



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Medicina
División de Estudios de Postgrado

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza”

TESIS:

**“RELACIÓN DE LA TEMPERATURA CENTRAL CON LA
PERIFERICA EN LA ARTERIA CANULADA DURANTE EL
TRANSPLANTE RENAL”**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN
ANESTESIOLOGÍA
PRESENTA:

DRA. ALEJANDRA SOLANO GARCÍA

ASESORES DE TESIS:

DRA. MARIA DEL PILAR CRUZ DOMÍNGUEZ
DR. BENJAMIN GUZMÁN CHÁVEZ
DR. JOSUE MANUEL RAMÍREZ ALDAMA



CIUDAD DE MÉXICO, 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS

Dr. Benjamín Guzmán Chávez

Profesor Titular del Curso Universitario de Anestesiología-Jefe del Servicio de Anestesiología
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional "La Raza"IMSS

Dr. Josué Manuel Ramírez Aldama

Medico Adscrito del departamento de Anestesiología
U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional "La Raza"IMSS

Dra. Alejandra Solano García

Médico Residente del Tercer Año de la Especialidad en Anestesiología
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional "La Raza"IMSS

**Número de Registro CLIS:
R-2020-3501-066**

ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	4
MATERIAL Y MÉTODOS	8
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN	62
CONCLUSIÓN	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	70

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación de la temperatura central con la periférica en la arteria canulada durante el trasplante renal.

Material y métodos: Estudio prueba diagnóstica. Incluimos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social, en trasplante renal de donador vivo relacionado o donador cadavérico, ASA 3-4, masculino o femenino, edad 20-70 años, que firmaron el consentimiento informado, Insuficiencia Renal Crónica sin importar la causa, ni tratamiento actual. Capturamos comorbilidades. Excluimos pacientes en reintervengan de urgencia por rechazo agudo, hemorragia o trombosis del injerto, y en quienes no fuera posible la monitorización invasiva de extremidades superiores. Se les aplicó la prueba de Allen y termografía digital previo y durante la cirugía. Análisis estadístico en IBM-SPSS versión 25, descriptivo con media y desviación estándar y frecuencias-porcentajes para las variables cuantitativas y cualitativas respectivamente. Realizamos curvas ROC para valorar el desempeño diagnóstico y correlación de Pearson entre temperatura y la oximetría.

Resultados: Incluimos 32 pacientes. Las áreas bajo la curva para la prueba de Allen fueron inferiores a 0.80. Para la termografía la termografía central a los 60 minutos tuvo un área bajo la curva de 0.86; para este parámetro el punto de corte de 35.95 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.90 y una especificidad de 0.44. La correlación entre temperatura corporal y oximetría fue no significativa ($p < 0.05$).

Conclusiones: La termografía demostró mejor desempeño en la predicción de riesgo de isquemia que la prueba de Allen.

ABSTRACT:

Objective:

Determine the relationship of core to peripheral temperature in the cannulated artery during kidney transplantation.

Material and methods: Study diagnostic test. We include beneficiaries of the Instituto Mexicano del Seguro Social, in kidney transplant from a related living donor or cadaveric donor, ASA 3-4, male or female, age 20-70 years, who signed the informed consent, chronic kidney failure regardless of the cause, or current treatment. We capture comorbidities. We excluded patients undergoing emergency reoperation for acute rejection, hemorrhage, or graft thrombosis, and in whom invasive upper extremity monitoring was not possible. The Allen test and digital thermography were applied before and during surgery. Statistical analysis in IBM-SPSS version 25, descriptive with mean and standard deviation and frequency-percentages for the quantitative and qualitative variables respectively. We performed ROC curves to assess the diagnostic performance and Pearson's correlation between temperature and oximetry.

Results: We included 32 patients. The areas under the curve for the Allen test were less than 0.80. For thermography, the central thermography at 60 minutes had an area under the curve of 0.86; for this parameter the cut-off point of 35.95 degrees centigrade has a sensitivity of 0.90 and a specificity of 0.44. The correlation between body temperature and oximetry was not significant ($p < 0.05$).

Conclusions: Thermography showed better performance in predicting the risk of ischemia than the Allen test.

INTRODUCCIÓN

La canalización de línea arterial se usa con frecuencia en la sala de operaciones para proporcionar un acceso fácil para mediciones de presión arterial sistémicas continuas y en tiempo real, análisis de gases en sangre y otras mediciones de laboratorio. No obstante, las complicaciones asociadas con la canulación arterial incluyen oclusión vascular temporal, trombosis, isquemia, formación de hematoma e infección y sepsis local y relacionada con el catéter. Las complicaciones más raras asociadas con la canulación arterial incluyen daño nervioso e isquemia severa que requieren amputación quirúrgica. ⁽¹⁾ Estas complicaciones durante la canulación de la arteria radial ocurren en el 0.1%–20% de pacientes. ⁽²⁾

Riesgos de la canulación en pacientes con insuficiencia renal/transplante

La prevalencia de enfermedad arterial periférica en pacientes en diálisis se estima hasta en un 40%. La forma más grave, la isquemia crítica de las extremidades, en este subgrupo de pacientes, todavía se considera un gran desafío terapéutico debido a la supervivencia a largo plazo, el rescate de las extremidades y los eventos adversos elevados. ⁽³⁾

Se ha demostrado que el “secuestro” de sangre de la arteria ilíaca por un riñón trasplantado puede provocar isquemia aguda que amenaza la extremidad en pacientes pediátricos. Sin embargo, Northcutt et al demostró que el trasplante renal no causa deterioro de la isquemia ipsilateral de las extremidades inferiores, incluso en los pacientes con isquemia crónica sintomática de las extremidades, pero no candidatos a revascularización. ⁽⁴⁾

Mecanismos fisiopatológicos de la lesión isquémica

El primer cambio inducido por la isquemia está asociado a la disminución de la entrega de oxígeno. La disminución de los niveles de O₂ inducirá un cambio de metabolismo aeróbico al metabolismo anaeróbico de glucosa. ⁽⁵⁾ La isquemia conduce a un rápido agotamiento de ATP y se nota una pérdida dramática de ATP celular dentro de los 5-10 minutos de la isquemia renal. La disminución del ATP intracelular inhibe los procesos dependientes de ATP en la célula, incluido el

transporte de iones y la organización del citoesqueleto. La muerte celular generalmente se limita a la región medular externa, donde la tensión de oxígeno cae precipitadamente en la unión corticomedular. ⁽⁶⁾

Factores de riesgo asociados a isquemia de la extremidad

Existen múltiples factores de riesgo o causas que pueden provocar isquemia de las extremidades después de la canulación de la arteria radial, incluido el sexo femenino, lesión arterial anterior, cirugía o trauma anterior de la extremidad superior, uso de vasopresores, hipotensión, tiempo de canulación extendido, trombocitopenia inducida por heparina, enfermedades sistémicas, estados hipercoagulables, coagulación intravascular diseminada o púrpura trombocitopénica trombótica. ⁽⁷⁾

Prevención de la oclusión arterial

Las estrategias utilizadas para prevenir o disminuir la incidencia de oclusión de la arteria radial incluyen: tamaño de vaina más pequeño (lumen interno de 6 French), aplicación rutinaria de hemostasia patente, menor duración de la compresión hemostática, uso de técnica Seldinger en lugar de Seldinger modificado y anticoagulación profiláctica. En particular, la anticoagulación, la relación entre el diámetro de la vaina y el diámetro de la arteria radial y el acceso frecuente a la arteria radial se asocian con la reducción más significativa del riesgo de oclusión. ⁽⁸⁾

Prueba de Allen

Descrita por primera vez en 1929 por Edgar Allen, la prueba de Allen se ha convertido en el método más común para evaluar la permeabilidad del arco palmar. Como prueba preoperatoria, proporciona un grado de seguridad para prevenir la isquemia de la mano antes de realizar estos procedimientos. Su sensibilidad y especificidad reportadas son 54.5 y 91.7% respectivamente, lo cual es aceptable dada la naturaleza simple y no invasiva de la prueba. ⁽⁹⁾

