



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. ANTONIO FRAGA MOURET" CMN "LA RAZA"  
SERVICIO DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

**UTILIDAD DE UNA MICROCÁMARA TERMOGRÁFICA INFRARROJA PARA  
LA DETECCIÓN TEMPRANA DE OBSTRUCCIÓN VASCULAR  
POSOPERATORIA EN COLGAJOS MICROVASCULARES**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

**PRESENTA**

**DR. OSCAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ SOLER**

**ASESORES DE TESIS**

**DR. PEDRO GRAJEDA LOPEZ**

**DR. ALEJANDRO CRUZ SEGURA**

**CIUDAD DE MÉXICO; FEBRERO 2018**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

Dr. Jesús Arenas Osuna

Jefe de la División de Educación en Salud UMAE, Hospital de Especialidades

“Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Pedro Grajeda López

Titular del curso Universitario de Cirugía Plástica

“Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro Médico Nacional “La Raza”

---

Dr. Oscar Alejandro Hernández Soler

Residente de cuarto año de Cirugía Plástica y Reconstructiva UMAE,

“Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro Médico Nacional “La Raza”

No. De protocolo R-2016-3501-78

<b>ÍNDICE</b>	
<i>Resumen</i>	<b>4</b>
<i>Glosario de Abreviaturas</i>	<b>6</b>
<i>Marco teórico</i>	<b>7</b>
<i>Material y métodos</i>	<b>18</b>
<i>Resultados</i>	<b>21</b>
<i>Discusión</i>	<b>25</b>
<i>Conclusión</i>	<b>27</b>
<i>Bibliografía</i>	<b>28</b>
<i>Anexos</i>	<b>30</b>

## RESUMEN

### UTILIDAD DE UNA MICROCÁMARA TERMOGRÁFICA INFRARROJA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE OBSTRUCCIÓN VASCULAR POSOPERATORIA EN COLGAJOS MICROVASCULARES

**Objetivos.** Estimar la utilidad (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y tiempo de detección) de una microcámara termográfica infrarroja para detectar tempranamente obstrucción vascular (arteria-vena) posoperatoria en colgajos microvasculares.

**Material y métodos.** Estudio sobre prueba diagnóstica, se incluyeron a todos los pacientes programados para reconstrucción con colgajos libres que incluían isla cutánea programados durante un año y 3 meses. Se realizó la vigilancia clínica y con la cámara termográfica cada hora las primeras 24 hrs del posoperatorio, cada 2 hrs las segundas 24 hrs y cada 3 hrs a partir del tercer día hasta el alta del paciente. Se analizó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, curvas ROC y razón de verosimilitud.

**Resultados.** Se realizaron 2309 pruebas diagnósticas con un total de 4618 mediciones, la cámara permitió el diagnóstico de obstrucción vascular estadísticamente significativa en relación al grupo sin obstrucción 33.4 (E.D 3.13)  $p < 0.000$ . Tuvo una sensibilidad de 93%, especificidad del 85%, VPP del 30% y VPN del 99%. Con dos pruebas positivas, la especificidad se incrementó de 85% a 92%, la razón de verosimilitud de 6.2 a 11.6 y el valor predictivo negativo aumentó de 30% a 45%

**Conclusiones.** Es un método efectivo, económico y no invasivo que permitió detectar alteraciones en el flujo vascular hasta 12 horas previas a la valoración clínica por parte del observador.

**Palabras clave.** Microcamara termográfica, obstrucción vascular postoperatoria, microcirugía.

## ABSTRACT

### USEFULNESS OF A INFRARED THERMOGRAPHIC MICROCÁMARA FOR THE EARLY DETECTION OF POSOPERATIVE VASCULAR OBSTRUCTION IN MICROVASCULAR FLAPS

**Goals.** Estimate the usefulness (sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and detection time) of an infrared thermographic microcamera to detect early vascular (artery-vein) obstruction in microvascular flaps.

**Material and methods.** Diagnostic test study included all patients scheduled for reconstruction with free flaps including cutaneous island programmed for one year and 3 months. Clinical surveillance was performed with the thermographic camera every hour for the first 24 hours after the surgery, every 2 hrs the second 24 hrs and every 3 hrs from the third day until the patient's discharge. We analyzed the sensitivity, specificity, negative and positive predictive value, ROC curves and likelihood ratio.

**Results.** A total of 2309 diagnostic tests were performed with a total of 4618 measurements, allowing the diagnosis of vascular obstruction to be statistically significant in relation to the unobstructed group 33.4 (E.D 3.13))  $p < 0.000$ . He had a sensitivity of 93%, specificity of 85%, PPV of 30% and VPN of 99%. With two positive tests, the specificity increased from 85% to 92%, the plausibility ratio from 6.2 to 11.6 and the negative predictive value increased from 30% to 45%

**Conclusions.** It is an effective, inexpensive and non-invasive method that allowed to detect alterations in the vascular flow up to 12 hours prior to the clinical evaluation by the observer.

**Keywords.** Thermographic microcamera, postoperative vascular obstruction, microsurgery.

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ROC	Característica de funcionamiento del receptor (Receiver Operating Characteristic)
DIEP	Perforante de epigástrica inferior profunda (Deep Inferior Epigastric Perforator)
VGA	Formación de gráficos de video (Video Graphics Array)
mA-h	Miliamperio hora (Milliampere hour)
UMAE	Unidad Médica de Alta Especialidad
CMN	Centro Médico Nacional
SPSS	Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (Statistical Package for the Social Sciences)
AMM	Asociación Médica Mundial
CNIC	Comisión Nacional de Investigación Científica
DM	Diabetes Mellitus
SEG	Segundo
VPP	Valor predictivo positivo
VPN	Valor predictivo negativo

# **MARCO TEÓRICO**

## **MICROCIRUGÍA RECONSTRUCTIVA**

La *cirugía reconstructiva* ha tenido grandes avances en los últimos años, siendo la *microcirugía* una de las áreas más fértiles e innovadoras y que han permitido como nunca antes, la restauración de la forma y la función en múltiples áreas del cuerpo.

En la actualidad, se considera a la transferencia de tejido libre como una técnica indispensable en cirugía plástica.

El término “*microcirugía*” se refiere a la cirugía que tiene lugar bajo magnificación con un microscopio. Dentro del campo de la cirugía plástica, dicho término engloba la *cirugía microvascular, microneural, microlinfática, y microtubular*.<sup>1</sup>

Específicamente, la “*cirugía microvascular*” se refiere a la coaptación quirúrgica de vasos de pequeño calibre (desde 0.3 a 2.0 mm de diámetro) realizada bajo magnificación e iluminación especial. En un ambiente clínico, este término, es comúnmente usado como sinónimo de “*microcirugía reconstructiva*”, el cual abarca a los *reimplantes y la transferencia de tejido libre (también llamados colgajos libres o colgajos microquirúrgicos)*.<sup>1</sup>

Los métodos necesarios para la transferencia microquirúrgica de tejido fueron desarrollados en 1960, cuando Jacobsen y Suarez describieron la anastomosis de vasos sanguíneos usando un microscopio en un modelo animal,<sup>2</sup> posteriormente Malt y McKhann realizaron el primer reimplante exitoso de un brazo en humanos.<sup>3</sup> La primera transferencia de tejido libre fue desarrollada en 1972 cuando McLean y Buncke usaron un colgajo libre de epiplón para reconstruir un defecto en piel cabelluda.<sup>4</sup> A partir de estos acontecimientos, en la

últimas décadas ha existido un avance considerable en esta área, siendo los colgajos microvasculares basados en arterias perforantes, y los colgajos usando las técnicas de supermicrocirugía las herramientas más sofisticadas con las que cuenta nuestra especialidad en la actualidad para realizar reconstrucciones complejas y con un mínimo de morbilidad en el sitio donador.

El perfeccionamiento de estos colgajos ha originado un aumento significativo en la tasa supervivencia, siendo de más del 95% en la mayoría de los grandes centros hospitalarios.<sup>5-8</sup> Los factores que han intervenido para lograr estos resultados son entre otros, el perfeccionamiento de la técnica quirúrgica, la adecuada selección de los pacientes y los cuidados perioperatorios a los que son sometidos dichos pacientes.

La clave para mejorar la tasa de éxito de los colgajos libres es la detección temprana de obstrucción vascular y el salvamento de los colgajos afectados mediante una *reintervención urgente* (como máximo dentro de las 6 primeras horas de iniciada la trombosis) , ya que posterior a dicho lapso la probabilidad de salvar el colgajo se reduce significativamente.<sup>9</sup> La tasa general de obstrucción vascular (trombosis o compresión extrínseca) es de alrededor de 20% en los colgajos microvasculares <sup>10</sup>

## **TÉCNICAS DE VIGILANCIA DE COLGAJOS MICROVASCULARES**

El “*estándar de oro*” para la monitorización de los colgajos libres es la observación clínica de la coloración y del llenado capilar. Se ha reportado una sensibilidad del 100% con 36% de falsos positivos.<sup>11</sup> Sin embargo este método es subjetivo y observador dependiente. Incluso el personal médico bien entrenado puede ser incapaz en algunas ocasiones de detectar una trombosis de la anastomosis lo suficientemente temprana para salvar el colgajo.<sup>12</sup>

Debido a lo anterior han surgido muchos métodos para la monitorización de los colgajos en el periodo posoperatorio. Los dispositivos doppler portátiles son de amplio uso en la actualidad y de hecho son considerados dentro de las técnicas de vigilancia convencionales,<sup>13-14</sup> dicho método permite detectar obstrucciones totales, sin embargo es poco sensible y específico para detectar trombosis u obstrucciones parciales, además, una de sus grandes limitantes es su incapacidad para diferenciar la señal de los vasos receptores de los del colgajo debido a su proximidad.<sup>15</sup>

El doppler implantable puede medir el flujo a través de la anastomosis microvascular y es una herramienta efectiva para la vigilancia de la perfusión del colgajo, especialmente en colgajos sin isla cutánea.<sup>16</sup> Sin embargo es un método invasivo y costoso.

Existen otros métodos descritos para la vigilancia de los colgajos libres como son el *Laser Doppler*, el cual requiere experiencia en la interpretación debido a los valores relativos que varían en cada paciente y en cada tejido.<sup>16</sup>

La *oximetría de pulso* es un método efectivo, sin embargo es un método más adecuado para revascularizaciones digitales o transferencias de orfejos.<sup>17</sup>

La medición del pH tisular, o la “prueba de punción” son métodos que pueden predecir compromiso vascular. Ambos son métodos invasivos que requieren la punción directa del colgajo.<sup>18</sup>

La medición de la temperatura del colgajo es un método simple, no invasivo y económico que puede detectar estadios tempranos de trombosis vascular.

## TERMOGRAFÍA INFRARROJA , TERMOANÁLISIS Y TEMPERATURA

### Definiciones

En general, la termografía infrarroja requiere un entendimiento básico de electromagnetismo (espectro electromagnético) y termodinámica (que incluye la transferencia de calor).

La *termodinámica* es el estudio de los efectos de los cambios en la temperatura, presión y volumen en los sistemas físicos (en una escala macroscópica) mediante el análisis del movimiento colectivo de sus partículas.

