PARA
DETECCIÓN DE PERFORANTES EN COLGAJOS ALT**

Aprobación de la Tesis:



Dr. med. Mauricio Manuel García Pérez
Director de Tesis



Dr. Everardo Valdés Flores
Co-director de Tesis



Dr. med. Yanko Castro Govea
Jefe del Servicio de Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Sobretudo agradezco a Dios por darme esa fortaleza para levantarme cada día y no claudicar en todos éstos años que duró mi formación profesional.

A mi amada esposa Darenny Esmeralda Aldape Rivas, por acompañarme y apoyarme en éste largo camino. Gracias por estar siempre presente en los buenos y malos momentos durante ésta travesía.

A mis padres, Ing. Francisco Javier Palacios Ríos y Dra. Margarita Luna Ortega que de manera incondicional estuvieron motivándome a perseguir mis sueños. Éste logro también es de ustedes.

“A donde quiera que vayas volarás muy alto”, siempre recordaré éstas palabras que tanto me decían.

A mi hermana Arq. Margarita Concepción Palacios Luna por motivarme cuando pasaba por momentos difíciles de mi formación y siempre hacerme reír. Gracias “Conce”.

Gracias a todos mis compañeros, profesores y sobre todo a mis pacientes que tuve el privilegio de atender con el corazón.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. RESUMEN	4
CAPÍTULO II. INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN	12
CAPÍTULO IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	13
CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODOS	15
CAPÍTULO VI. RESULTADOS	23
CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN	27
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIÓN	33
CAPÍTULO IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFÍAS	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO X. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	38

CAPÍTULO I.

RESUMEN

Introducción: En la actualidad la planeación quirúrgica con métodos diagnósticos para la realización de colgajos microquirúrgicos como el Anterolateral de muslo es un paso importante que ha demostrado facilitar la disección y así disminuir tiempos quirúrgicos, sin embargo, estos métodos presentan ciertas desventajas como: altos costos, uso de contrastes IV, operador dependiente, no disponibilidad de equipos, etc. Por lo tanto, presentamos el dispositivo de cámara termográfica adaptable a teléfono inteligente como alternativa al ultrasonido DOPPLER como herramienta en la planeación quirúrgica de un colgajo anterolateral de muslo.

Objetivo: Determinar la utilidad diagnóstica de imágenes termográficas mediante un dispositivo adaptable a teléfono inteligente para la identificación de perforantes durante el diseño del colgajo anterolateral de muslo (ALT).

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional y prospectivo donde se incluyeron pacientes voluntarios del Área Metropolitana mayores de 18 años y ambos sexos. Se realizaron capturas de imágenes termográficas con el dispositivo FLIR ONE con el objetivo de identificar las arterias perforantes de la art. circunfleja femoral lateral (Colgajo anterolateral de muslo) en ambos muslos del paciente. Posteriormente al paciente se le realizó un rastreo de perforantes mediante Ultrasonido Doppler y se marcó el sitio donde emerge la arteria perforante cutánea.

Resultados: Se incluyeron un total de 10 sujetos, todos de sexo masculino, con una media de edad de 22.4 ± 2 años. Encontramos que, hubo una concordancia significativa buena dentro (CCI = 0.783, $P=0.001$) y fuera (CCI = 0.864, $P<0.001$) de 5 cm. No encontramos diferencias significativas en el número de perforantes identificadas por la cámara termogénica y el ultrasonido de forma general, salvo fuera de 5 cm de lado derecho (7 vs. 4.5 perforantes, $P=0.005$) y de forma bilateral fuera de 5 cm (7 vs. 5 perforantes, $P=0.015$).

Conclusión: En nuestro estudio, observamos que la cámara termográfica tiene una buena concordancia con el ultrasonido, de forma general, y que puede ser un poco más sensible en la detección cuantitativa del número de arterias perforantes en la región evaluada.