Se realiza la prueba de Allen de forma rutinaria como una medida previa de una punción arterial para predecir el riesgo de complicaciones isquémicas. ⁽¹⁰⁾ Los

tiempos de corte de una prueba de Allen negativa varían de 3 a 15 segundos. La prueba convencional de Allen tiene una sensibilidad del 73.2% y una especificidad del 97.1%. ⁽¹¹⁾ Sin embargo, es una prueba subjetiva y no cuantificable, con altos resultados falsos positivos y sin puntos de corte claros entre las pruebas positivas y negativas. ⁽¹²⁾

Termografía

La termografía infrarroja es una ciencia dedicada a la adquisición y procesamiento de información térmica de dispositivos de medición sin contacto. Se basa en la radiación infrarroja, una forma de radiación electromagnética con longitudes de onda más largas que las de la luz visible. Cualquier objeto a una temperatura superior al cero absoluto emite radiación infrarroja. El ojo humano no puede ver este tipo de radiación. Por lo tanto, se requieren dispositivos de medición infrarrojos para adquirir y procesar esta información. ⁽¹³⁾ La emisividad para la piel en la región infrarroja es casi constante, con un valor de 0.98 ± 0.01 , independientemente de la raza y no se ve afectada por la presencia de sudor. Las mediciones se pueden tomar continuamente en el tiempo y los cambios locales de temperatura se pueden detectar con un alto grado de precisión. Además, los sistemas de procesamiento de imágenes permiten obtener la temperatura media de la piel de regiones específicas. ⁽¹⁴⁾

La termografía mide la perfusión termorreguladora en la periferia y es una medida sustituta / indirecta de los cambios en la función microvascular. Se ha correlacionado con cambios en el flujo sanguíneo de la mano y se utiliza como un medio no invasivo de evaluación de la función microvascular de la mano en la enfermedad de Raynaud, la esclerosis sistémica o la exposición ocupacional a la vibración de la mano. La relación entre la temperatura de la piel y la perfusión microvascular de la piel es compleja. En las áreas acrales, como las manos, los cambios en la perfusión microcirculatoria parecen ser el factor dominante debido a la presencia de anastomosis arteriovenosas copiosas. Sin embargo, múltiples factores influyen en la temperatura de la piel: inervación autonómica y sensorial de los vasos junto con mecanismos dependientes y dependientes del endotelio. ⁽¹⁵⁾

Dispositivo FLIR ONE®

FLIR ONE® PRO es un dispositivo de imagen térmica que utiliza tecnología que puede detectar y visualizar la radiación infrarroja o el calor. ⁽¹⁶⁾

Este dispositivo consta de dos cámaras; Cámara Lepton, que tiene un sensor infrarrojo compacto de onda larga para la adquisición de imágenes térmicas, y una cámara estándar que proporciona detalles físicos estándar a la imagen térmica en bruto. Teniendo en cuenta las especificaciones de esta cámara, se deben tener en cuenta algunos parámetros antes de aplicar un análisis adicional en las imágenes: rango de temperatura de la escena, sensibilidad, resolución y emisividad. Esta cámara infrarroja detecta temperaturas que caen en el rango de -20 a 120 ° C, con una sensibilidad en la detección de 0.1 ° C. ⁽¹⁷⁾

Doppler en la valoración de riesgo de isquemia

Las herramientas disponibles actualmente para el monitoreo del acceso arterial incluyen el examen clínico y físico. La medición directa, como con el ultrasonido Doppler, e indirecta, como la dilución por ultrasonido, es el estándar actual de las técnicas de referencia. ⁽¹⁸⁾

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal de prueba diagnóstica en el Centro Médico Nacional “La Raza”. Se incluyeron pacientes derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social, intervenidos de trasplante renal, de donador vivo relacionado o donador cadavérico durante los meses de enero del año 2020 al mes de marzo del año 2020, con Estado físico ASA 3 o ASA 4, de Género masculino o femenino, en edad de 20 a 70 años, que acepten participar en el estudio, que firmen el consentimiento informado, que presenten comorbilidades asociadas a la Insuficiencia Renal Crónica como son Hipertensión Arterial Secundaria sin importar el tratamiento bajo el que estén tratados, con Diabetes Mellitus controlada (cifras de glucosa <180 mgs/dl) independientemente del régimen hipoglucemiante que tengan, con Hipoparatoroidismo que se encuentren con cifras de Hormona Paratiroidea de < 10 ng/dl, y pacientes que presenten enfermedades autoinmunes bajo tratamiento. Se excluyeron pacientes que se intervengan de urgencia por rechazo agudo del injerto o hiperagudo, por hemorragia asociada a la intervención o por trombosis del injerto, en quienes no sea posible la monitorización invasiva por medio de las arterias de las extremidades superiores, con expediente clínico incompleto. Se eliminaron pacientes que fallezcan durante la cirugía y que permanezcan intubados.

Primeramente se sometió el estudio a aprobación del comité de ética del hospital, posteriormente fue conformada la muestra por todos los pacientes que cumplieron los criterios de selección durante el periodo de estudio, los pacientes fueron valorados preoperatoriamente primeramente con la toma de imagen termográfica con la cámara Flir One, registrándose la temperatura basal, posteriormente con la prueba de Allen, la cual consiste en hacer que el paciente apoye la superficie dorsal de una de sus muñecas sobre sus manos. Utilizando ambos pulgares, se aplicó compresión sobre la arteria ulnar y la radial entre el pulgar y los dedos para obstruir el flujo sanguíneo a la mano. Se le pidió al paciente que abra y cierre la mano rápidamente apretando el puño. Se observó la palma de la mano. Cuando

se observó isquemia, se pidió al paciente que relaje la mano manteniéndola abierta y ligeramente flexionada. Se mantuvo la presión sobre la arteria radial y se liberó la arteria ulnar. Si la palma de la mano recuperó su coloración en menos de 10 s, la arteria ulnar es funcional y la prueba se consideró negativa. Si persiste la palidez cuando deje de presionar sobre la arteria ulnar, la circulación no es la adecuada y la arteria radial no se debería puncionar o canalizar, por lo que se consideró positivo a riesgo de isquemia.

Cuando se observe retardo en el llenado capilar se tomó nuevamente la temperatura con la cámara Flir One. Los datos obtenidos fueron registrados en una hoja de recolección de datos diseñada para tal fin, ubicada en el apartado de Anexos. Posteriormente los datos de la hoja fueron capturados en el programa estadístico IBM SPSS versión 25 para su procesamiento; seguido de generación de resultados, discusión y finalmente conclusiones.

El análisis estadístico se llevó a cabo en dos etapas:

Análisis descriptivo: Para variables cuantitativas se calculó la media como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión. Para las variables cualitativas se calcularon frecuencias y porcentajes.

Análisis inferencial: Por medio de curva ROC para determinar el punto de corte óptimo de temperatura que predice el riesgo de isquemia; así mismo la sensibilidad y especificidad de la temperatura corporal para determinar isquemia. Así mismo se realizó prueba de correlación de Pearson para valorar la direccionalidad y la fuerza de la relación entre la temperatura corporal y la oximetría. Se consideró significativa la correlación si presenta un valor $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los resultados de 32 pacientes incluidos en el estudio son mostrados a continuación, primeramente se presenta el apartado de estadísticos descriptivos; posteriormente se realiza la presentación de estadísticos inferenciales.