El término "*infrarrojo*" describe un rango de longitud de onda específico. Mientras que la porción infrarroja del espectro electromagnético es de 1 a 1000 microns (1 micron = una milésima parte de un milímetro), la termografía infrarroja utiliza solo un ancho de banda entre aproximadamente 2-14 microns. <sup>19</sup>

El término "termografía" está compuesto de dos palabras; *thermos* (temperatura) y *graphos* (imagen). Aunque existen una gran variedad de instrumentos infrarrojos disponibles en la actualidad (controles remoto, radiómetros puntuales etc). La termografía infrarroja está confinada a la tecnología que produce una imagen de energía (termograma) producido por un instrumento infrarrojo.

La *termografía infrarroja* puede ser definida como la colección, producción de imágenes, almacenamiento y evaluación de la radiación electromagnética en el ancho de banda del espectro electromagnético usando un dispositivo de imagen electrónico.<sup>19</sup>

La *temperatura* se define como la medición del promedio de energía de vibración cinética de las moléculas de una sustancia.

La *segunda ley de la termodinámica*, en esencia, establece que la energía siempre viaja de áreas u objetos de mayor temperatura (mayor energía cinética molecular) hacia áreas u objetos de menor temperatura (menor energía cinética molecular). Por lo tanto, la temperatura también define a la habilidad del cuerpo para impartir energía a otros objetos. Esta transferencia de energía solo se da cuando existe una diferencia en el nivel de energía. Todos los objetos en el mundo están constantemente tratando de alcanzar el equilibrio térmico. Este principio explica cómo funcionan la mayoría de los dispositivos de medición de temperatura convencionales.

Existen cinco diferentes *tipos de transferencia de calor* : conducción, convección, cambio de estado, calor específico y radiación. Este último tipo de transferencia se realiza a través de ondas electromagnéticas alternantes.<sup>19</sup>

Existen diferentes formas de radiación electromagnética. La transferencia de calor toma lugar primariamente en el área del espectro electromagnético conocido como "banda infrarroja". Tanto el espectro electromagnético como sus diferentes componentes se discuten en las siguientes secciones.

### **Principios de radiación electromagnética**

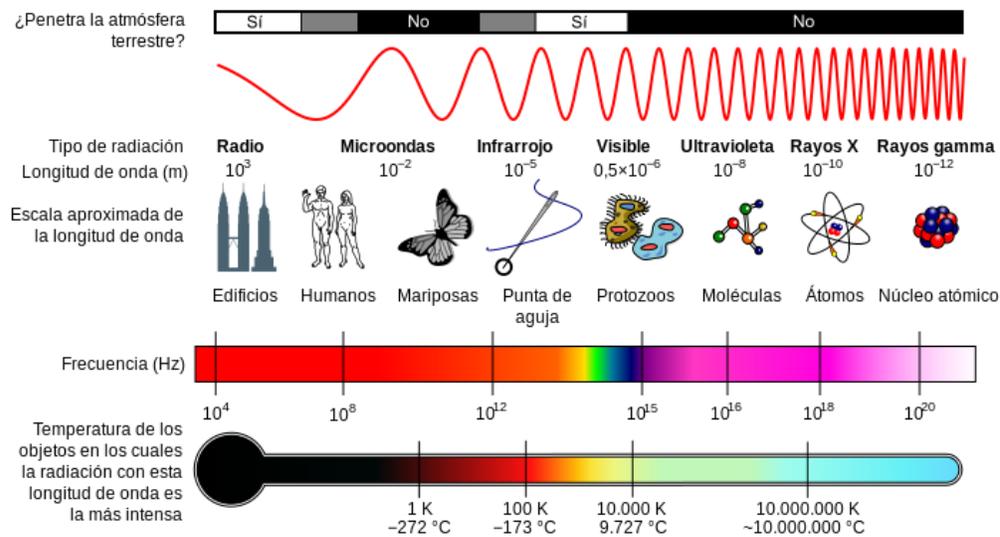
La radiación electromagnética se define como la transferencia de energía de un punto hacia otro por efecto de campos magnéticos y eléctricos alternantes. Esta forma de radiación se encuentra en la forma de ondas electromagnéticas y no siempre se asocia con transferencia de calor.

La transferencia de calor es dependiente de una diferencia de temperatura, la radiación electromagnética no. La energía electromagnética es generada por el movimiento de partículas atómicas cargadas que aceleran o desaceleran desde un punto origen.<sup>19</sup>

La energía electromagnética puede ser conceptualizada como una onda con propiedades eléctricas y magnéticas. Estas ondas tienen tres características estrechamente relacionadas: velocidad, longitud de onda y frecuencia. Debido a que estas ondas viajan a la velocidad de la luz (que es una constante) la longitud de onda puede calcularse a partir de la frecuencia y viceversa.<sup>19</sup>

## El espectro electromagnético

El espectro electromagnético es un esquema de energía el cual describe el rango completo de los tipos de radiación electromagnética conocidos; ondas de radio, microondas, infrarrojas, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.<sup>19</sup>



Algunos tipos de radiación de este espectro pueden traslaparse en sus extremos teniendo la misma frecuencia y longitud de onda.

La porción infrarroja del espectro electromagnético se extiende de 1-1000 microns. Todos los objetos por arriba del cero absoluto (-273°C) emiten radiación electromagnética en la forma de rayos infrarrojos. Esta energía es emitida desde la primer milésima de pulgada de la superficie de un objeto. La porción infrarroja

del espectro electromagnético puede ser medida en dos áreas distintas de acuerdo al tipo de dispositivo infrarrojo; dispositivos intensificadores de luz (visión nocturna) y los dispositivos termográficos infrarrojos.<sup>19</sup>

### **Dispositivos de termografía infrarroja**

La luz visible ocupa un área del espectro electromagnético que va de 0.38-0.72 microns. Estas longitudes de onda están asociadas con temperaturas de 525° C o mayores. Si no hay fuentes de energía capaces de emitir ese nivel de temperatura (o mayores) el ojo humano es incapaz de observar algo. La casi totalidad de los objetos que podemos ver a diario son debido al reflejo de esta energía en objetos de menor temperatura.<sup>19</sup>

El espectro de radiación infrarroja (1-1000 microns) se divide de manera general en cuatro regiones "infrarrojo cercano" (0.75-2 microns), "infrarrojo intermedio" (2-6 microns), "infrarrojo lejano" (6-14 microns) e "infrarrojo extremo" (14-1000 microns).<sup>19</sup>

La termografía infrarroja comercial solo usa una pequeña parte de ese rango clasificado como infrarrojo. Esta "área termográfica infrarroja" abarca de 2-14 microns. Sin embargo, en términos prácticos, el rango real es de 2-6 microns y de 8-14 microns. Esto se debe a que la radiación de 6-8 microns es absorbida por la atmósfera. El área en la cual operan estos dispositivos se conoce también como región infrarroja de "onda corta"<sup>19</sup>

Los instrumentos de termografía infrarroja son sistemas no invasivos que operan a distancia. La imagen que aparece en la pantalla es una representación de la energía radiada que es emitida en la superficie de los objetos en el campo de visión por arriba de los -35 grados centígrados. El campo de visión del sensor de la cámara es dividido a su vez en miles de áreas específicas, por lo que la

información es obtenida de manera independiente en cada área específica. La cantidad de detectores en cada sensor viene determinado por la resolución de dicho sensor, existiendo una gran variedad de resoluciones disponibles en la actualidad: <sup>19</sup>

80x80 = 6400 detectores

160x120 = 19,200 detectores

320x240 = 76,800 detectores

384x288 = 110,592 detectores

Algunos factores que pueden influir en la transmisión de la señal infrarroja son la presión del aire, temperatura ambiente y el ángulo de visión (siendo lo ideal un ángulo de 90 grados). La resolución del sensor aumenta el área de detección a evaluar, siendo fotografías panorámicas o de estructuras las que requieren las mayores resoluciones disponibles.<sup>19</sup>

## **ESTUDIOS SOBRE MICROCIRUGÍA Y TERMOGRAFÍA INFRARROJA**

El sistema de termografía con cámaras infrarrojas [InfraEye 180 (Fujitsu, Japan),<sup>20</sup> Nikon Laird S270 (Tokyo, Japan) IR camera,<sup>21, 22</sup> FLIR (FLIR ThermoCAM S65 HS, FLIR Systems, Boston, MA) IR Camera.<sup>21</sup> Estas últimas con una sensibilidad de 0.1 °C. INFRA-EYE 1200a (Fujitsu, Tokyo Japan), ThermalVision LAIRD 3ME (Nikon, Japan) , Thermo Tracer™ , TH7102MV (NEC Corp. Japan) rango de temperatura de 20 a 250 °C, velocidad de disparo de 1/60 s, resolución de 0.08 °C (a 30 °C)., BioScanIR System (Advanced BioPhotonics Technologies Ltd., Bohemia, NY) <sup>23</sup>] se ha usado de manera experimental y clínica para la monitorización de este tipo de colgajos representando un método efectivo tanto para la selección de perforantes, como para la monitorización de este tipo de tejido. <sup>20-23</sup>

Se identificaron con esta técnica perforantes en diversas regiones anatómicas (tórax, abdomen, espalda y tórax lateral) en un estudio de 12 pacientes sanos.<sup>20</sup>

En otro estudio se comprobó la utilidad de este método para la localización y selección de perforantes en 25 pacientes sometidos a reconstrucción con colgajo DIEP.<sup>21</sup>

En otro estudio,<sup>22</sup> se vigiló la perfusión intraoperatoria de 10 colgajos libres demostrando su utilidad para el diseño y disección del colgajo al revelar las áreas con sufrimiento vascular.

El estudio de Chubb y cols<sup>24</sup> demostró que la utilización de estos dispositivos tienen una exactitud similar al de la angiogramografía en la detección y selección de perforantes musculocutáneas.

En un estudio experimental de 20 ratones,<sup>23</sup> se pudo demostrar que con este método se podían detectar oclusiones vasculares antes de la aparición de cambios clínicos.

En un estudio que utilizó termómetro de contacto sobre los colgajos, se ha observado que una diferencia de temperatura de más de 2 grados centígrados con respecto a la piel adyacente se relaciona de manera significativa con compromiso circulatorio (evidencia encontrada en un estudio de 600 colgajos donde se encontró una sensibilidad del 98% y un valor predictivo positivo del 75%,<sup>25</sup> otro estudio de 47 colgajos libres encontró una correlación de trombosis vascular con la caída de 2 grados centígrados en el centro del colgajo).<sup>26</sup> Así mismo una caída de temperatura de más de 3 grados o más en el centro del colgajo se relaciona con trombosis arterial (En un estudio de 54 colgajos libres se compararon diversos métodos de vigilancia posoperatoria, encontrando que la caída de la temperatura de 3 grados centígrados en el centro del colgajo es indicativo de trombosis arterial).<sup>27</sup>

En un estudio publicado en el 2016 <sup>28</sup>, se utilizó una cámara térmica industrial para la vigilancia de colgajos radiales intraorales usados para reconstrucción orofaríngea. Este estudio incluyó únicamente 16 pacientes y la vigilancia posoperatoria se realizó en 2 ocasiones, al primer y décimo día del periodo postquirúrgico, concluyendo que existió diferencia significativa de temperatura en el único colgajo que mostró la complicación.