Palabras clave: *termografía dinámica, ultrasonido Doppler, arterias perforantes, colgajos*

CAPÍTULO II.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la versatilidad de los colgajos libres de perforantes para la cobertura de defectos de cualquier parte del cuerpo se ha confirmado. Dentro del diseño de estos colgajos microquirúrgicos se realizan diversas técnicas de imagenología (p.ej. US Doppler, Angiografía por tomografía computarizada y en menor grado la angiografía por resonancia magnética) para la identificación de las perforantes y así orientar la toma de decisiones durante la elevación del colgajo. Se ha demostrado que su uso en la planificación del colgajo reduce el tiempo quirúrgico, aumenta la supervivencia del colgajo y reduce las complicaciones. (1)

Sin embargo, dentro de las desventajas de estos estudios preoperatorios se encuentran: Los altos costos, necesidad de operadores especialmente capacitados, la exposición a radiación ionizante así como el uso de medios de contraste intravenosos, retraso de adquisición y revisión de estudios de imágenes o la no disponibilidad de los equipos diagnósticos (2).

La termografía infrarroja o imagen termográfica detecta radiación infrarroja de un objeto para producir una imagen basada en la temperatura local. Clínicamente

esto demuestra áreas de piel con temperatura aumentada correspondiendo al riego sanguíneo local (3).

La utilización de termografía infrarroja como método de rastreo de perforantes se describió hace más de 50 años por Arai y Fukuda (4).

A medida que la tecnología ha avanzado, el potencial de las imágenes térmicas también lo han hecho. Las cámaras de nueva generación son más pequeñas (más portátiles), recolectan diferencias de temperatura más pequeñas (más sensibles), presentan un software mejorado, mayor resolución en pantallas visuales de tiempo real (más precisas y fáciles de usar) y son adaptables a teléfonos inteligentes (3).

En nuestro estudio se demuestra la utilidad de un dispositivo termográfico digital adaptable a teléfonos inteligentes (Flir One; Flir Systems, Inc., Wilsonville, Ore.EE.UU.) como alternativa a los estudios de imagenología antes mencionados el cual presenta ventajas como: ser económico, tener una curva corta de aprendizaje, evita la exposición de radiación ionizante así como contraste intravenoso entre otras.

ANTECEDENTES

Desde su introducción en 1984, el colgajo anterolateral de muslo (ALT) ha demostrado ser un caballo de batalla en la reconstrucción de defectos de tejidos blandos en todo el cuerpo. Se basa en perforantes de la rama descendente de la arteria Femoral lateral circunfleja. La disección de éstas perforantes en general es la parte más desafiante en la elevación del colgajo debido a su variabilidad anatómica y ubicación (5).

David Dorfman et al describió en su artículo el uso de Ultrasonido Doppler Color una sensibilidad del 100 % (19 pacientes) en la evaluación preoperatoria de perforantes en colgajos anterolaterales de muslo la cual se confirmó durante la elevación de este. Sin embargo, ésta se realizó por un operador vascular experto. (6)

H. Iida, I. Ohashi*, S. Kishimoto et al (7) describieron en su artículo que la evaluación de perforantes con US DOPPLER COLOR proporciona información precisa y valiosa para la planificación de colgajos sin embargo tiene algunas desventajas. Comparado con el US DOPPLER de mano o sonoro, el costo de inversión es alto y el aparato es demasiado GRANDE para uso portátil. Otra

desventaja es que requiere tanto habilidad de escaneo como conocimiento detallado del procedimiento operativo realizado por un especialista Radiólogo.

Daniel Chubb et al (8) describieron a la termografía digital como una técnica fotográfica disponible en nuestros teléfonos inteligentes, la cual utiliza una “cámara térmica” en la cual se toman fotografías secuenciales del área a estudiar y se registran las temperaturas dentro del marco de fotografía.

Al enfriar un área de tejido “como el abdomen” con una bolsa de agua fría se realizan tomas secuenciales para demostrar los cambios de calentamiento que ocurren durante el calentamiento de tejidos “Prueba de frío”. Ellos descubrieron que el calor de las arterias perforantes en comparación con el tejido adyacente relativamente avascular (porque permanece frío) puede resaltar la ubicación de las perforantes como un medio de mapeo para planes operativos, estos son llamados los puntos calientes “Hot spots”.

Yezen Sheena et al (3) estudiaron 40 muslos en los cuales se detectaron un total de 50 puntos calientes “Hot spots” 2.5 cm dentro del área (margen) de marcaje tradicional en colgajos anterolaterales de muslo (Media, 1.3 por muslo; rango 0-4 por muslo) y 47 (94%) de estos puntos calientes “Hot spots” tenían una señal audible con el Doppler de mano o sonoro.