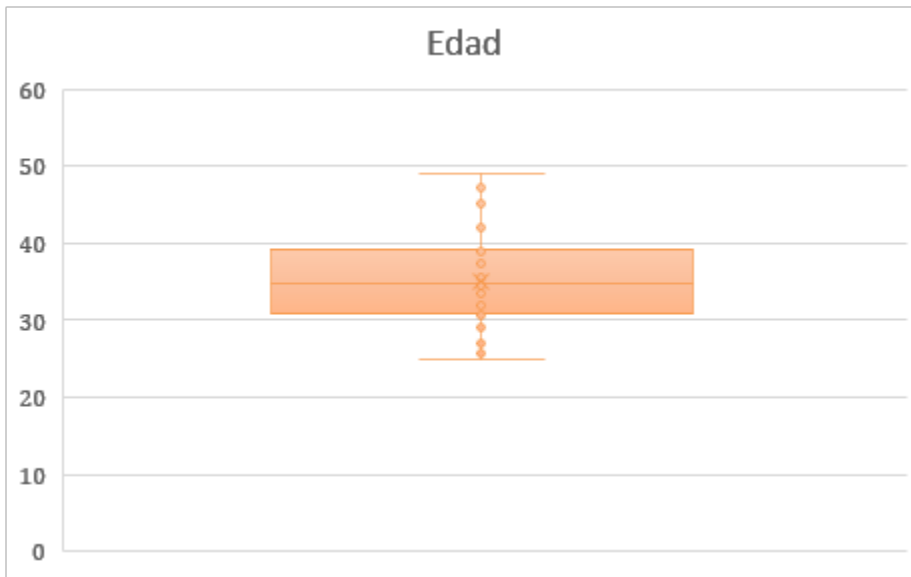
Estadísticos descriptivos

Cuadro 1: Estadísticos de la edad de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	25	49	35.13	6.419

Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

Gráfica 1: Estadísticos de la edad de los pacientes en estudio



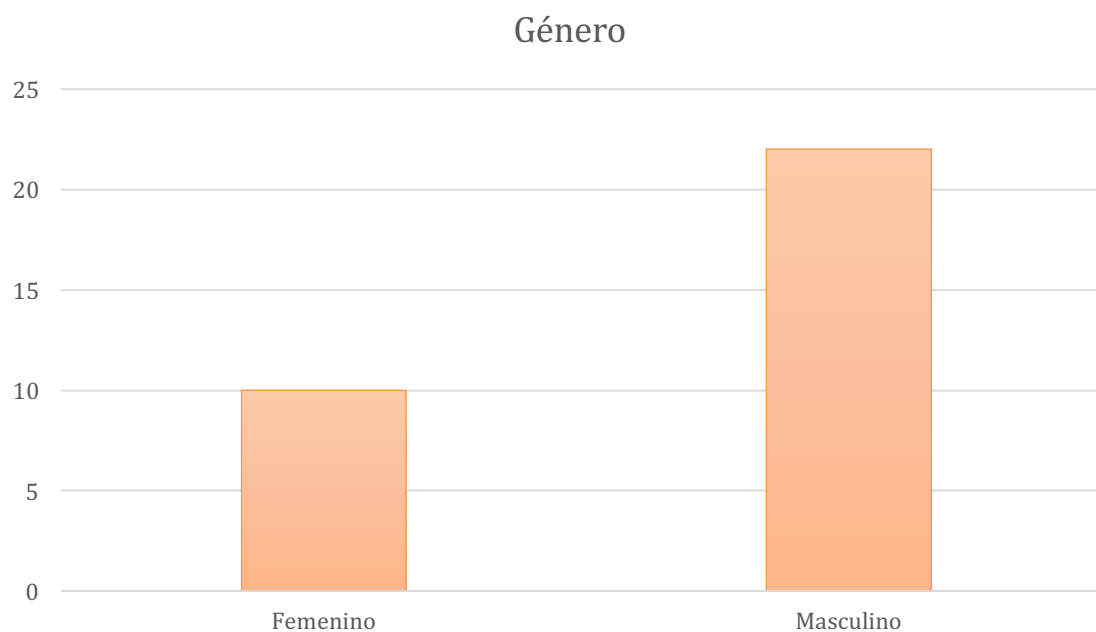
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La edad tuvo una media de 35.13 ± 6.419 años.

Cuadro 2: Distribución del género de los pacientes en estudio

Género	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	10	31.3
Masculino	22	68.8
Total	32	100.0

Gráfica 2: Distribución del género de los pacientes en estudio



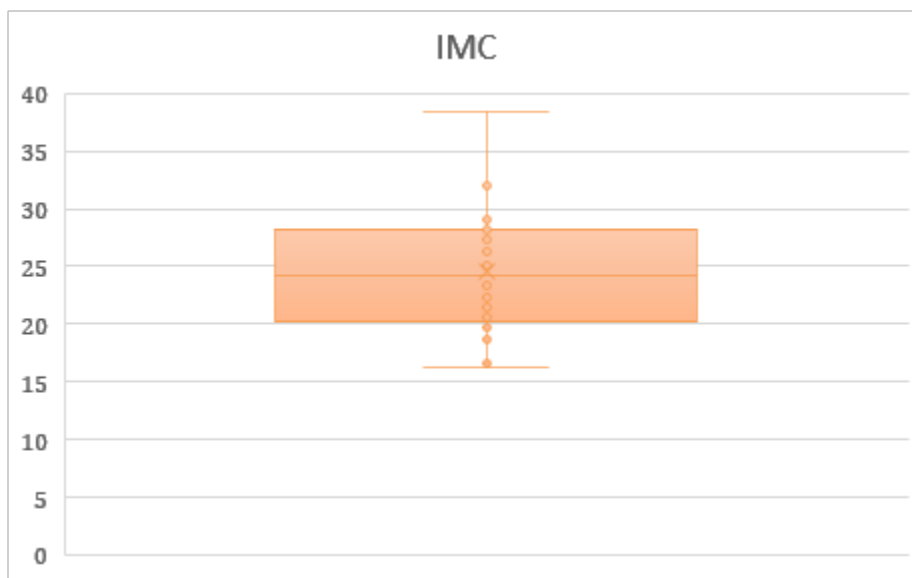
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

El género predominante fue el masculino con 22 pacientes (68.8%).

Cuadro 3: Estadísticos del IMC de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IMC	16.30	38.45	24.5141	4.92546

Gráfica 3: Estadísticos del IMC de los pacientes en estudio



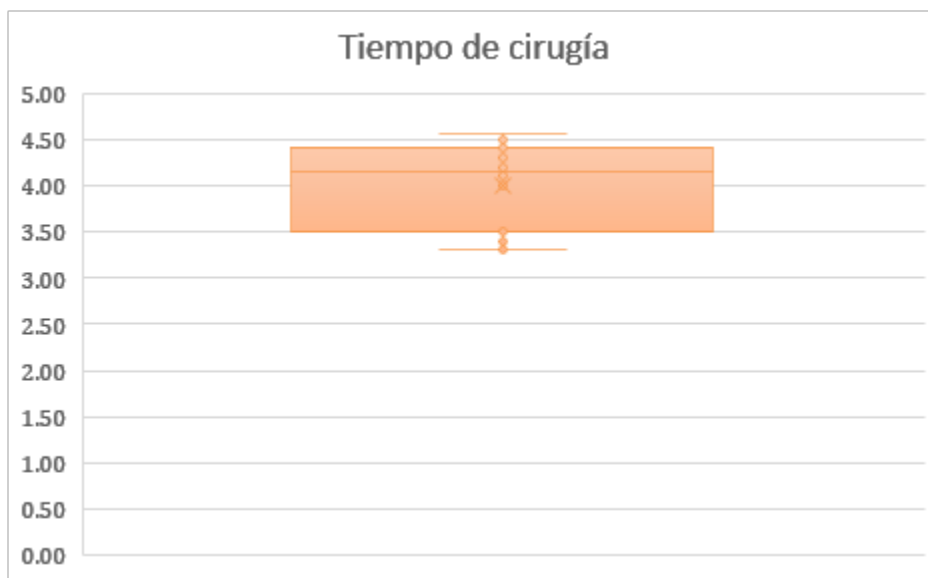
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

El IMC tuvo una media de 24.5141 ± 4.92546 kg/m²

Cuadro 4: Estadísticos del tiempo de cirugía de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo de cirugía	3.30	4.55	4.0047	.43466