A pesar de lo anterior, existe poca disponibilidad de este tipo de cámaras, las cuales son muy costosas y poco accesibles para la mayoría de los centros hospitalarios.

En el presente estudio se propone la utilización de una microcámara infrarroja de bajo costo y utilizable con la mayoría de los teléfonos inteligentes disponibles en la actualidad.

El único estudio donde se ha utilizado la cámara FlirOne fue un estudio piloto recientemente publicado en 2016 <sup>29</sup> con 10 pacientes voluntarios sanos donde se sugirió la utilización de este dispositivo para detectar preoperatoriamente vasos perforantes del abdomen y del muslo, sin embargo debido a la naturaleza del estudio y de los sujetos de investigación, no se obtuvo ningún dato estadístico ni se obtuvo ninguna conclusión válida para utilizarla en la detección de vasos perforantes durante el periodo preoperatorio, además de que no se valoró en el periodo posoperatorio.

En una revisión sistemática publicada recientemente <sup>30</sup>, se concluyó que la termografía infrarroja es una herramienta no invasiva, útil y confiable con diversas aplicaciones en cirugía plástica, incluyendo la detección de perforantes y vigilancia de colgajos microvasculares.

Hasta el momento no existe ningún estudio donde se compare la utilidad de esta cámara contra los métodos tradicionales de vigilancia clínica.

La cámara que se pretende usar es la "flir One" de segunda generación, disponible en el mercado desde el 2015, la cual cuenta con una resolución del sensor 160x 120, resolución visible VGA, rango de temperatura: -20 a 120 grados centígrados, sensibilidad: 0.1 grados centígrados, peso: 78 gramos, compatible con iphone 5, 5s, 6, 6S y 7, capacidad de batería de 350 mA-h, conector tipo lightning.

Se realizó un estudio de concordancia inter e intraobservador para variables cuantitativas (temperatura) mediante el coeficiente de variación, obteniendo una diferencia intraobservador de 0.11% y una variación media interobservador de 0.61%.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

El objetivo de este trabajo fue estimar la utilidad (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y tiempo de detección) de una microcámara termográfica infrarroja para detectar tempranamente obstrucción vascular (arteria-vena) posoperatoria en colgajos microvasculares.

Se estudiaron a todos los pacientes de ambos sexos, programados durante un año tres meses para reconstrucción con colgajos microvasculares que incluyeran isla de piel en el servicio de cirugía plástica de nuestro hospital. Se incluyeron a pacientes mayores de 16 años, derechohabientes del IMSS, de ambos sexos, con patología diversa, programados para reconstrucción microquirúrgica con colgajos libres que incluyan isla cutánea durante Marzo del 2016 a Junio del 2017 en el servicio de Cirugía Plástica del Hospital de Especialidades, CMN “La Raza”.

Se consideró criterios de no inclusión aquellas condiciones que pueden alterar la temperatura de los tejidos como inflamación aguda, osteomielitis, enfermedad vascular periférica o vasculitis, enfermedad renal o hepática crónica, disfunción cardíaca o que estuvieran tomando medicación vascoactiva (B bloqueadores, bloqueadores de canales de calcio, nitroglicerina). Se eliminaron a aquellos pacientes que se fueron de alta voluntaria antes de realizar el procedimiento, si tuvieron una suspensión del procedimiento programado, si se realizó cualquier otro tipo de procedimiento reconstructivo que no fuera un colgajo microquirúrgico o si se decidió retirar la isla cutánea durante el transoperatorio.

Se utilizó un modelo de muestreo probabilístico de casos consecutivos con un nivel de confianza del 95%,  $Z_{\alpha}$  de 1.96, con un tamaño de muestra mínimo de 59 pruebas diagnósticas.

Se usó una cámara infrarroja “Flir One” de segunda generación (resolución 160x

120, rango de temperatura: -20 a 120 grados centígrados, sensibilidad: 0.1 grados centígrados, peso: 78 gramos, compatible con iphone 5, 5s, 6, 6S y 7). Posterior a realizado el procedimiento microquirúrgico, se marcó con una sutura sobre la isla cutánea la posición de la perforante dominante del colgajo disecado. Se colocó una segunda sutura a 5 cms de la herida del colgajo en la piel adyacente. Se realizó la vigilancia del colgajo de acuerdo a lo establecido en las guías de práctica clínica internacionales <sup>5,6</sup> , cada hora durante las primeras 24 hrs del posoperatorio, cada 2 hrs las segundas 24 hrs y cada 3 hrs a partir del tercer día de posoperatorio, hasta el alta del paciente. El alta del paciente fue al octavo día del posoperatorio. Se llevó a cabo vigilancia de las características clínicas (coloración, llenado capilar y presencia de señal doppler). Un segundo observador, y sin relación directa al manejo y toma de decisiones en el paciente y quien desconoció los resultados de la valoración clínica, midió la temperatura del colgajo y de la piel adyacente con el dispositivo antes mencionado y lo registró en una segunda hoja de registro.

Antes de la medición con la cámara se mantuvieron descubiertas (de sábanas y/o ropas) las áreas a valorar durante 5 minutos. Posteriormente se colocó la cámara a 30 cms del colgajo dirigiendo el punto de medición a 90 grados sobre los puntos de sutura marcados previamente. Se consideró una prueba con la cámara positiva a una disminución de 2 o más grados centígrados en el centro del colgajo con respecto a la piel adyacente y/o una caída súbita de 3 o más grados centígrados.

La decisión de reintervenir al paciente debido a obstrucción vascular se basó únicamente en la valoración clínica (con la intención de que los resultados de la prueba diagnóstica no influyeran en la variable de resultado). Durante dicha reintervención se corroboró de manera directa la presencia flujo a través de la anastomosis mediante una maniobra de ordeñamiento y la presencia compresión extrínseca o trombosis intravascular.

En el caso de los pacientes que no fueron reintervenidos y si las pruebas con el método clínico fueron negativas se decidió el alta del paciente al octavo día del posoperatorio y se consideró como “ausencia de obstrucción vascular”. El resultado de la variable *Obstrucción vascular* se consideró como el Estándar de Oro del estudio sobre el que se compararon las diferentes pruebas.

Las variables evaluadas fueron la edad, sexo, tabaquismo, diabetes mellitus, diagnóstico, tipo de colgajo, temperatura con cámara termográfica, valoración clínica, presencia de obstrucción vascular y el tiempo en minutos que tomó desde el posoperatorio inmediato al diagnóstico clínico y con cámara térmica.

Las principales variables (temperatura con cámara, valoración clínica y obstrucción vascular) se categorizaron como categóricas dicotómicas (positiva o negativa).

Una vez recabada toda la información se confrontaron los datos de cada prueba y se analizaron mediante las pruebas estadísticas. Los datos de las variables predictoras y de resultado se vaciaron en una tabla de contingencia 2x2 para variables categóricas. Se analizó sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo. Se graficaron los resultados mediante curvas ROC y razón de verosimilitud.

Se tomó la diferencia de tiempo entre la detección de la obstrucción con la cámara termográfica y la detección clínica y se analizó mediante T de Student.

Se realizó estadística descriptiva sobre el grupo de pacientes y se utilizó Ji cuadrada para comparar las características del paciente y del colgajo entre el grupo con y sin obstrucción.

Se utilizó SPSS versión 22 para MAC.

# RESULTADOS

Se incluyeron un total de 2309 pruebas diagnósticas en 38 pacientes. Se realizó un colgajo en cada paciente.

Folio	Edad	Nombre del Paciente	Afiliación	Cirugía	Diagnóstico	Procedimiento	Vigilancia con cámara térmica	Vigilancia Clínica	Muestra de vasos	Obstrucción vascular
1	60	Ramos Cardona Clara Elena	0197 56 0003 1F56OR	05-ene-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	No	No
2	41	Bejarano Mago Lilia	4592 75 3343 5F75PE	09-feb-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	No	No
3	53	Nava Rodríguez Flora	0781 64 1012 3F63OR	16-feb-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	No	Si
4	53	Nava Rodríguez Flora	0781 64 1012 3F63OR	16-feb-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	No	No
5	51	Gallardo Mejía Margarita		23-feb-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	No	No
6	35	Mendoza Ortiz Nestor Cutberto	1301 81 2064 1M81OR	20-may-16	Área cruenta en SCALP	AMT	Completa	Completa	No	No
7	63	Rodríguez Martínez Ma del Rosario	0173 53 5657 5F53 PE	24-may-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	Si
8	60	Moreno Castillo Virginia	0178 54 6308 6F56PE	31-may-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
9	71	Molina Rodríguez Guillermina	2163 45 1876 5F45PE	07-jun-16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
10	32	Zamora Barragán Edwin Alejandro	9202840191 5M84PE	01-jul-16	Secuela de trauma facial	ALT	Completa	Completa	Si	Si
11	32	Zamora Barragán Edwin Alejandro	9202840191 5M84PE	01-jul-16	Secuela de trauma facial	Radial	Completa	Completa	Si	No
12	62	Ugalde Mendoza Albina	1367 4911 83		Hemangioma en cara	Radial	Completa	Completa	Si	No
13	51	Juarez Acosta María Teresa	961090 74064F 65 or	27/09/16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
14	46	Trejo Martínez Carlos	92977002171m70	04/10/16	Neurofibroma en cara	Escapular	Completa	Completa	Si	No
15	55	González Carranza Beatriz	0179612871 2F61OR	18/10/16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	Si (Parcial)
16	36	González Canuto Adalberto	16998045141M80OR	24/10/16	Área cruenta miembro pélvico	ALT	Completa	Completa	Si	No
17	32	Dector Flores Guadalupe	96109074064F65OR	05/11/16	Tumor mandibular	Peroné	Completa	Completa	Si	No
18	45	Gómez Jalpa Estela	96907124251F71OR	22/11/16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
19	59	Paredes Sánchez Blanca Araceli	71835800946F58PE	10/01/16	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
20	54	Chávez García Virginia	75806315381F 63 OR	21/02/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	Si
21	54	Chávez García Virginia	75806315381F 63 OR	21/02/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
22	31	Martínez García Víctor Manuel	9605863442 1m 86 or	27/02/17	Área cruenta en cuello	Escapular	Completa	Completa	Si	No
23	46	Rendon Montes Dolores Sandra	0295 71 0080 1F71 OR	28/02/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
24	53	Padilla Yescas Martha Angélica	0191640249 1F64 OR	07/03/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
25	54	Rodríguez Tuffiño Aurelia	11846305291F63 OR	09/03/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
26	46	Ortuño Suárez Alejandro	0158384824 6M71PE	14/03/17	Área cruenta en SCALP	ALT	Completa	Completa	Si	No
27	54	Campos Ramos Ma. Soledad	3081636486 2F63 RD	16/03/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
28	47	Vela Alvarado Ma. De la Luz	42867020962F70ORD	21/03/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
29	56	Juarez Enrique Cecilia Margarita	0178610089 5F 61 PE	28/03/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
30	66	Juarez Romo Teresa de Jesús	39875100455FPE	30/03/17	Hemangioma en cara	Radial	Completa	Completa	Si	No
31	43	González Moreno Olivia	01937429631F74OR	04/04/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
32	50	Goona Cruz Leticia	20866703405F67PE	11/04/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
33	56	Ramírez Reyes Ma. De los Angeles	10816115185F61PE	18/04/17	Secuelas de mastectomía	DIEP	Completa	Completa	Si	No
34	51	Manríquez Zambrano Ma del Socorro	63846512411F65OR	25/04/17	Secuelas de mastectomía derecha	DIEP	Completa	Completa	Si	No
35	51	Manríquez Zambrano Ma del Socorro	63846512411F65OR	25/04/17	Secuelas de mastectomía izquierda	DIEP	Completa	Completa	Si	No
36	39	Castro López Juan de Dios	16967819311M1978 OR	02/05/17	Área cruenta miembro pélvico	ALT	Completa	Completa	Si	No
37	43	Chavez Matamoros Rodrigo	11107400971M74SA	09/05/17	Defecto en pene	ALT	Completa	Completa	Si	Si
38	59	Gutiérrez Mendoza José Rafael	01775804771M58OR	23/05/17	Secuelas de quemadura en cuello	ALT	Completa	Completa	Si	No

Fueron 28 mujeres y 10 hombres. La edad promedio fue de  $49.7 \pm 9.9$  años.