(9) La cámara FLIR ONE (FLIR Systems, Inc. Wilsonville, Ore.) es una cámara de imágenes miniatura que actualmente se vende al por menor en \$ 200 dls.

Utiliza un sensor infrarrojo de onda larga (8 a 14 μm) con rango de temperatura de trabajo 0° a 100° C, requiere un entrenamiento mínimo con una tecnología simple de "Apuntar y disparar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la planeación quirúrgica con métodos diagnósticos para la realización de colgajos microquirúrgicos como el Anterolateral de muslo es un paso importante que ha demostrado facilitar la disección y así disminuir tiempos quirúrgicos, sin embargo, estos métodos presentan ciertas desventajas como: altos costos, uso de contrastes IV, operador dependiente, no disponibilidad de equipos, etc. Por lo tanto, presentamos el dispositivo de cámara termográfica adaptable a teléfono inteligente como alternativa al ultrasonido DOPPLER como herramienta en la planeación quirúrgica de un colgajo anterolateral de muslo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El uso de la cámara termográfica en teléfono inteligente es una opción como herramienta en la planeación de colgajos microquirúrgicos comparado con el Ultrasonido Doppler?

CAPÍTULO III.

JUSTIFICACIÓN

El uso de esta tecnología es una opción como herramienta en la planeación quirúrgica de colgajos microquirúrgicos como el colgajo anterolateral de muslo (ALT).

Como ventaja sobre otros estudios de planeación, éste es económico, de fácil acceso, mayor disponibilidad, seguro, portátil, se puede realizar en un consultorio y con una curva corta de aprendizaje además de no requerir a un operador especializado para la realización del estudio preoperatorio.

Esperamos poder adoptar este método diagnóstico en el futuro como parte de la planeación ordinaria.

CAPÍTULO IV.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Determinar la utilidad diagnóstica de imágenes termográficas mediante un dispositivo adaptable a teléfono inteligente para la identificación de perforantes durante el diseño del colgajo anterolateral de muslo (ALT)

Objetivos específicos

Describir y comparar la eficacia de imágenes termográficas mediante un dispositivo adaptable a un teléfono inteligente para la identificación de perforantes durante el diseño del colgajo anterolateral de muslo comparado con el Ultrasonido Doppler.

Hipótesis alterna

La cámara termográfica adaptable a teléfono inteligente tiene una correlación alta como estudio diagnóstico en la localización de perforantes en colgajos anterolaterales de muslo (ALT) comparado con el Ultrasonido Doppler.

Hipótesis nula

La cámara termográfica adaptable a teléfono inteligente no tiene una correlación alta como estudio diagnóstico en la localización de perforantes en colgajos anterolaterales de muslo (ALT) comparado con el Ultrasonido Doppler

CAPÍTULO V.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio:

- Observacional
- Descriptivo
- Prospectivo
- Comparativo

Criterios de selección

- **Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años
- Ambos sexos

- **Criterios de exclusión:**

- Pacientes menores de 18 años

- **Criterios de eliminación:**

- Pacientes que no acepten terminar el estudio

Población de estudio

Se incluyeron pacientes voluntarios del Área Metropolitana mayores de 18 años y ambos sexos, a los cuales se le explicó a cada uno en que consiste el estudio y los pacientes dieron su consentimiento informado de manera verbal aprobando la incorporación al estudio de investigación.

Después se realizaron capturas de imágenes termográficas con el dispositivo FLIR ONE el cual es adaptable a teléfono inteligente en el área de consulta. La toma de imágenes no presentó ningún riesgo para el paciente, es un método sencillo, no invasivo con el objetivo de identificar las arterias perforantes de la art. circunfleja femoral lateral (Colgajo anterolateral de muslo) en ambos muslos del paciente.

Posteriormente al paciente se le realizó un rastreo de perforantes mediante Ultrasonido Doppler y se marcó el sitio donde emerge la arteria perforante cutánea.

Imagen termográfica

Las capturas se realizaron a 30 cm de la cara lateral del muslo con puntos calientes “Hot Spots” correspondientes al punto medio de una línea trazada desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el borde lateral de la rótula.

Antes de la captura se descubre el área del muslo previamente mencionada con un intervalo de 3 minutos para permitir el enfriamiento de la piel a la temperatura ambiente.