Gráfica 4: Estadísticos del tiempo de cirugía de los pacientes en estudio



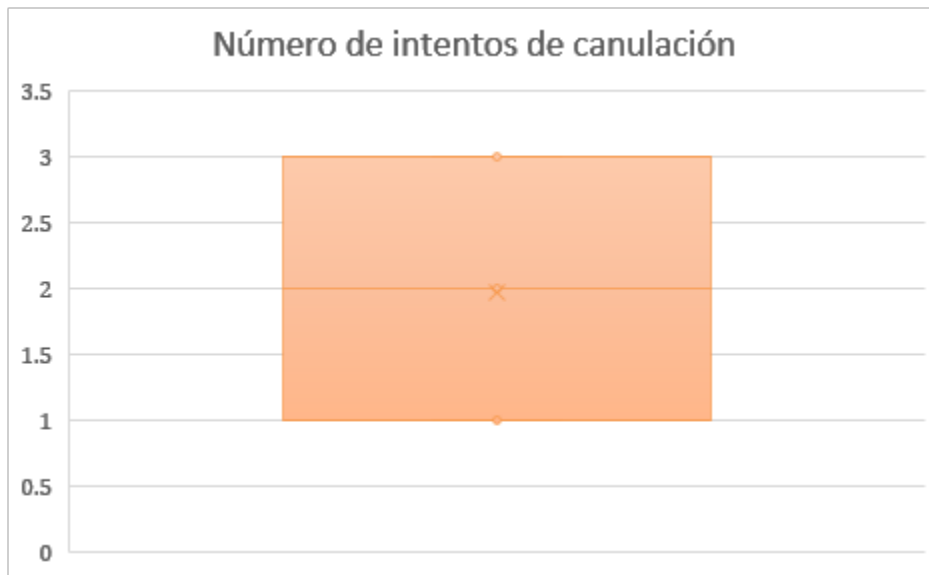
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

El tiempo de cirugía tuvo una media de 4.00 ± 0.43 horas

Cuadro 5: Estadísticos del número de intentos de canulación de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Número de intentos de canulación	1	3	1.97	.861

Gráfica 5: Estadísticos del número de intentos de canulación de los pacientes en estudio



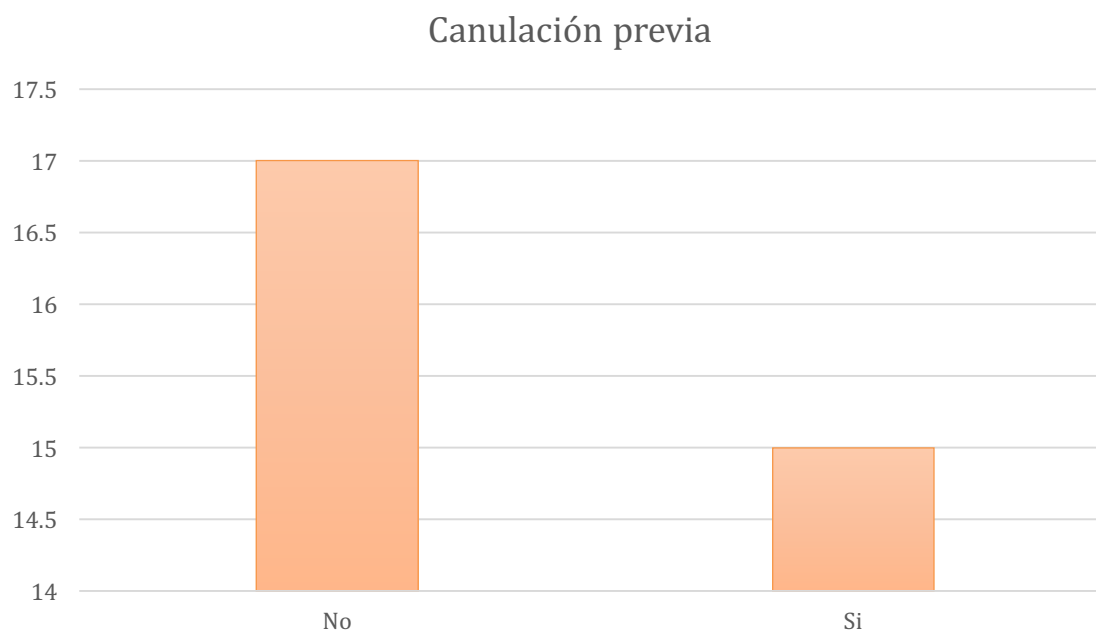
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

El número de intentos de canulación tuvo una media de 1.97 ± 0.86

Cuadro 6: Distribución de canulación previa de los pacientes en estudio

Canulación previa	Frecuencia	Porcentaje
No	17	53.1
Si	15	46.9
Total	32	100.0

Gráfica 6: Distribución de canulación previa de los pacientes en estudio



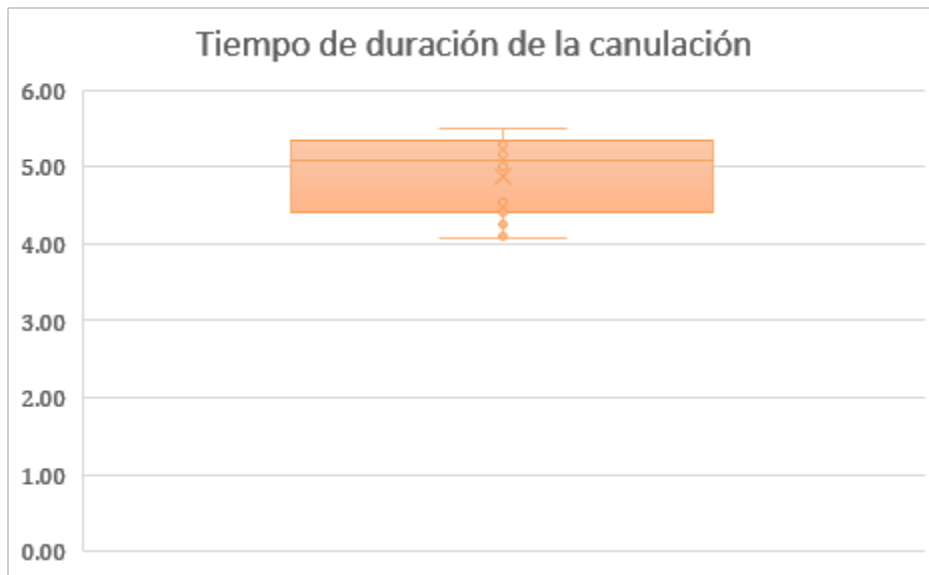
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La mayor parte de pacientes (53.1%) no tuvieron canulación previa.

Cuadro 7: Estadísticos del tiempo de duración de la canulación de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo de duración de la canulación	4.07	5.50	4.8859	.48934

Gráfica 7: Estadísticos del tiempo de duración de la canulación de los pacientes en estudio



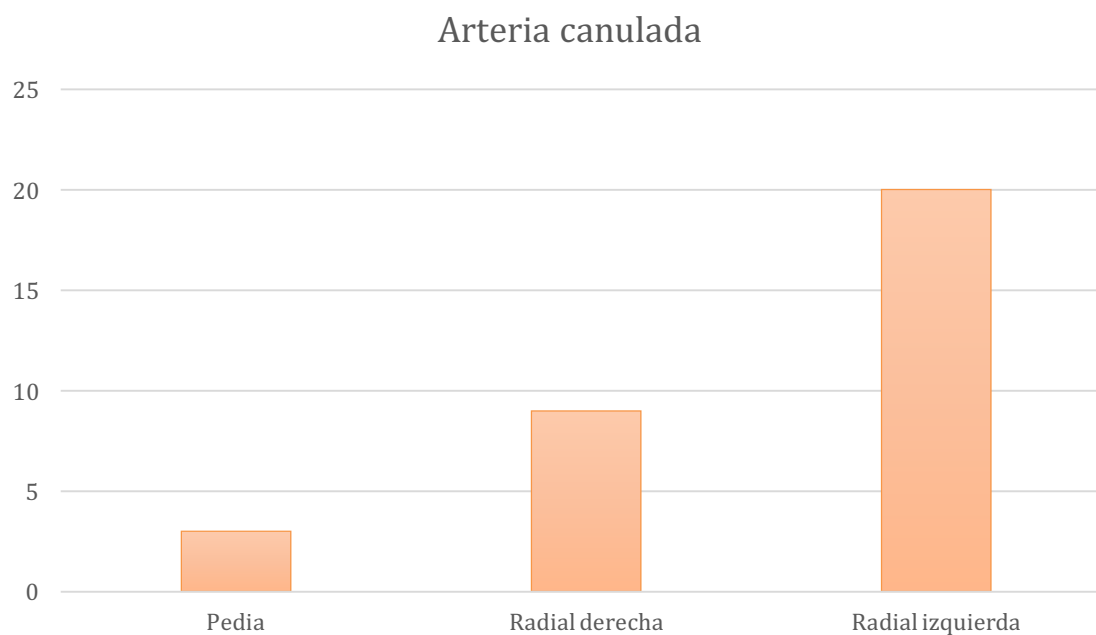
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