Folio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Sexo	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer
Edad	60	41	53	53	51	35	63	60	71	32	32	62	51	46	55	36	32	45	59
Folio	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Sexo	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre	Hombre	Hombre	
Edad	54	54	31	46	53	54	46	54	47	56	66	43	51	56	51	51	39	43	59

Los colgajos realizados fueron 25 DIEP, seis ALT, tres radiales, dos escapulares, un peroneo y un colgajo AMT.

COLGAJO	#
<b>DIEP</b>	<b>25</b>
<b>ALT</b>	<b>6</b>
<b>RADIAL</b>	<b>3</b>
<b>SCAPULAR</b>	<b>2</b>
<b>FIBULAR</b>	<b>1</b>
<b>AMT</b>	<b>1</b>

Se realizaron un total de 4618 mediciones con la cámara térmica (2309 mediciones en el colgajo y 2309 mediciones en la piel adyacente) lo que equivale a 2309 pruebas diagnósticas con el método a evaluar. Estas mediciones fueron comparadas con 2309 mediciones clínicas.

Cámara Infrarroja	Método clínico
2309 (Colgajo)	2309
2309 (Piel adyacente)	
<b>4618 (Total)</b>	<b>2309 (Total)</b>

De los 38 colgajos realizados, 6 presentaron enfermedad, lo que equivale a una tasa del 15% de obstrucción vascular. De estos, 4 sufrieron obstrucción venosa, 1 obstrucción arterial y 1 flujo insuficiente a través de la perforante.

Tipo de obstrucción	# Colgajos
Obstrucción venosa	4 (66.6%)
Obstrucción arterial	1 (16.6%)
Flujo Insuficiente	1 (16.6%)
	6 (100%)

De los 38 colgajos realizados 2 presentaron necrosis total (supervivencia global del 95%). Un colgajo presentó necrosis parcial (30-40% de necrosis caracterizada por congestión y epidermolísis). El resto de los colgajos con obstrucción vascular evolucionaron satisfactoriamente después de la reoperación.

La cámara térmica permitió el diagnóstico de obstrucción vascular 2,3,8,11 y 12 hrs antes que el método clínico. Esta última diferencia de tiempo (12 hrs) se observó en el colgajo que presentó necrosis parcial. Solo un colgajo presentó signos de obstrucción vascular inmediatamente después de la operación, de tal manera que dicho colgajo no fue sometido a evaluaciones termográficas.

Folio	Dx Cámara (min)	Dx Clínico (min)	Dif Dx (min)	Dif Dx (hrs)	Tipo obstrucción	Maniobra realizada	Resultado
3	1500	1680	180	3 hrs	Obstrucción venosa	Reintervención urgente	Se salvó
7	0	0	0	0	Obstrucción venosa	Reintervención inmediata antes de cualquier medición	Se salvó
10	0	660	660	11 hrs	Obstrucción venosa	Reintervención diferida (2o colgajo libre)	Necrosis total
15	0	720	720	12 hrs	Flujo insuficiente	No se reintervino*	Necrosis parcial
20	0	120	120	2 hrs	Obstrucción venosa	Reintervención urgente	Se salvó
37	0	480	480	8 hrs	Obstrucción arterial	No se reintervino*	Necrosis total

La temperatura evaluada mediante el dispositivo termográfico en escala cuantitativa presentó una distribución normal, y fue comparada entre el grupo de colgajos con obstrucción y sin obstrucción, observando una diferencia estadística significativa utilizando T de Student.

Colgajo Complicado	Colgajo no complicado
33.4 (ED 3.13)	34.85 (ED 2.03 )

(Prueba de comparación de medias,  $p < 0.000$ )

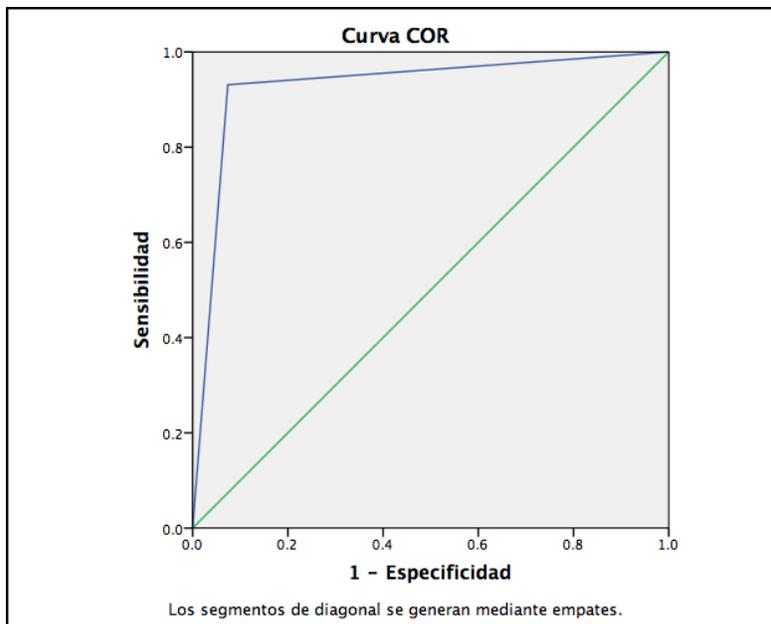
El método térmico a evaluar tuvo una sensibilidad de 93%, especificidad del 85%, VPP del 30% y VPN del 99%. La razón de verosimilitud fue de 6.2.

Gold Estándar			
		Positivo	Negativo
Cámara infrarroja	Positivo	135	312
	Negativo	10	1852

Considerando dos pruebas positivas con la cámara, la especificidad se incrementó de 85% a 92%, la razón de verosimilitud de 6.2 a 11.6 y el valor predictivo negativo aumentó de 30% a 45%.

Gold Estándar			
		Positivo	Negativo
Cámara infrarroja	Positivo	135	160
	Negativo	10	2003

La curva ROC de eficiencia diagnóstica se muestra a continuación.



## ***DISCUSIÓN***

La cirugía reconstructiva ha tenido grandes avances en los últimos años, siendo la microcirugía y las técnicas de colgajos microvasculares una de las áreas más fértiles e innovadoras y que han permitido como nunca antes, la restauración de la forma y la función en múltiples áreas del cuerpo. En la actualidad, se considera a la transferencia de tejido libre como una técnica indispensable en cirugía plástica.<sup>1</sup>

En la últimas décadas ha existido un avance considerable en esta área, siendo los colgajos microquirúrgicos basados en arterias perforantes, y los colgajos usando las técnicas de supermicrocirugía las herramientas más sofisticadas con las que cuenta nuestra especialidad en la actualidad para realizar reconstrucciones complejas y con un mínimo de morbilidad en el sitio donador.<sup>3</sup> Además, el perfeccionamiento de estos colgajos ha originado un aumento significativo en la tasa supervivencia de éstos, siendo de más del 95% en la mayoría de los grandes centros hospitalarios.<sup>5</sup>

Los factores que han intervenido para lograr estos resultados son entre otros, el perfeccionamiento de la técnica quirúrgica, la adecuada selección de los pacientes y los cuidados perioperatorios a los que son sometidos dichos pacientes. A pesar de esto, la tasa de obstrucción vascular sigue siendo considerable (hasta en 25% en algunas series), además, el método habitual de monitorización de estos colgajos (el método clínico) es subjetivo. Incluso el personal con gran experiencia es incapaz de detectar en muchas ocasiones una obstrucción vascular con suficiente antelación como para salvar al colgajo.<sup>11</sup> Lo anterior hace necesario que contemos con un método que nos permita diagnosticar la presencia de esta entidad antes que se presenten datos clínicos sugestivos de compromiso vascular.

El presente trabajo ha evaluado un método diagnóstico moderno para descartar la principal complicación que presentan los colgajos microvasculares. Las ventajas que suponen el método sobre el que versa el presente trabajo lo hacen atractivo para su implementación como método de vigilancia rutinario. A pesar de que existen estudios donde han evaluado la termografía infrarroja en este tipo de cirugía,<sup>9,11,12,13,14,15,21,28,29</sup> este es el primer estudio en evaluar un gran número de mediciones posoperatorias desde el posoperatorio inmediato y hasta el octavo día de la cirugía. Además, es el primero en su tipo en evaluar el tiempo que toma para diagnosticar la enfermedad en comparación con el método clínico. Este último parámetro lo consideramos fundamental dado que un diagnóstico temprano asegura la posibilidad de lograr el salvamento del colgajo.

Los resultados obtenidos con el método a evaluar arrojan una sensibilidad del 93% y especificidad del 85%. La sensibilidad se refiere a la probabilidad que tiene un paciente con la enfermedad de tener una prueba positiva. La especificidad se refiere, por otro lado, a la probabilidad que tiene un paciente sin la enfermedad de tener una prueba negativa. Cuando consideramos dos mediciones positivas con el método a evaluar la especificidad aumentó del 85% a 92%. En ambos casos podemos considerar el uso de esta herramienta como altamente eficiente en estos aspectos. En relación a los valores predictivos, el valor predictivo negativo de 99% que se obtuvo con este método nos asegura una muy alta probabilidad que un paciente con una prueba negativa no tenga la enfermedad. Lo anterior es de vital importancia dado el tipo de decisiones de reintervención que se tienen que tomar. Por otro lado, el valor predictivo positivo, que nos habla de la probabilidad que tiene un paciente que tuvo una prueba positiva de realmente tener la enfermedad se acercó al 50%. El resultado anterior fue producto de algunos casos de falsos positivos observados en los pacientes. Nuestra hipótesis, es que el inadecuado retiro del gel utilizado para usar el doppler disminuyó la temperatura del sitio evaluado.<sup>30</sup>

## **CONCLUSIÓN**

El uso de una cámara termográfica infrarroja para la detección oportuna de obstrucción vascular / flujo insuficiente es un método útil con una sensibilidad de 93%, especificidad del 85% llegando a aumentar hasta el 92% cuando se tienen dos mediciones positivas y un valor predictivo negativo del 99%.