Ultrasonido Doppler

Para identificar las arterias cutáneas perforantes se coloca al paciente en posición decúbito supino. Se utilizó un equipo de ultrasonido Doppler (Medasonics Tria® Vascular Doppler System); usando transductor $\frac{3}{8}$ Pulgada de diámetro con 5 MHz. Se aplicó gel conductor sobre el transductor previamente; se colocó en la cara lateral del muslo en el punto donde emergen la mayor parte de perforantes con mayor calibre y en 5 cm de diámetro sobre éste punto. Se identificaron las perforantes cutáneas y se colocó una marca en el sujeto investigado para identificarla desde la superficie.

Cálculo de tamaño de muestra

Se realizó un cálculo de tamaño de muestra por medio de una fórmula de estudios de correlación simple, considerando un coeficiente de correlación (r) de 0.85 y un poder de 90% (K=13), se requirieron al menos 10 pacientes a estudiar.

$$n=3+\frac{K}{C^2}$$

En donde:

$$K = (Z\alpha + Z\beta)^2.$$

$$C=0.5\ln\frac{(1+r)}{(1-r)}.$$

r = coeficiente de correlación esperado.

Poder					
Nivel significación dos colas	50%	80%	90%	95%	Nivel significación una cola
0.1	2.7	6.2	8.6	10.8	0.05
0.05	3.8	7.9	10.5	13.0	0.025
0.025	5.4	10.0	13.0	15.8	0.01
0.01	6.6	11.7	14.9	17.8	0.005

Plan de análisis

En la estadística descriptiva se reportaron frecuencias y porcentajes para variables categóricas. Para las variables cuantitativas se reportaron medidas de tendencia central y dispersión (media/mediana; desviación estándar/rango intercuartil), previa valoración de la distribución de las variables por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Se valoró el nivel de concordancia entre observadores entre el US Doppler y la cámara termográfica, con el coeficiente de correlación intraclase y el coeficiente de correlación de Spearman. El número de perforantes detectadas por ultrasonido y por la cámara termográfica en un mismo paciente se comparó con la prueba de Mann-Whitney.

Se consideró un valor de $P < 0.05$ y un intervalo de confianza al 95% como estadísticamente significativo. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25.

Consideraciones éticas

El presente protocolo fue sometido para su evaluación al Comité de Ética de Investigación del Hospital Universitario “José Eleuterio González”.

Se proporcionaron resúmenes escritos del estado del estudio al Comité de Ética en Investigación semestralmente, o con más frecuencia, de acuerdo con los requisitos, las políticas y los procedimientos que establezca el Comité de Ética en Investigación. Los investigadores también fueron responsables de notificar inmediatamente al Comité de Ética en Investigación cualquier enmienda al protocolo.

Éste estudio se realizó en total conformidad con la guía de las Buenas Prácticas Clínicas, con los principios de la Declaración de Helsinki y con las leyes y regulaciones del país (Ley General de Salud en Materia de investigación para la Salud) sin riesgo para el individuo.

Cada participante dió su consentimiento informado de manera verbal para la elaboración del estudio y el uso de información con fines académicos y de investigación. De igual forma se anexa la constancia de Buen Uso y Manejo del Expediente clínico del investigador principal para el uso de información de los expedientes con fines de investigación académica, protegiendo íntegramente la confidencialidad de los participantes.

Se mantuvieron los datos obtenidos con estándares de confidencialidad asignando un código a cada sujeto incluido en el estudio, esto significa que los nombres de los participantes no se incluyen en los conjuntos de datos que se transmiten. No se alteró la metodología diagnóstica y terapéutica para cubrir criterios de estudio, sino que se llevó a cabo recolección de la información ya descrita. Según el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Artículo N° 17: esta es una investigación de riesgo mínimo.

Los datos del sujeto en investigación fueron resguardados por medio de las iniciales del paciente y un folio individual asignado a cada uno de ellos. El sujeto de investigación fue libre de rechazar o retirar su consentimiento informado verbal sin penalización alguna por parte del equipo de investigación. Los procedimientos propuestos estuvieron de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y la Declaración de Helsinki de 1975 y enmendada en 1989, y códigos y normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación clínica.

CAPÍTULO VI.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 10 sujetos, todos de sexo masculino, con una media de edad de 22.4 ± 2 años. Las características demográficas de los sujetos se reportaron en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la población de estudio.