El tiempo de duración de la canulación tuvo una media de 4.88 ± 0.48 horas

Cuadro 8: Distribución de la arteria canulada de los pacientes en estudio

Arteria canulada	Frecuencia	Porcentaje
Pedia	3	9.4
Radial derecha	9	28.1
Radial izquierda	20	62.5
Total	32	100.0

Gráfica 8: Distribución de la arteria canulada de los pacientes en estudio



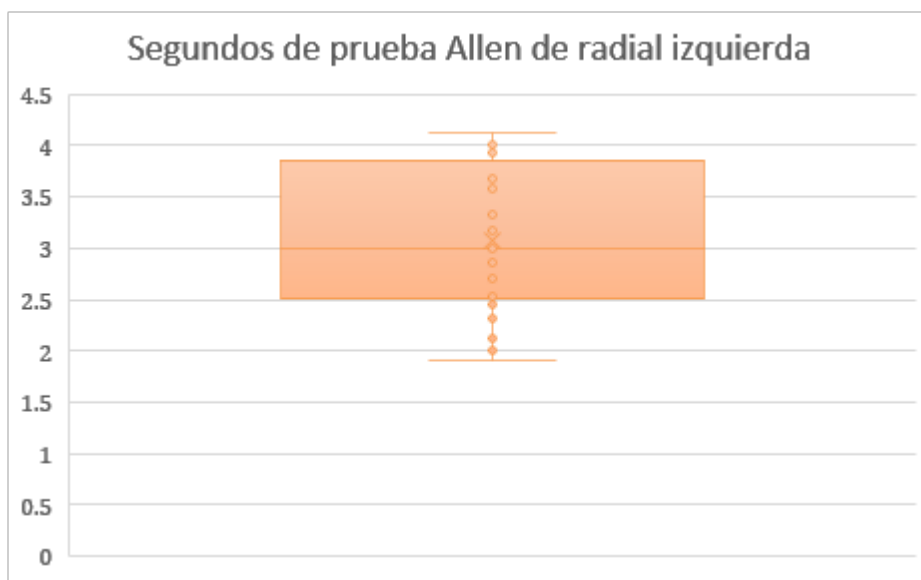
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La arteria mayormente canalizada fue la radial izquierda en 20 pacientes (62.5%).

Cuadro 9: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de radial izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Segundos de prueba Allen de radial izquierda	2	4	3.09	.734

Gráfica 9: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de radial izquierda de los pacientes en estudio



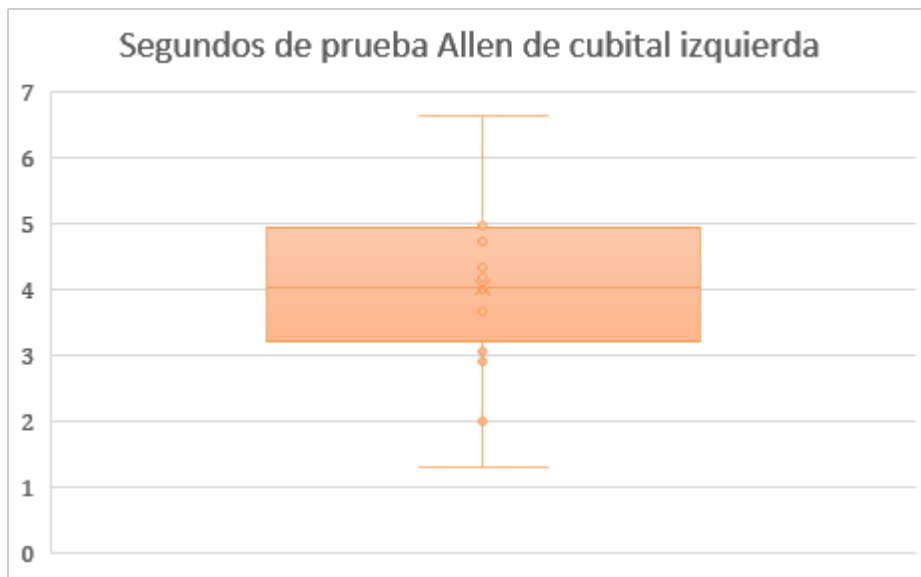
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La prueba Allen de la arteria radial izquierda tuvo una media de 3.09 ± 0.73 segundos.

Cuadro 10: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de cubital izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Segundos de prueba Allen de cubital izquierda	1	7	4.06	1.162

Gráfica 10: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de cubital izquierda de los pacientes en estudio



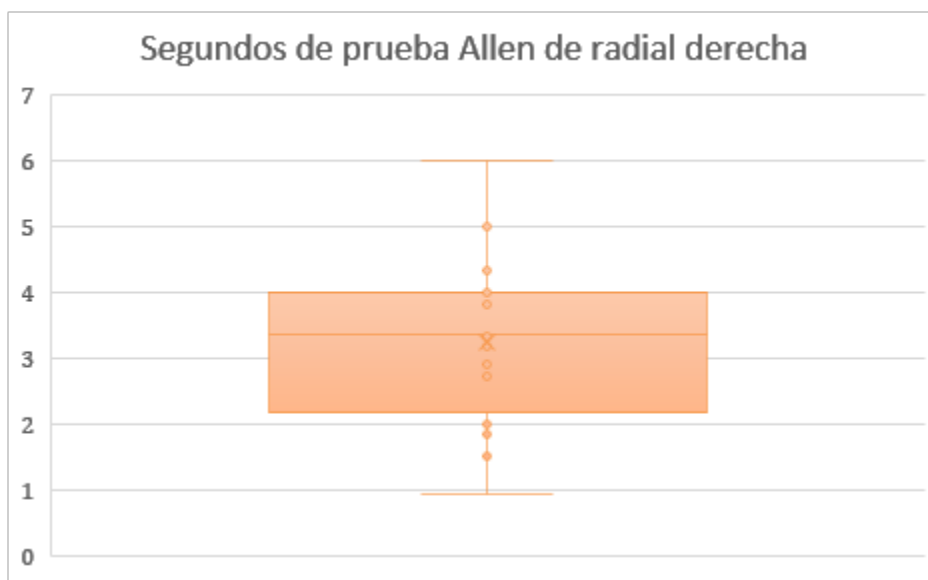
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La prueba Allen de la arteria cubital izquierda tuvo una media de 4.06 ± 1.16 segundos.

Cuadro 11: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de radial derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Segundos de prueba Allen de radial derecha	1	6	3.25	1.047

Gráfica 11: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de radial derecha de los pacientes en estudio



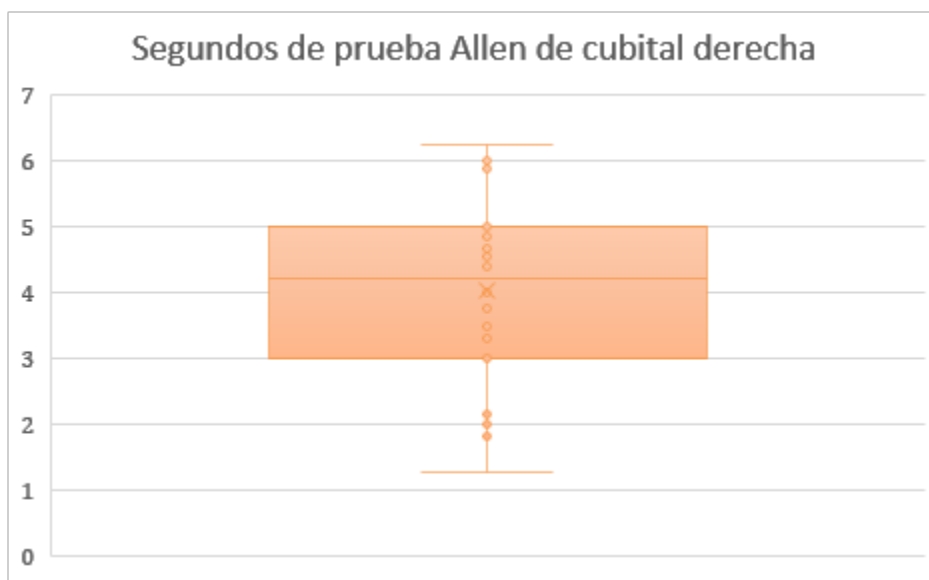
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La prueba Allen de la arteria radial derecha tuvo una media de 3.25 ± 1.04 segundos.