Es un método efectivo, económico y no invasivo ya que detecta la obstrucción hasta 12 horas previas a las manifestaciones clínicas propias de la obstrucción vascular. El presente estudio sirve como un parteaguas en la evaluación postquirúrgica de los colgajos microquirúrgicos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

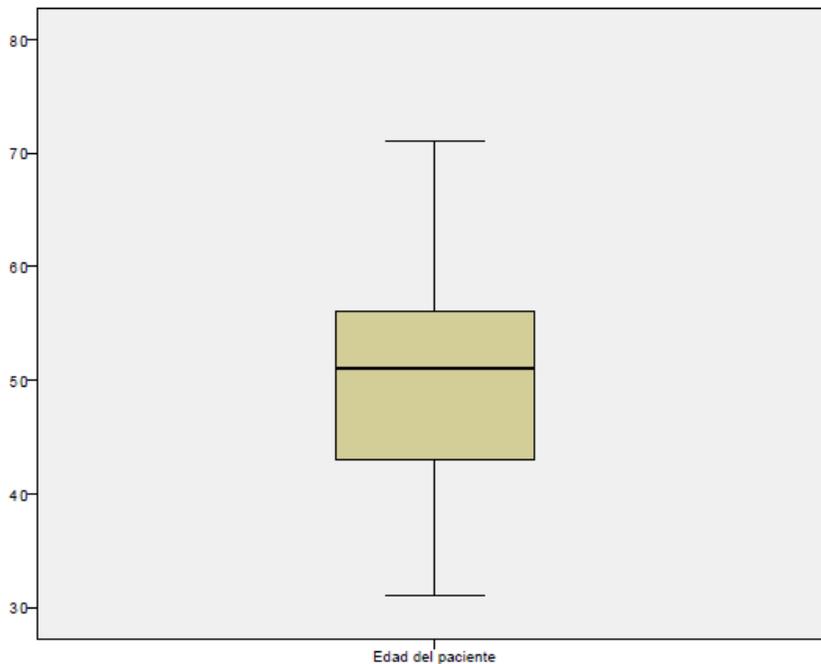
1. Neligan P, Gurtner G. Plastic Surgery Principles. 2013. Volume 1. Third Ed. Elsevier. Pp 587
2. Jacobson JH, Suarez EL. Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surg Forum 1960;11:243–245
3. Malt RA, McKhann CF. Replantation of severed arms. JAMA. 1964;189:716–722. McLean DH,
4. Buncke HJ Jr. Autotransplant of omentum to large scalp defect with microsurgical revascularization. Plast Reconstr Surg. 1972;49:268–274.
5. Brands MT, van den Bosch SC, Dieleman FJ, Bergé SJ, Merckx MA. Prevention of thrombosis after microvascular tissue transfer in the head and neck: A review of the literature and the state of affairs in Dutch Head and Neck Cancer Centers. Int J Oral Maxillofac Surg. 2010;39:101–106.
6. Kroll SS, Miller MJ, Reece GP, et al. Anticoagulants and hematomas in free flap surgery. Plast Reconstr Surg. 1995;96:643–647.
7. Khouri RK, Cooley BC, Kunselman AR, et al. A prospective study of microvascular free-flap surgery and outcome. Plast Reconstr Surg. 1998;102:711–721.
8. Salemark L. International survey of current microvascular practices in free tissue transfer and replantation surgery. Microsurgery 1991;12:308–311.
9. Martin-Granizo R, Gomez F, Perez MC , Falahat F , Martinez L , Berguer A . Secondary ischemic tolerance of the fasciocutaneous radial forearm free flap . Plast Reconstr Surg 1999;103 :1797 – 1798 .
10. Bui D, Cordeiro P, Disa J. Free flap reexploration: Indications, Treatment, and Outcomes in 1193 Free flaps. Plast. Reconstr. Surg. 2007;119: 2092
11. Cho BC, Shin DP, Byun JS, Park JW, Baik BS. Monitoring flap for buried free tissue transfer: its importance and reliability. Plast Reconstr Surg 2002;110(5):1249–1258.
12. Cherng K. Recent advances in postoperative free microvascular flap monitoring. Formosan journal of Surgery. 2013;46,145-148
13. Jones BM. Monitors for the cutaneous microcirculation. Plast Reconstr Surg. 1984;73:843–850.
14. Solomon GA, Yaremchuk MJ, Manson PN. Doppler ultrasound surface monitoring of both arterial and venous flow in clinical free tissue transfer. J Reconstr Microsurg. 1986;3:39–41.
15. Salgado, C. Moran, S. Flap Monitoring and Patient Management. Plast. Reconstr. Surg. 2009;124: 295.
16. de la Torre J, Hedden W, Grant JH III, Gardner PM, Fix RJ, Va'sconez LO. Retrospective review of the internal Doppler probe for intra- and postoperative microvascular surveillance. J Reconstr Microsurg. 2003;19:287–290.

17. Graham B, Paulus DA, Caffee HH. Pulse oximetry for vascular monitoring in upper extremity replantation surgery. *J Hand Surg (Am.)* 1986;11:687–692.
18. Warner KG, Durham-Smith G, Butler MD, Attinger CE, Upton J, Khuri SF. Comparative response of muscle and subcutaneous tissue pH during arterial and venous occlusion in musculocutaneous flaps. *Ann Plast Surg.* 1989;22:108–116.
19. Ruddock R. *Basic Infrared Thermography Principles*. Ed Reliability. 2013, pp-117-1047. ISBN 978-1-939740-01-4
20. Yoshiyasu I, Katsuyuki A. Use of Recovery-enhanced Thermography to Localize Cutaneous Perforators. *Ann Plast Surg.* 1995;34:507-511.
21. De Weerd L, Weum S, Mercer J. The Value of Dynamic Infrared Thermography (DIRT) in Perforator Selection and Planning of Free DIEP Flaps. *Ann Plast Surg* 2009;63: 274–279
22. De Weerd L, Mercer J, Setsa L. Intraoperative Dynamic Infrared Thermography and Free-Flap Surgery. *Ann Plast Surg* 2006;57: 279–284
23. Tenorio X, Mahajan A, Wettstein R, et al. Early Detection of Flap Failure Using a New Thermographic Device . *Journal of Surgical Research* 2009;151, 15–21
24. Chubb D, Rozen W, Whitaker I, et al. Digital Thermographic Photography (“Thermal Imaging”) for Preoperative Perforator Mapping. *Ann Plast Surg* 2011;66: 324–325
25. Khouri RK, Shaw WW. Monitoring of free flaps with surfacetemperature recordings: is it reliable? *Plast Reconstr Surg.* 1992;89:495-499. discussion, 500-502.
26. Papillion P, Wong L, Waldrop J, et al. Infrared surface temperatura monitoring in the postoperative management of free tissue transfers. *Can J Plast Surg.* 2009;17:97-101.
27. Kraemer R, Lorenzen J, Knobloch K. Free flap microcirculatory monitoring correlates to free flap temperature assessment. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2011;64, 1353-1358
28. Just M, Chalopin C, Unger M, et al. Monitoring of microvascular free flaps following oropharyngeal reconstruction using infrared thermography: first clinical experiences. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015;10.1007/s00405-015-3780-9
29. Hardwicke J, Osmani O, Skillman J. Detection of Perforators Using Smartphone Thermal Imaging. *Plast. Reconstr. Surg.* 2016;137: 39
30. Jhon HE, Niomsawatt V, Rozen WM, Whitaker IS. Clinical applications of dynamic infrared thermography in plastic surgery: a systematic review. *Gland Surg* 2016; 5(2):122-132

# ANEXOS

Edad del paciente

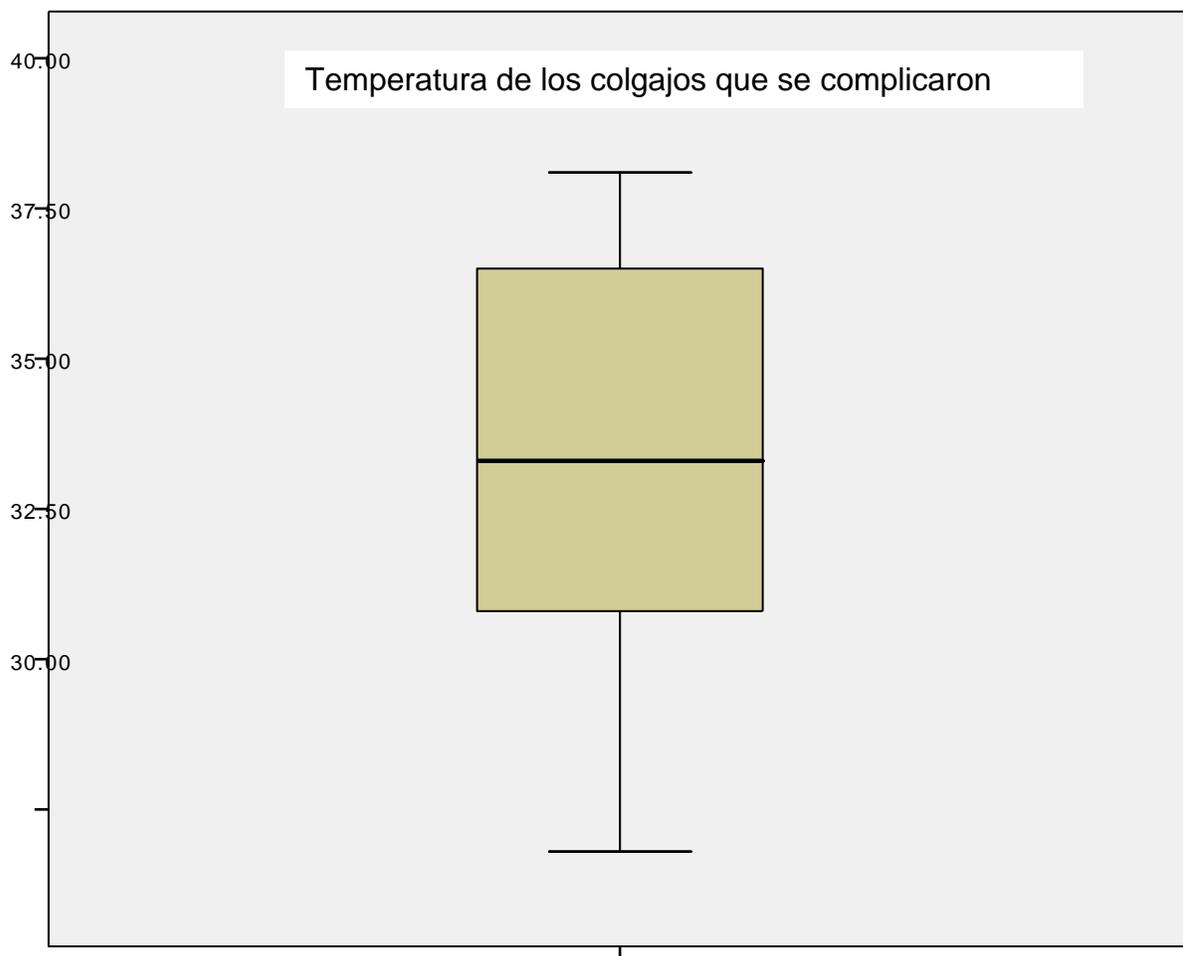
	Casos						
	Válido		Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Edad del paciente	3 8	100.0%	0	0.0%	3 8	100.0%	
				Estadístico	Error estándar		
Edad del paciente	Media				49.74	1.622	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior				46.45	
		Límite superior				53.02	
	Media recortada al 5%				49.70		
	Mediana				51.00		
	Varianza				99.929		
	Desviación estándar				9.996		
	Mínimo				3 1		
	Máximo				7 1		
	Rango				4 0		
	Rango intercuartil				1 3		
	Asimetría				- . 257	.383	
Curtosis				- . 402	.750		