Variable	
Sexo	
Masculino	10 (100%)
Femenino	0 (0%)
Edad (años)	22.4 ± 2
Talla (m)	1.78 ± 0.03
Peso (kg)	78.8 ± 10.1
Índice de masa corporal (kg/m ²)	24.8 ± 3.4

Encontramos una correlación positiva significativa entre el número de perforantes identificadas por la cámara termogénica y el ultrasonido dentro de 5 cm en el lado derecho ($\rho = 0.853$, $P=0.002$) y fuera de los 5 cm de lado izquierdo ($\rho = 0.966$, $P<0.001$). Al unir ambas piernas en un solo grupo, encontramos que, de manera bilateral, hubo una correlación positiva significativa dentro ($\rho = 0.653$, $P=0.002$) y fuera ($\rho = 0.679$, $P=0.001$) de 5 cm.

Para evaluar la concordancia por consistente entre número de perforantes identificadas con ambos equipos, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Encontramos una concordancia elevada entre el número de perforantes identificadas por la cámara termográfica y el ultrasonido dentro de 5 cm en el lado derecho ($CCI = 0.94$, $P<0.001$) y fuera de los 5 cm de lado izquierdo ($CCI = 0.956$, $P<0.001$, $P<0.001$). Además, encontramos que, de manera bilateral, hubo una concordancia significativa buena dentro ($CCI = 0.783$, $P=0.001$) y fuera ($CCI = 0.864$, $P<0.001$) de 5 cm (tabla 2).

Tabla 2. Correlación y concordancia entre el número de perforantes identificadas por ultrasonido y por cámara termogénica.

Variables	rho	P	CCI	P
Lado derecho	-			
Dentro de 5 cm	0.853	0.002	0.94	<0.001
Fuera de 5 cm	0.049	0.894	0.094	0.443
Lado izquierdo	-			
Dentro de 5 cm	0.399	0.253	0.462	0.185
Fuera de 5 cm	0.966	<0.001	0.956	<0.001
Bilateral				
Dentro de 5 cm	0.653	0.002	0.783	0.001
Fuera de 5 cm	0.679	0.001	0.864	<0.001

No encontramos diferencias significativas en el número de perforantes identificadas por la cámara termográfica y el ultrasonido de forma general, salvo fuera de 5 cm de lado derecho (7 vs. 4.5 perforantes, $P=0.005$) y de forma bilateral fuera de 5 cm (7 vs. 5 perforantes, $P=0.015$) (tabla 3).

Tabla 3. Comparación entre el número de perforantes identificadas por ultrasonido y por cámara termográfica.

Variables	Cámara termográfica	Ultrasonido	P
Lado derecho	-		
Dentro de 5 cm	2 (1.7-3)	1.5 (1-3)	0.436
Fuera de 5 cm	7 (5-8.2)	4.5 (4-5.2)	0.005
Lado izquierdo	-		
Dentro de 5 cm	2.5 (2-3)	2 (1-2.2)	0.165
Fuera de 5 cm	6.5 (4.7-9.7)	6 (2.5-9)	0.353
Bilateral			
Dentro de 5 cm	2 (2-3)	2 (1-2.7)	0.134
Fuera de 5 cm	7 (5-9)	5 (3.2-6)	0.015

CAPÍTULO VII.

DISCUSIÓN

El uso de la termografía infrarroja en medicina se adoptó a partir del principio de que el aumento de la temperatura corporal provoca una mayor cantidad de radiación emitida. Por lo tanto, un aumento de la vascularización, que es un sello distintivo de muchos cambios patológicos, como inflamación o neoplasias con actividad metabólica aumentada, conduce a un aumento de la temperatura, que puede detectarse con una cámara termográfica infrarroja. Esto se puede observar en forma de imágenes únicas estáticas o notando el proceso de recuperación térmica en respuesta al estrés térmico; que se llama termografía infrarroja dinámica. Este término fue acuñado por De Weerd et al., para describir la forma de termografía infrarroja en la que se aplica un desafío térmico (caliente o frío) a un área de interés, y la tasa y el patrón de cambios de temperatura hacia el equilibrio se registran con un infrarrojo. cámara. El análisis de la velocidad y el patrón de recalentamiento es un indicador de la perfusión de la piel subyacente y del tejido subcutáneo (10).