Cuadro 12: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de cubital derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Segundos de prueba Allen de cubital derecha	1	6	4.00	1.459

Gráfica 12: Estadísticos de los segundos de prueba Allen de cubital derecha de los pacientes en estudio



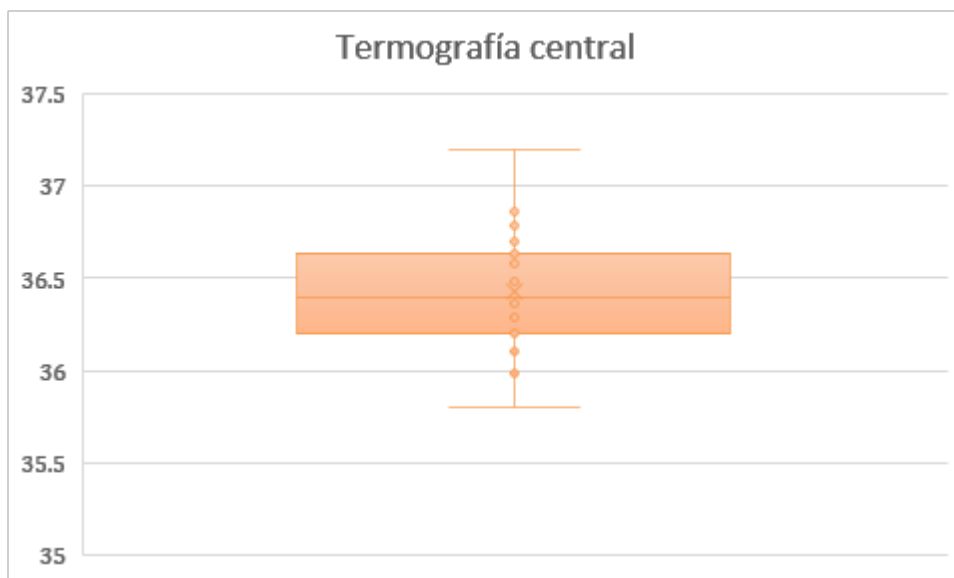
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La prueba Allen de la arteria cubital derecha tuvo una media de 4.00 ± 1.459 segundos.

Cuadro 13: Estadísticos de la termografía central de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía central	35.8	37.2	36.431	.3247

Gráfica 13: Estadísticos de la termografía central de los pacientes en estudio



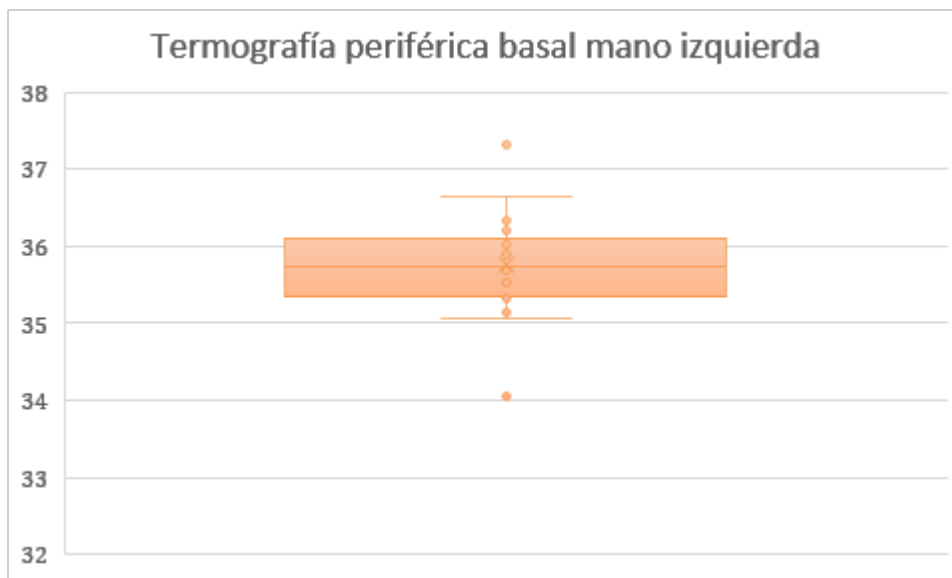
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía central tuvo una media de 36.43 ± 0.32 grados centígrados.

Cuadro 14: Estadísticos de la termografía periférica basal de la mano izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía periférica basal mano izquierda	34.0	37.3	35.752	.6511

Gráfica 14: Estadísticos de la termografía periférica basal de la mano izquierda de los pacientes en estudio



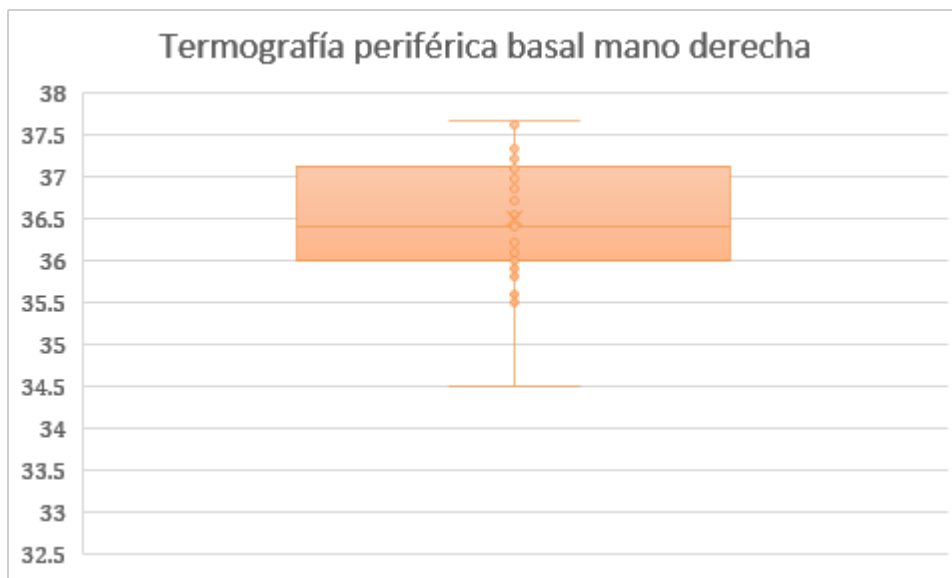
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía periférica basal de la mano izquierda tuvo una media de 35.75 ± 0.65 grados centígrados.