## Temperatura de los colgajos que se complicaron

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temperatura de los colgajos que se complicaron	194	7.9%	2260	92.1%	2454	100.0%

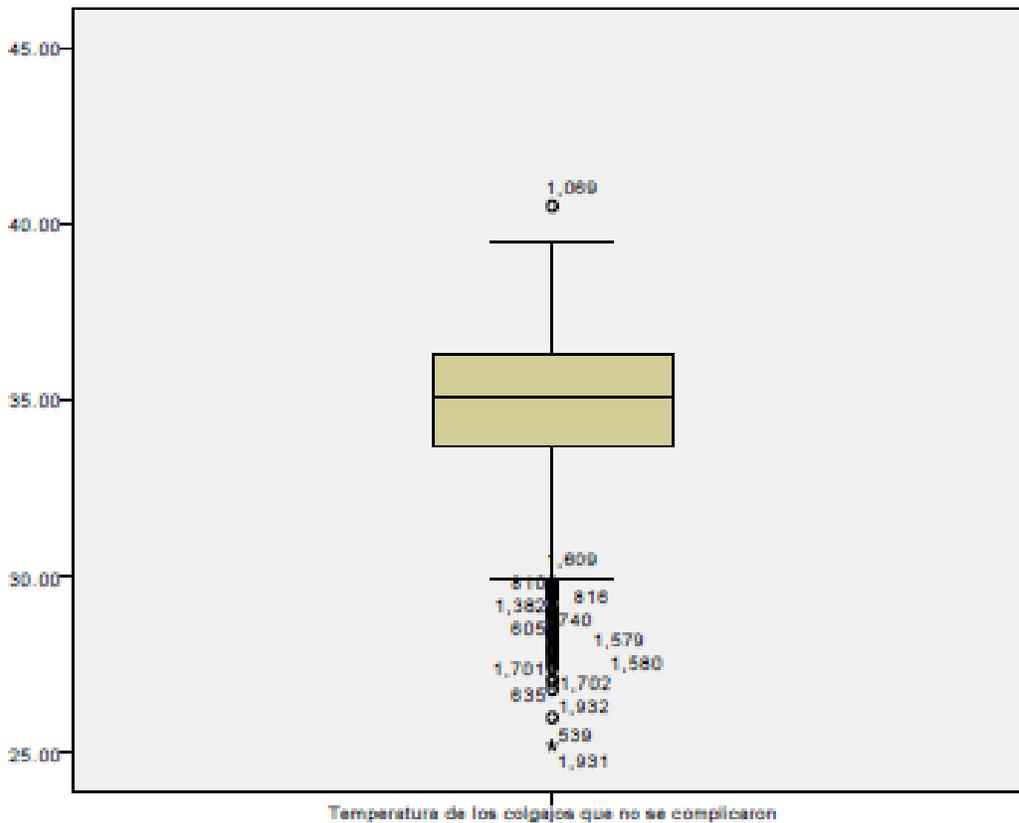
			Estadístico	Error estándar
Temperatura de los colgajos que se complicaron	Media		33.4603	.22473
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	33.0171	
		Límite superior	33.9035	
	Media recortada al 5%		33.5420	
	Mediana		33.3000	
	Varianza		9.797	
	Desviación estándar		3.13008	
	Mínimo		26.80	
	Máximo		38.10	
	Rango		11.30	
	Rango intercuartil		5.70	
	Asimetría		-.177	.175
Curtosis		-1.320	.347	



Temperatura de los colgajos que no se complicaron

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temperatura de los colgajos que no se complicaron	2050	83.5%	404	16.5%	2454	100.0%

			Estadístico	Error estándar
Temperatura de los colgajos que no se complicaron	Media		34.8572	.04499
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34.7689	
		Límite superior	34.9454	
	Media recortada al 5%		34.9549	
	Mediana		35.1000	
	Varianza		4.149	
	Desviación estándar		2.03695	
	Mínimo		25.20	
	Máximo		40.50	
	Rango		15.30	
	Rango intercuartil		2.60	
	Asimetría		-.785	.054
Curtosis		1.086	.108	



**Estadísticas de grupo**

Tipo de colgajo		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Temperatura de los colgajos	Colgajo complicado	194	33.4603	3.13008	.22473
	Colgajo no complicado	2050	34.8572	2.03695	.04499

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	163.796	.000	-8.637	2242
	No se asumen varianzas iguales			-6.095	208.748

**Prueba de muestras independientes**

		prueba t para la igualdad de medias		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	.000	-1.39686	.16173
	No se asumen varianzas iguales	.000	-1.39686	.22919

**Prueba de muestras independientes**

		prueba t para la igualdad de medias	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		Inferior	Superior
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	-1.71401	-1.07971
	No se asumen varianzas iguales	-1.84868	-.94505

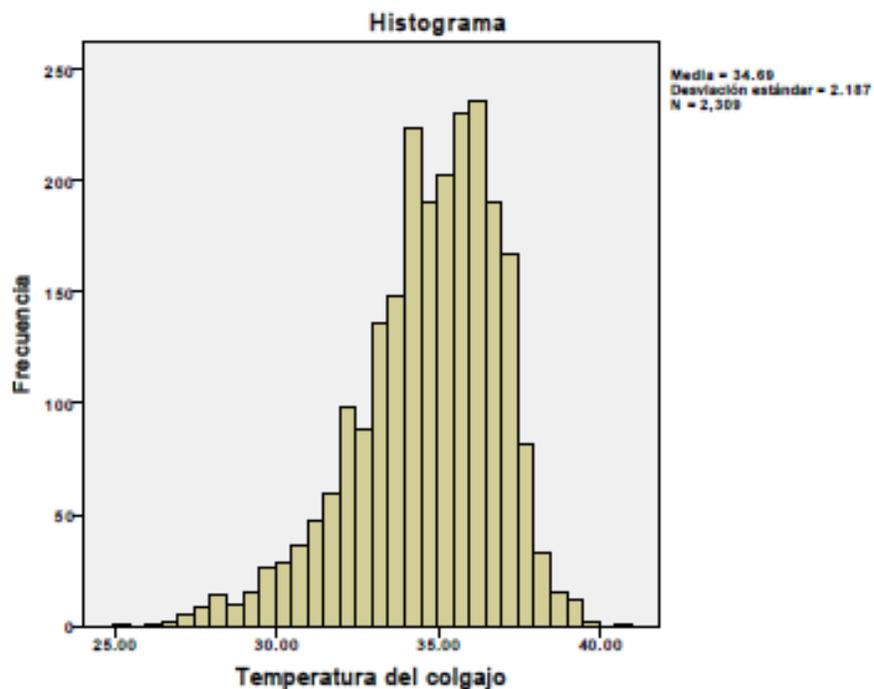
Resumen de procesamiento de casos

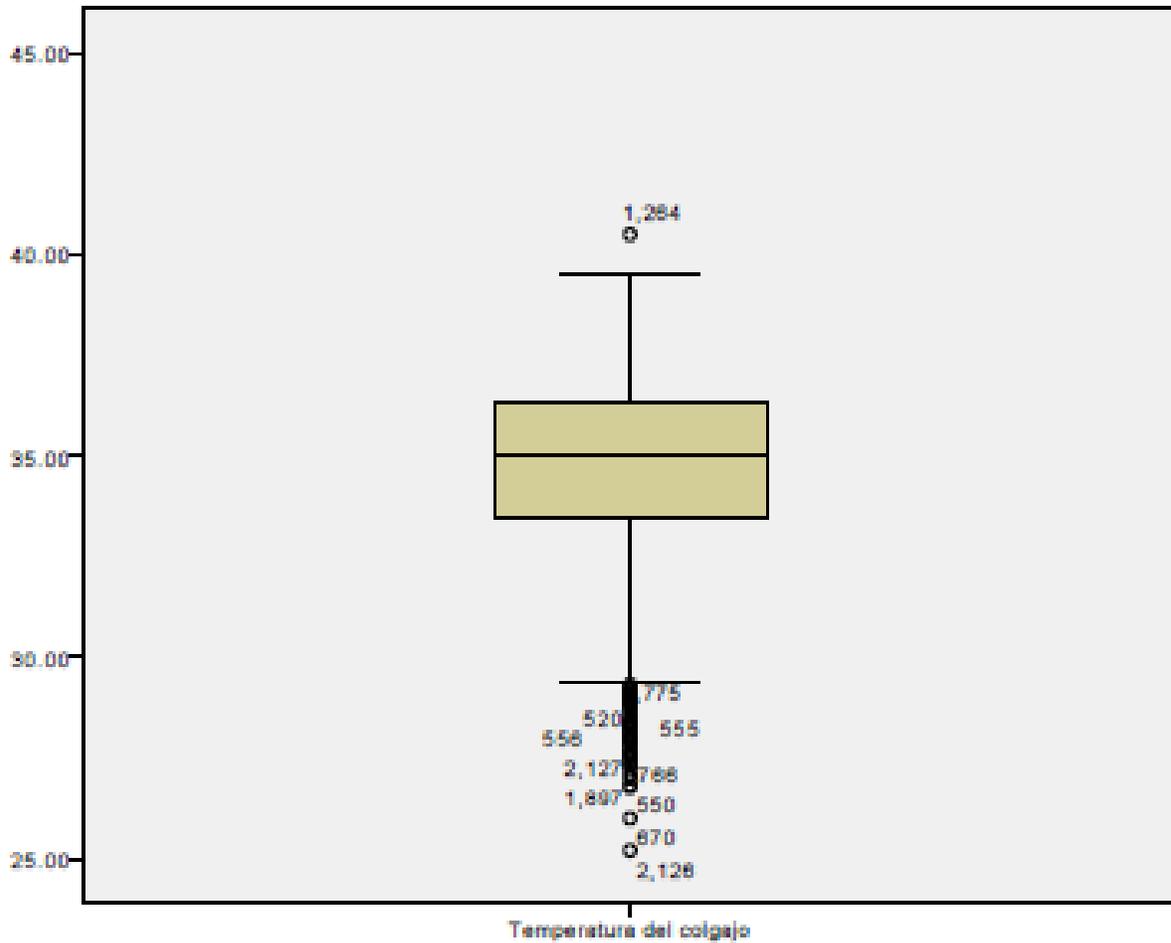
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temperatura del colgajo	2309	94.1%	145	5.9%	2454	100.0%

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
Temperatura del colgajo	Media		34.6916	.04551
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34.6024	
		Límite superior	34.7809	
	Media recortada al 5%		34.8043	
	Mediana		35.0000	
	Varianza		4.782	
	Desviación estándar		2.18671	
	Mínimo		25.20	
	Máximo		40.50	
	Rango		15.30	
	Rango intercuartil		2.80	
	Asimetría		-.784	.051
	Curtosis		.718	.102

Temperatura del colgajo





	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Asimetría
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Temperatura del colgajo	2309	25.20	40.50	34.6916	2.18671	-.784
N válido (por lista)	2309					