El uso de colgajos de perforantes en cirugía reconstructiva se ha incrementado en la última década. La capacidad de aislar colgajos sin músculo ha brindado una ventaja significativa al mismo tiempo que minimiza la morbilidad. A pesar de estos avances, el elemento clave en el diseño de un colgajo de perforantes sigue siendo la identificación y selección de vasos. Dado que los vasos de las

operaciones de disparos muestran un alto grado de variabilidad, se han utilizado diversas modalidades de imágenes para identificar los vasos y aumentar la confiabilidad. El uso del Doppler portátil, la ecografía dúplex, la tomografía computarizada y la resonancia magnética nuclear requieren una evaluación preoperatoria estática correlacionada con las observaciones realizadas durante la cirugía. Idealmente, un sistema de imágenes intraoperatorias proporcionaría la mayor cantidad de información y utilidad en el diseño de colgajos en tiempo real (11).

La termografía infrarroja dinámica se ha utilizado para ubicar los vasos perforantes y ayudar en el diseño del colgajo (12-15). La termografía en sí misma se usa ampliamente en la medicina clínica como una técnica no invasiva para medir la temperatura de la piel. En circunstancias normales, la temperatura de la piel está influenciada por el flujo sanguíneo local, los procesos metabólicos locales y la radiación de calor de los tejidos más profundos. En estas circunstancias, los puntos calientes que indican las ubicaciones de los perforadores que llevan sangre caliente a la piel pueden parecer vagos y poco claros en una imagen térmica convencional. Esta técnica se basa en la relación entre la perfusión dérmica y la velocidad y el patrón de recalentamiento después de un desafío con frío térmico (16) La ubicación de un punto caliente se vuelve claramente visible después de un desafío con frío. La información cualitativa sobre los vasos de disparos se obtiene analizando la tasa y el patrón de recalentamiento de los puntos calientes que se registran fácilmente con una cámara infrarroja.

Debido a que esta técnica puede ser valiosa, al no requerir de un aparato de ultrasonido, de la poca necesidad de un experto técnico en el uso de ultrasonidos y su necesidad en los diferentes centros para identificar de manera rápida y fiable las arterias perforantes para la planeación de colgajos microquirúrgicos, se llevó a cabo este estudio con el objetivo de determinar la utilidad diagnóstica de imágenes termográficas mediante un dispositivo adaptable a teléfono inteligente para la identificación de perforantes durante el diseño del colgajo anterolateral de muslo.

Evaluamos a un total de 10 varones, con una media de 22 años. En nuestro estudio, observamos que la cámara termográfica tiene una buena concordancia con el ultrasonido, de forma general, y que puede ser un poco más sensible en la detección cuantitativa del número de arterias perforantes en la región evaluada.

Pereira y Hallock llevaron a cabo un estudio prospectivo de todos los pacientes que tenían un colgajo de perforante local para cubrir un defecto de la extremidad inferior. Se utilizaron veintiocho colgajos de perforantes locales de todos los subtipos en 25 pacientes. Se usó termografía de teléfono inteligente en todos los pacientes antes de la operación para identificar los "puntos calientes" preferibles de perforantes o redes vasculares que permitieran un diseño de colgajo

adecuado. La monitorización intraoperatoria y posoperatoria se realizó de manera similar para todos los colgajos para determinar los resultados. Resultados Todos los colgajos de perforantes locales se basaron en perforantes identificados mediante termografía de teléfonos inteligentes. Todos los colgajos que la imagen digital térmica predijo 100% de viabilidad sobrevivieron totalmente. Se predijo que cinco colgajos tendrían viabilidad marginal, pero dos sobrevivieron por completo, mientras que los otros solo requirieron reajustes menores. Los colgajos de perforantes tipo peninsular y keystone fueron los más utilizados. La termografía siempre facilitó tomar la decisión correcta sobre si un colgajo peninsular de base proximal o distal sería superior. Se encontró que la elevación subfascial de los puntos fríos en los colgajos trapezoidales era menos probable que interfiriera con la perfusión del colgajo (17), demostrando la aplicabilidad de este tipo de tecnología a través de un teléfono inteligente, siendo un método de muy bajo costo, libre de radiación ionizante y medios de contraste intravenosos aplicable a la clínica.