Cuadro 15: Estadísticos de la termografía periférica basal de la mano derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía periférica basal mano derecha	34.5	37.7	36.497	.7311

Gráfica 15: Estadísticos de la termografía periférica basal de la mano derecha de los pacientes en estudio



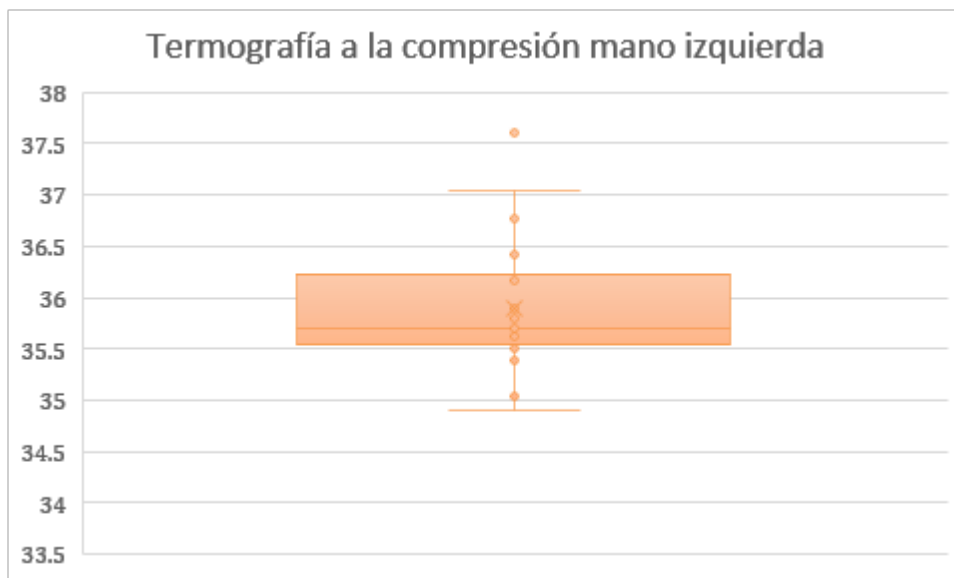
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía periférica basal de la mano derecha tuvo una media de 36.49 ± 0.73 grados centígrados.

Cuadro 16: Estadísticos de la termografía a la compresión de la mano izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía a la compresión mano izquierda	34.9	37.6	35.884	.5520

Gráfica 16: Estadísticos de la termografía a la compresión de la mano izquierda de los pacientes en estudio



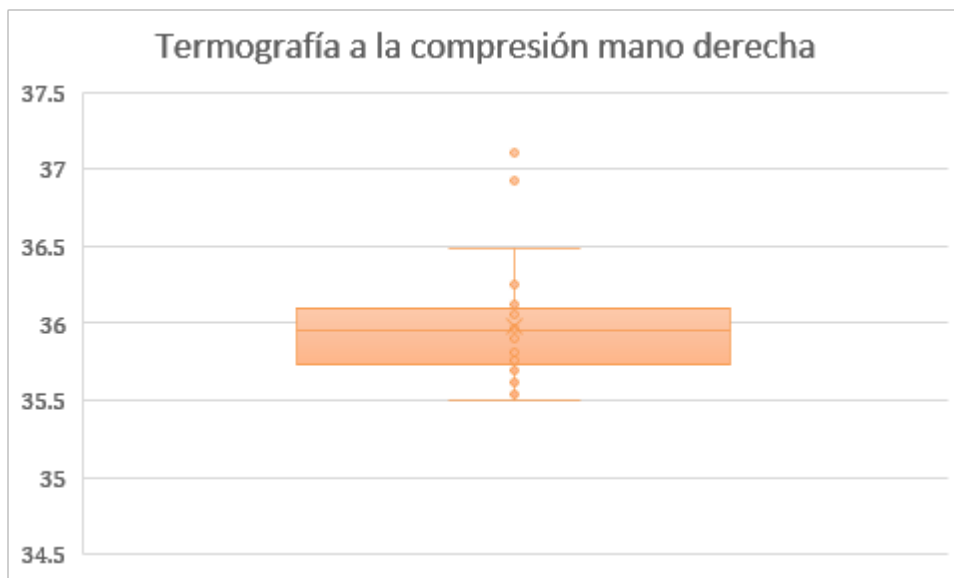
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía a la compresión de la mano izquierda tuvo una media de 35.88 ± 0.55 grados centígrados.

Cuadro 17: Estadísticos de la termografía a la compresión de la mano derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía a la compresión mano derecha	35.5	37.1	35.988	.3526

Gráfica 17: Estadísticos de la termografía a la compresión de la mano derecha de los pacientes en estudio



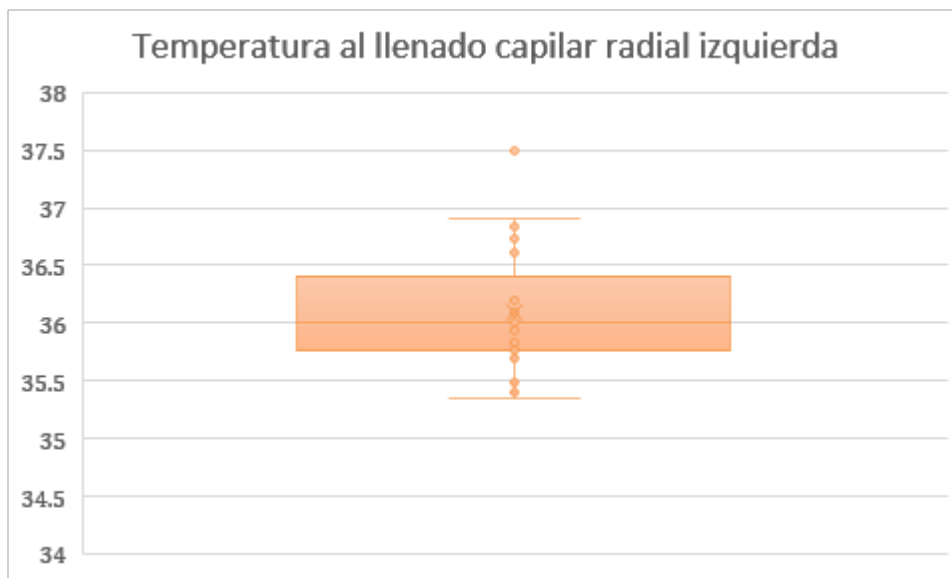
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía a la compresión de la mano derecha tuvo una media de 35.98 ± 0.35 grados centígrados.

Cuadro 18: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria radial izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Temperatura al llenado capilar radial izquierda	35.4	37.5	36.094	.4781

Gráfica 18: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria radial izquierda de los pacientes en estudio



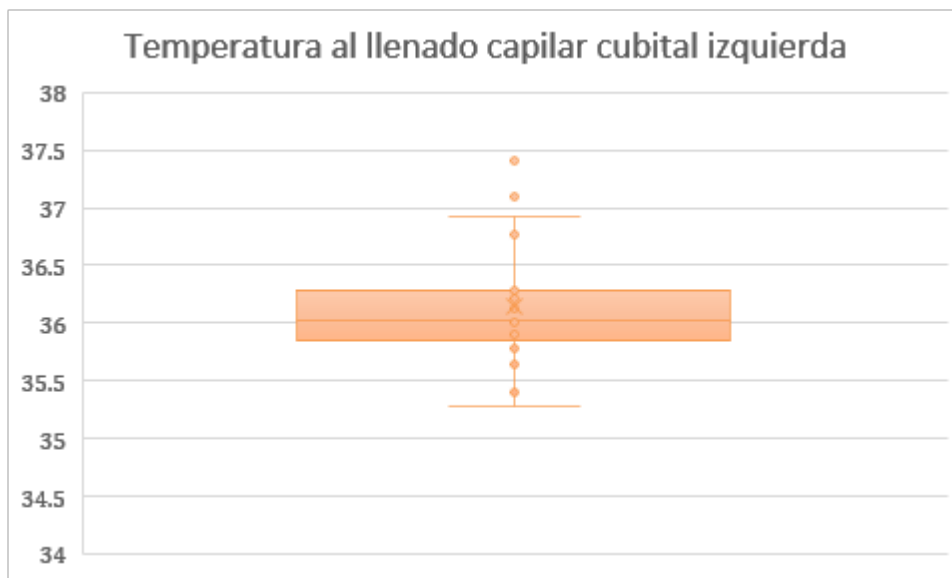
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La temperatura al llenado capilar de la arteria radial izquierda tuvo una media de 36.09 ± 0.47 grados centígrados.