	Asimetría	Curtosis	
	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Temperatura del colgajo	.051	.718	.102
N válido (por lista)			

## Frecuencias

### Temperatura del colgajo

<b>N</b>	<b>Válido</b>	<b>2309</b>
	<b>Perdidos</b>	<b>145</b>
<b>Media</b>		<b>34.6916</b>
<b>Mediana</b>		<b>35.0000</b>
<b>Moda</b>		<b>36.00</b>
<b>Varianza</b>		<b>4.782</b>
<b>Asimetría</b>		<b>-</b>
<b>Error estándar de asimetría</b>		<b>.78</b>
<b>Curtosis</b>		<b>4</b>
<b>Error estándar de curtosis</b>		<b>.05</b>

### Temperatura del colgajo

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Válido</b>	<b>25.20</b>	1	.0	.0	.0
	<b>26.00</b>		.0	.0	.1
	<b>26.80</b>	1	.1	.1	.2
	<b>27.00</b>		.0	.0	.2
	<b>27.10</b>	2	.0	.0	.3
	<b>27.30</b>		.1	.1	.3
	<b>27.40</b>	1	.0	.0	.4
	<b>27.50</b>		.0	.0	.4
	<b>27.60</b>	1	.1	.1	.6
	<b>27.70</b>		.0	.0	.6
	<b>27.80</b>	2	.0	.0	.6
	<b>27.90</b>		.1	.1	.7
	<b>28.00</b>	1	.2	.2	.9
	<b>28.10</b>		.1	.1	1.0
	<b>28.20</b>	1	.0	.0	1.0
	<b>28.30</b>		.2	.2	1.2
	<b>28.40</b>	3	.1	.1	1.3
	<b>28.50</b>		.0	.0	1.4
	<b>28.60</b>	1	.0	.0	1.4
	<b>28.70</b>		.0	.0	1.5
<b>28.80</b>	1	.1	.1	1.6	
<b>28.90</b>		.2	.2	1.8	
<b>29.00</b>	2	.2	.2	1.9	
<b>29.10</b>		.2	.2	2.1	
<b>29.20</b>	4	.1	.1	2.2	
<b>29.30</b>		.1	.1	2.3	
<b>29.40</b>	2	.1	.1	2.4	
<b>29.50</b>		.2	.2	2.6	
<b>29.60</b>	1	.1	.1	2.8	
<b>29.70</b>		.2	.2	2.9	

Temperatura del colgajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
29.8	7	.3	.3	3.2
0	7	.3	.3	3.6
29.9	8	.3	.3	3.9
0	9	.4	.4	4.3
30.0	6	.2	.3	4.5
0	2	.1	.1	4.6
30.1	3	.1	.1	4.8
0	8	.3	.3	5.1
30.2	7	.3	.3	5.4
0	8	.3	.3	5.8
30.3	8	.3	.3	6.1
0	5	.2	.2	6.3
30.4	7	.3	.3	6.6
0	10	.4	.4	7.1
30.5	10	.4	.4	7.5
0	5	.2	.2	7.7
30.6	15	.6	.6	8.4
0	7	.3	.3	8.7
30.7	12	.5	.5	9.2
0	11	.4	.5	9.7
30.8	15	.6	.6	10.3
0	15	.6	.6	11.0
30.9	10	.4	.4	11.4
0	23	.9	1.0	12.4
31.0	15	.6	.6	13.0
0	24	1.0	1.0	14.1
31.1	26	1.1	1.1	15.2
0	20	.8	.9	16.1
31.2	11	.4	.5	16.5
0	20	.8	.9	17.4
31.3	20	.8	.9	18.3
0	17	.7	.7	19.0
31.4	27	1.1	1.2	20.2
0	23	.9	1.0	21.2
31.5	24	1.0	1.0	22.2
0	26	1.1	1.1	23.3
31.6	36	1.5	1.6	24.9
0	22	.9	1.0	25.9
31.7	39	1.6	1.7	27.5
0	27	1.1	1.2	28.7
31.8	32	1.3	1.4	30.1
0	28	1.1	1.2	31.3
31.9	49	2.0	2.1	33.4

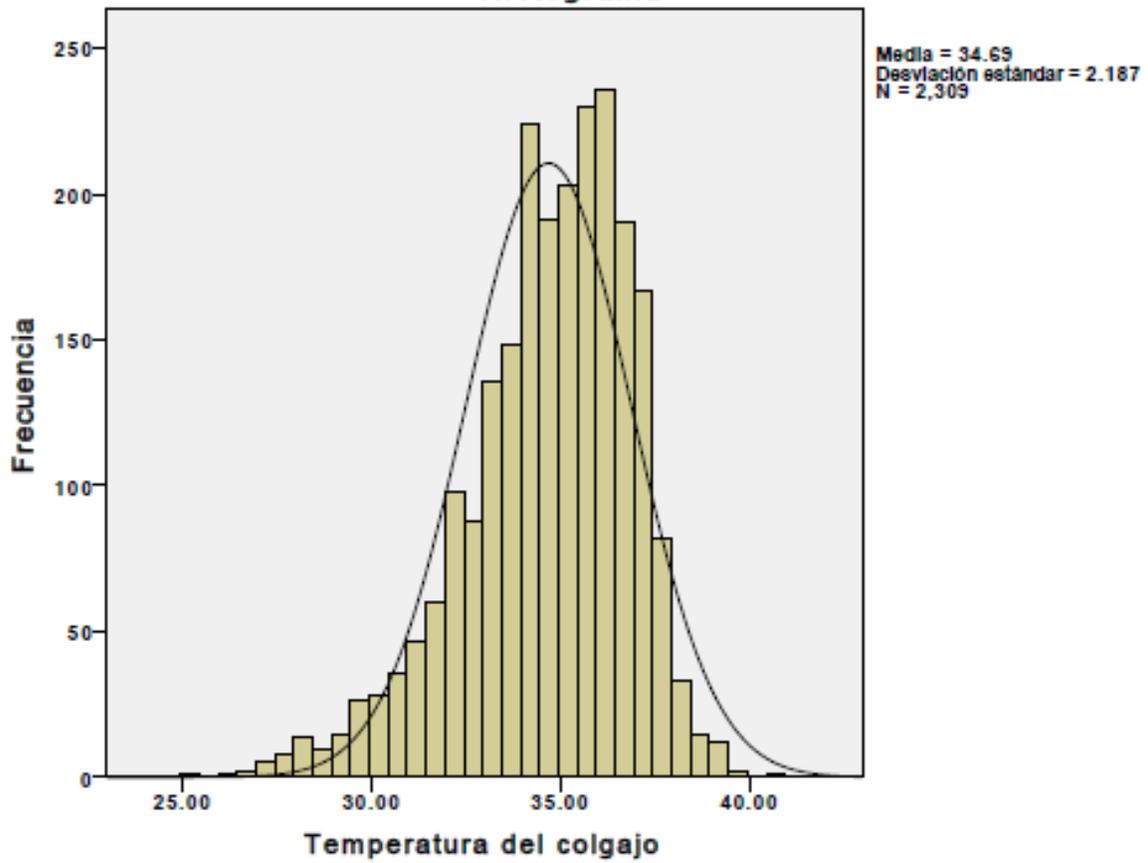
Temperatura del colgajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
34.1	49	2.0	2.1	35.6
0	43	1.8	1.9	37.4
34.2	40	1.6	1.7	39.2
0	43	1.8	1.9	41.0
34.3	40	1.6	1.7	42.7
0	36	1.5	1.6	44.3
34.4	37	1.5	1.6	45.9
0	37	1.5	1.6	47.5
34.5	41	1.7	1.8	49.3
0	39	1.6	1.7	51.0
34.6	36	1.5	1.6	52.5
0	52	2.1	2.3	54.8
34.7	44	1.8	1.9	56.7
0	32	1.3	1.4	58.1
34.8	47	1.9	2.0	60.1
0	44	1.8	1.9	62.0
34.9	46	1.9	2.0	64.0
0	51	2.1	2.2	66.2
35.0	42	1.7	1.8	68.0
0	54	2.2	2.3	70.4
35.1	41	1.7	1.8	72.2
0	48	2.0	2.1	74.2
35.2	47	1.9	2.0	76.3
0	46	1.9	2.0	78.3
35.3	42	1.7	1.8	80.1
0	36	1.5	1.6	81.6
35.4	37	1.5	1.6	83.2
0	40	1.6	1.7	85.0
35.5	35	1.4	1.5	86.5
0	42	1.7	1.8	88.3
35.6	30	1.2	1.3	89.6
0	41	1.7	1.8	91.4
35.7	28	1.1	1.2	92.6
0	26	1.1	1.1	93.7
35.8	20	.8	.9	94.6
0	23	.9	1.0	95.6
35.9	12	.5	.5	96.1
0	12	.5	.5	96.6
36.0	15	.6	.6	97.3
0	10	.4	.4	97.7
36.1	5	.2	.2	97.9
0	7	.3	.3	98.2
36.2	5	.2	.2	98.4

Temperatura del colgajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
38.4	6	.2	.3	98.7
0		.1	.1	98.8
38.5	3	.1	.1	99.0
0		.1	.1	99.1
38.6	3	.1	.1	99.2
0		.1	.1	99.4
38.7	3	.2	.3	99.6
0		.1	.1	99.7
38.8	3	.1	.1	99.8
0		.0	.0	99.9
38.9	3	.1	.1	100.0
0		.0	.0	100.0
39.1	6	94.1	100.0	
0		5.9		
39.2	2	100.0		

Histograma



Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temperatura del colgajo	2309	94.1%	145	5.9%	2454	100.0%