Xiao et al. llevaron a cabo un estudio muy similar al nuestro, con el objetivo de comparar la aplicación de ultrasonido Doppler color y termografía infrarroja en el mapeo preoperatorio de perforantes del colgajo perforante anterolateral del muslo. Se aplicaron US Doppler y termografía infrarroja en 20 pacientes para localizar las perforantes originadas en la arteria femoral circunfleja lateral antes de la operación. Las perforantes identificadas con cada modalidad se marcaron en la región anterolateral del muslo. La precisión de ambos métodos de mapeo

se analizó de acuerdo con los hallazgos intraoperatorios. Se incluyeron un total de 20 colgajos ALT. Cincuenta y tres perforantes fueron detectados por US Doppler y 51 “puntos calientes” identificados por termografía infrarroja, en los cuales 50 “puntos calientes” correspondieron a US Doppler, y la prueba de consistencia mostró que el índice κ fue de 0.712 ($P < 0.05$), lo que representa alta consistencia. En su estudio, se utilizó el índice de Kappa debido a que se evaluó para el mapeo de las mismas perforantes, cada uno. La termografía infrarroja tiene una sensibilidad del 94.3% y una especificidad del 85.7% en comparación con la US Doppler. La desviación entre la imagen térmica y la US Doppler se correlacionó positivamente con el grosor del tejido subcutáneo. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.84 ($R = 0,84$). En comparación con US Doppler, la termografía infrarroja se puede utilizar para localizar perforantes, en este caso, los perforadores ALT, con un alto grado de consistencia. Es portátil, económico, no invasivo y fácil de operar. Tiene mayor precisión en pacientes con tejido subcutáneo más delgado (18), demostrando una eficacia similar a la que reportamos en nuestro trabajo.

En nuestro estudio, encontramos que la termografía tuvo la posibilidad de identificar más cantidad de arterias perforantes en ciertas regiones, aunque esto puede deberse a varias causas. Primero, se evaluó sobre una baja cantidad de pacientes, lo cual tiene ciertas limitaciones en la muestra. Segundo, pueden haberse presentado ciertos valores atípicos que no permitieron que se dispersaran en la muestra debido a la baja cantidad de pacientes. Además, la

falta de un segundo operador evaluando las muestras, tuvo cierta limitación. Sin embargo, este estudio es fácilmente replicable y requiere pocos recursos, sobre todo en nuestro centro, que contamos con la tecnología para su estudio, lo cual permite su reproducibilidad para corregir las limitaciones de este trabajo. Además, aunque son propensos a interferencias térmicas de fondo y artefactos, si se permite que la piel se “aclimate” a la temperatura ambiente durante un breve período, los puntos calientes de las perforantes se pueden identificar fácilmente para ayudar a la localización y confirmación con ecografía Doppler manual. A pesar de que la resolución de FLIR ONE es más baja que la de las cámaras termográficas más costosas, ofrece una alternativa de bajo costo que se puede aplicar a otras áreas de quemaduras y cirugía plástica. (19).

CAPÍTULO VIII.

CONCLUSIÓN

En nuestro estudio, observamos que la cámara termográfica tiene una buena concordancia con el ultrasonido, de forma general, y que puede ser un poco más sensible en la detección cuantitativa del número de arterias perforantes en la región evaluada.

Se requieren estudios posteriores con una mayor muestra, que considere diferentes regiones del cuerpo, pacientes con diferente tipo de IMC para evaluar grosor cutáneo, y su eficacia sobre la supervivencia de los colgaos posterior a la planeación microquirúrgica.

CAPÍTULO IX.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ghattaura A, Henton J, Jallali N, Rajapakse Y, Savidge C, Allen S, et al. One hundred cases of abdominal-based free flaps in breast reconstruction. the impact of preoperative computed tomographic angiography. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2010;63(10):1597–601.
2. Weum S, Mercer JB, de Weerd L. Evaluation of dynamic infrared thermography as an alternative to CT angiography for perforator mapping in breast reconstruction: A clinical study. *BMC Med Imaging.* 2016;16(1):1–7.
3. Sheena Y, Jennison T, Hardwicke JT, Titley OG. Detection of perforators using thermal imaging. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(6):1603–10.
4. Arai K, Fukuda O, Soeda S, Obara K. [Application of thermography and thermometry of the tube or simple flaps]. *Keisei geka Plast & Reconstr Surg.* 1969 Jul;12(3):277—285.
5. Song, Y. G., Chen, G. Z., and Song YL. The free thigh flap: A new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br. J. Plast. Surg.* 37: 149, 1984. *Br J Plast Surg.* 1984;37(149).
6. Dorfman D, Pu LLQ. The value of color duplex imaging for planning and performing a free anterolateral thigh perforator flap. *Ann Plast Surg.* 2014;72(SUPPL. 1):6–8.