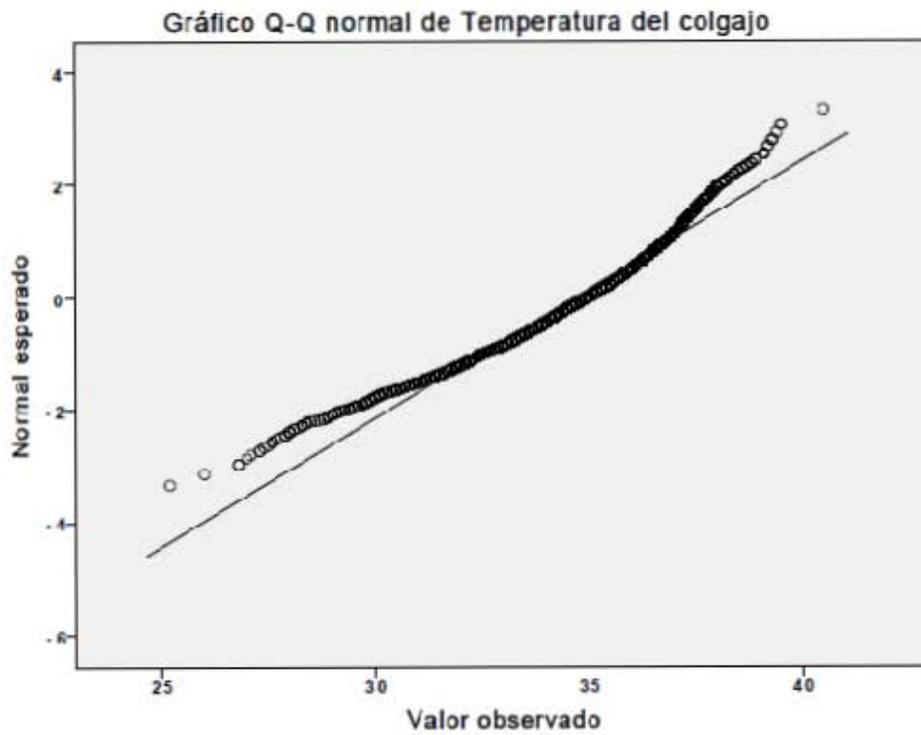
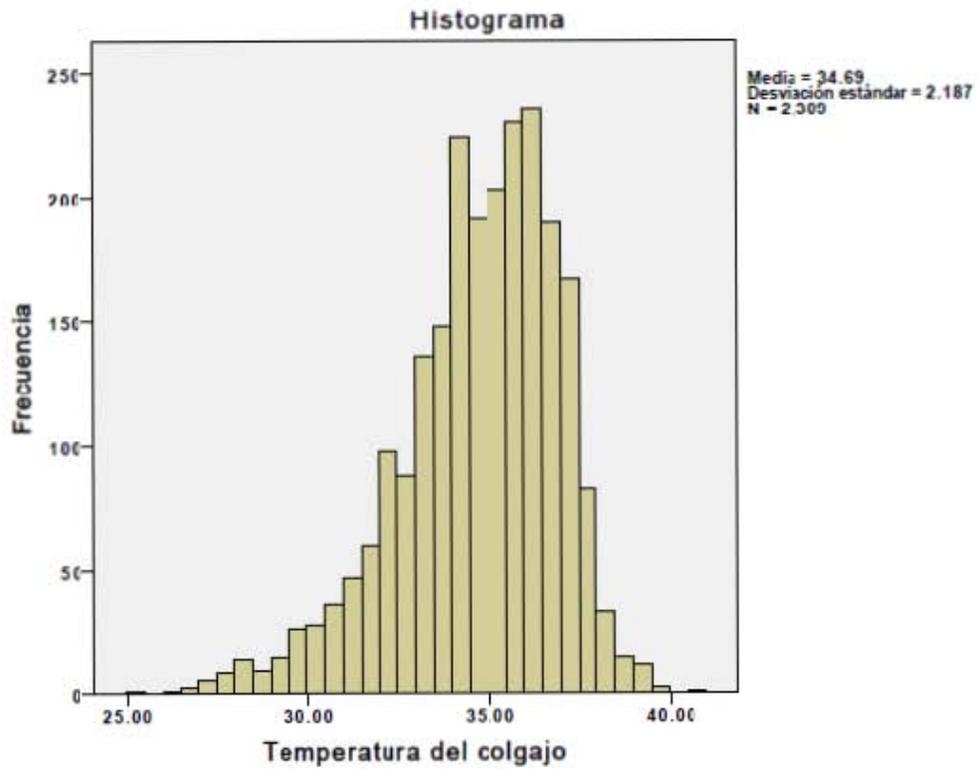
**Descriptivos**

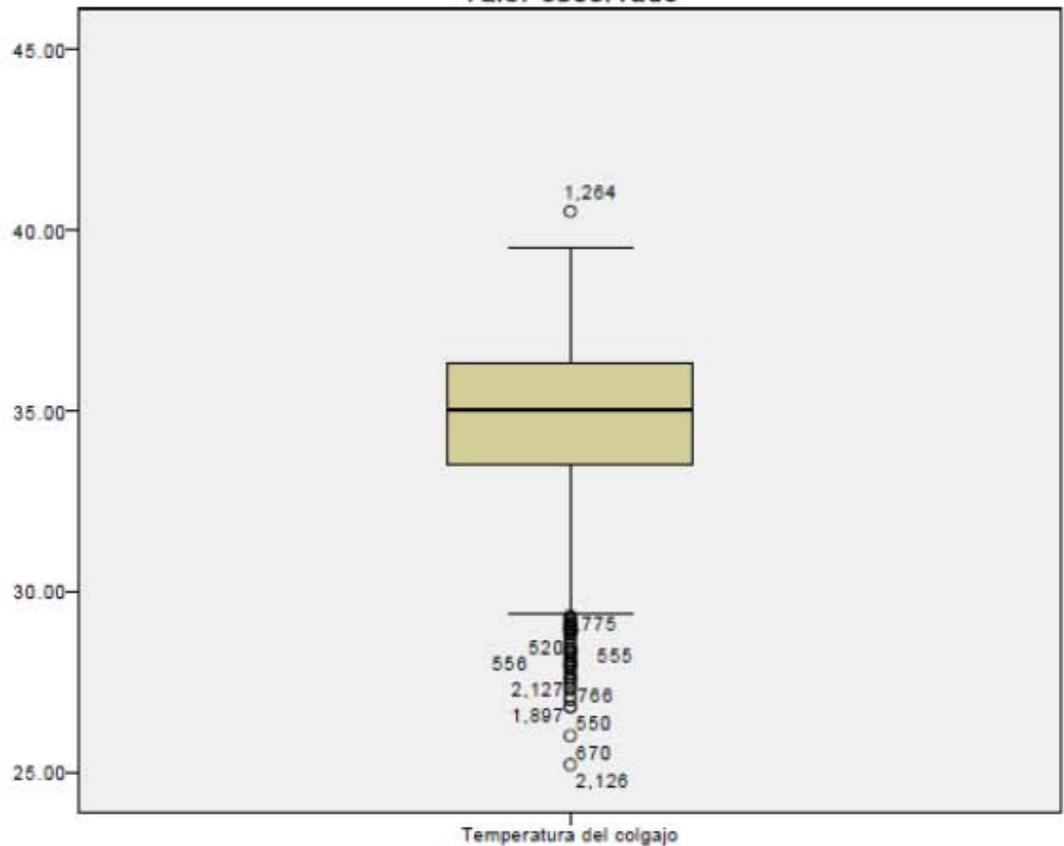
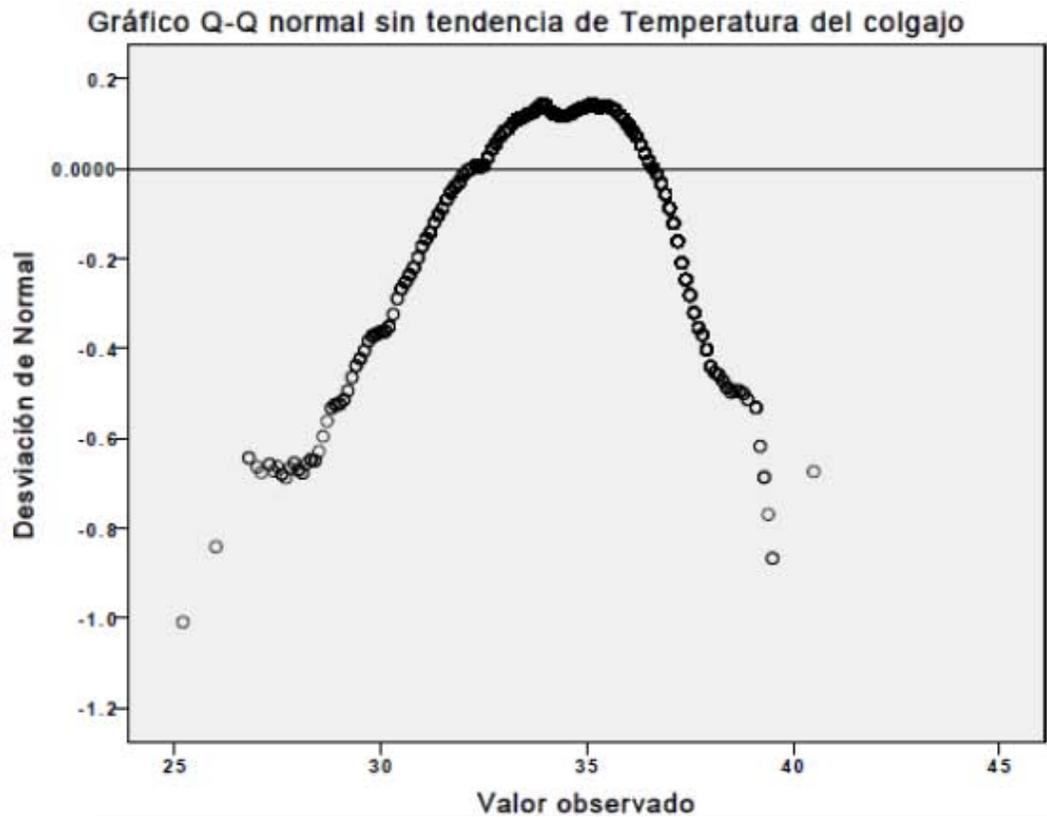
			Estadístico	Error estándar
Temperatura del colgajo	Media		34.6916	.04551
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34.6024	
		Límite superior	34.7809	
	Media recortada al 5%		34.8043	
	Mediana		35.0000	
	Varianza		4.782	
	Desviación estándar		2.18671	
	Mínimo		25.20	
	Máximo		40.50	
	Rango		15.30	
	Rango intercuartil		2.80	
	Asimetría		-.784	.051
	Curtosis		.718	.102

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura del colgajo	.067	2309	.000	.964	2309	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors





Prueba T

Estadísticas de grupo

Tipo de colgajo		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Temperatura de los colgajos	Colgajo complicado	194	33.4603	3.13008	.22473
	Colgajo no complicado	2050	34.8572	2.03695	.04499

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	163.796	.000	-8.637	2242
	No se asumen varianzas iguales			-6.095	208.748

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	.000	-1.39686	.16173
	No se asumen varianzas iguales	.000	-1.39686	.22919

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		Inferior	Superior
Temperatura de los colgajos	Se asumen varianzas iguales	-1.71401	-1.07971
	No se asumen varianzas iguales	-1.84868	-.94505

Tablas cruzadas

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Recodificación de temperatura * Presencia de obstrucción vascular	2309	94.1%	145	5.9%	2454	100.0%

Recodificación de temperatura\*Presencia de obstrucción vascular tabulación cruzada

			Presencia de obstrucción vascular		Total
			Sin	Con obstrucción	
Recodificación de temperatura	Positiva	Recuento % dentro de Recodificación de temperatura	312 69.8%	135 30.2%	447 100.0%
	Negativa	Recuento % dentro de Recodificación de temperatura	1852 99.5%	10 0.5%	1862 100.0%
Total		Recuento % dentro de Recodificación de temperatura	2164 93.7%	145 6.3%	2309 100.0%

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Doble positivo * Presencia de obstrucción vascular	2308	94.1%	146	5.9%	2454	100.0%

Tablas cruzadas

**Doble positivo\*Presencia de obstrucción vascular tabulación cruzada**

			Presencia de obstrucción vascular		Total
			Sin	Con obstrucción	
Doble positivo	Positiva	Recuento % dentro de Doble positivo	160 54.2%	135 45.8%	295 100.0%
	Negativa	Recuento % dentro de Doble positivo	2003 99.5%	10 0.5%	2013 100.0%
<b>Total</b>		Recuento % dentro de Doble positivo	2163 93.7%	145 6.3%	2308 100.0%