7. Iida H, Ohashi I, Kishimoto S, Umeda T, Hata Y. Preoperative assessment of anterolateral thigh flap cutaneous perforators by colour Doppler flowmetry. *Br J Plast Surg*. 2003;56(1):21–5.
8. Chubb D, Rozen WM, Whitaker IS, Ashton MW. Images in plastic surgery: digital thermographic photography (“thermal imaging”) for preoperative perforator mapping. *Ann Plast Surg*. 2011;66(4):324–5.
9. Hardwicke JT, Osmani O, Skillman JM. Detection of perforators using smartphone thermal imaging. *Plast Reconstr Surg*. 2016;137(1):39–41.
10. de Weerd L, Mercer JB, Weum S. Dynamic infrared thermography. *Clin Plast Surg* 2011;38:277-92.
11. Lee BT, Matsui A, Hutteman M, Lin SJ, Winer JH, Laurence RG, et al. Intraoperative Near-infrared Fluorescence Imaging in Perforator Flap Reconstruction: Current Research and Early Clinical Experience. *Clin Exp J Reconstructive microsurg*. 2009;26(1):59-65.
12. Tanaka E, Choi HS, Fujii H, Bawendi MG, Frangioni JV. Image-guided oncologic surgery using invisible light: completed pre-clinical development for sentinel lymph node mapping. *Ann Surg Oncol* 2006;13:1671–1681
13. Troyan SL, Kianzad V, Gibbs-Strauss SL, et al. The FLARE intraoperative near-infrared fluorescence imaging system: a first-in-human clinical trial in breast cancer sentinel lymph node mapping. *Ann Surg Oncol* 2009;16:2943–2952
14. Gioux S, De Grand AM, Lee DS, et al. Improved optical sub-systems for

intraoperative near-infrared fluorescence imaging. SPIE Proceedings 2005;6009:39–48

15. Ru"bben A, Eren S, Krein R, Younossi H, Bo"bler U, Wienert V. Infrared videoangiography of the skin with indocyanine green—rat random cutaneous flap model and results in man. *Microvasc Res* 1994;47:240–251
16. Eren S, Ru"bben A, Krein R, Larkin G, Hettich R. Assessment of microcirculation of an axial skin flap using indocyanine green fluorescence angiography. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:1636–1649
17. Pereira N, Hallock GG. Smartphone Thermography for Lower Extremity Local Flap Perforator Mapping. *J Reconstr Microsurg* 2021; 37(01): 059-066
18. Xiao W, Li K, Kiu-Huen SNG, Feng S, Zhou H, Nicoli F, et al. A Prospective Comparative Study of Color Doppler Ultrasound and Infrared Thermography in the Detection of Perforators for Anterolateral Thigh Flaps. *Annals Plastic Surg.* 2020;84(55):S190-5.
19. Hadwicke JT, Osmani O, Skillman JM. Detection of Perforators Using Smartphone Thermal Imaging. *Plastic Reconstructive Surg.* 2016;137(1):39-41.

CAPÍTULO X.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Francisco Javier Palacios Luna

Candidato para el Grado de Sub-especialidad en Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva.

Tesis: Correlación entre imágenes térmicas por teléfono inteligente y Ultrasonido Doppler para la detección de perforantes en colgajos ALT

Campo de Estudio: Ciencias de la salud

Datos personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León, México el día 20 de Mayo de 1989.

Hijo de Francisco Javier Palacios Ríos y Margarita Luna Ortega

Educación: Egresado de la Facultad de Medicina U.A.N.L. y Hospital Universitario "José Eleuterio González". 2006 - 2012.

Servicio Social en Centro Asistencial para el Indígena, A.C. "Esquipulas", San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

Especialidad en Cirugía General, Universidad Autónoma de Nuevo León, Hospital Universitario "José Eleuterio González". 2015 - 2019.