Cuadro 19: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria cubital izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Temperatura al llenado capilar cubital izquierda	35.3	37.4	36.142	.4822

Gráfica 19: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria cubital izquierda de los pacientes en estudio



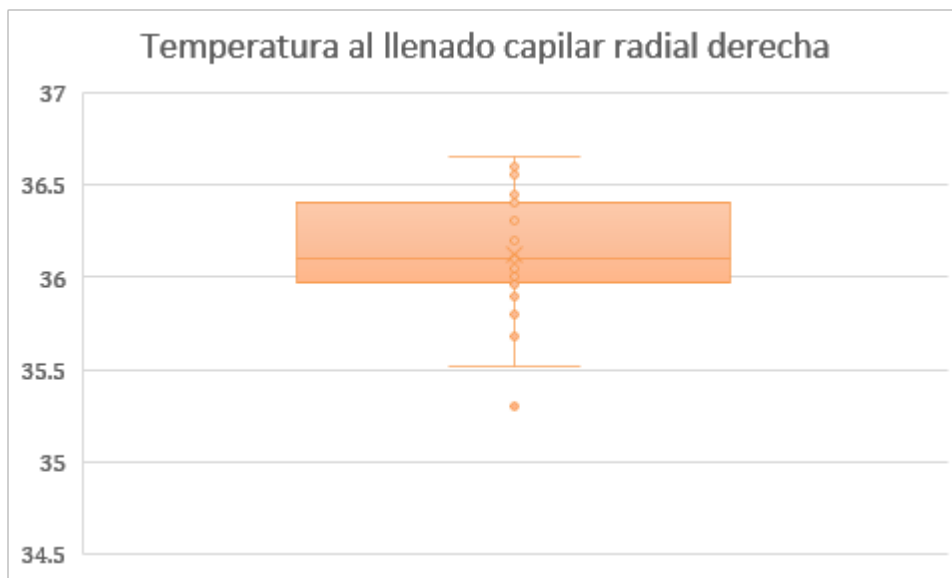
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La temperatura al llenado capilar de la arteria cubital izquierda tuvo una media de 36.14 ± 0.48 grados centígrados.

Cuadro 20: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria radial derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Temperatura al llenado capilar radial derecha	35.3	36.7	36.122	.3170

Gráfica 20: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria radial derecha de los pacientes en estudio



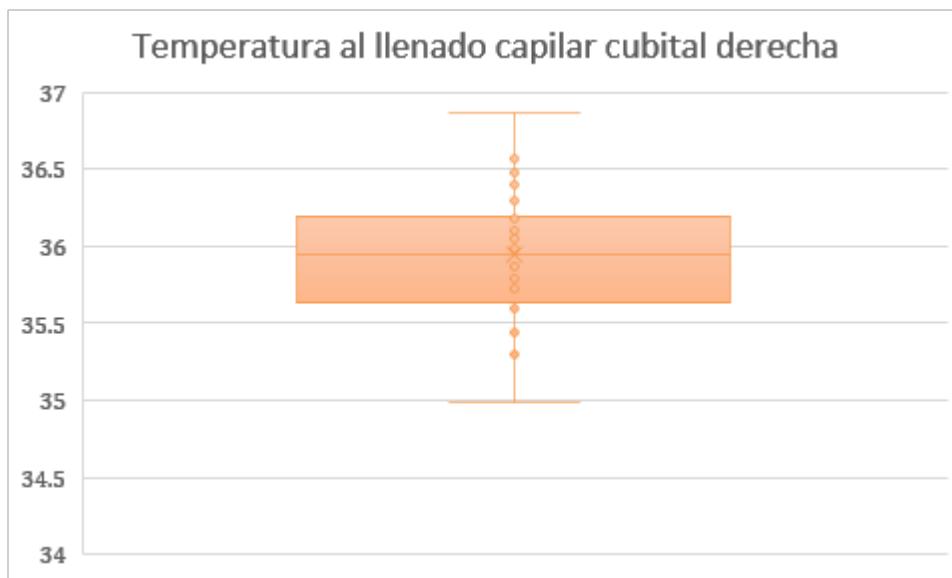
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La temperatura al llenado capilar de la arteria radial derecha tuvo una media de 36.12 ± 0.31 grados centígrados.

Cuadro 21: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria cubital derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Temperatura al llenado capilar cubital derecha	35.0	36.9	35.953	.4318

Gráfica 21: Estadísticos de la temperatura al llenado capilar de la arteria cubital derecha de los pacientes en estudio



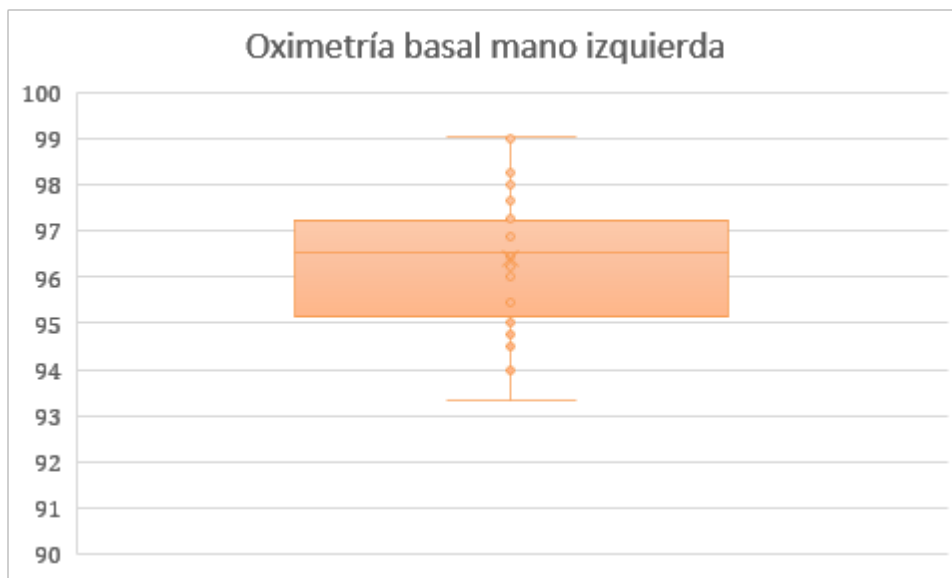
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La temperatura al llenado capilar de la arteria cubital derecha tuvo una media de 35.95 ± 0.43 grados centígrados.

Cuadro 22: Estadísticos de la oximetría basal de la mano izquierda de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Oximetría basal mano izquierda	93	99	96.31	1.469

Gráfica 22: Estadísticos de la oximetría basal de la mano izquierda de los pacientes en estudio



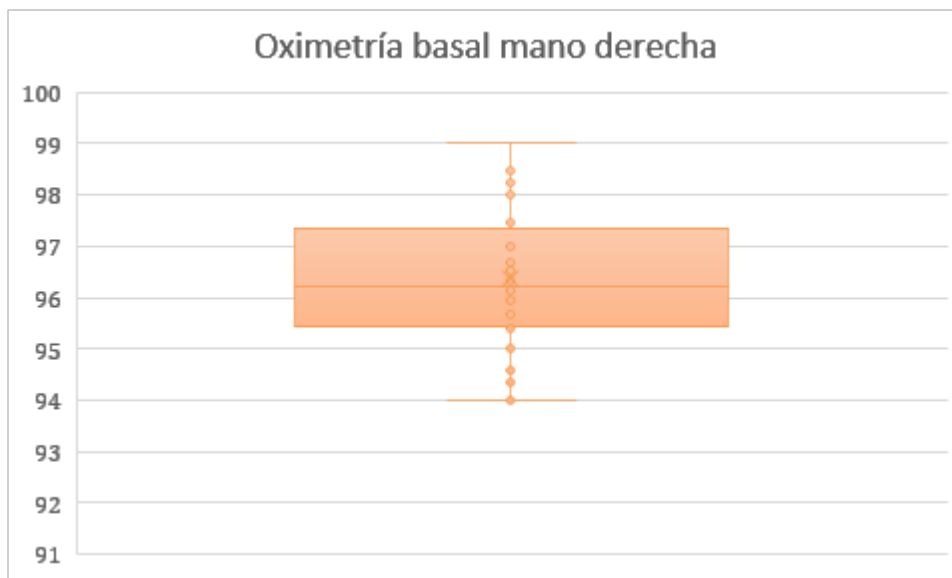
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La oximetría basal de la mano izquierda tuvo una media de $96.31 \pm 1.46\%$.

Cuadro 23: Estadísticos de la oximetría basal de la mano derecha de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Oximetría basal mano derecha	94	99	96.38	1.314

Gráfica 23: Estadísticos de la oximetría basal de la mano derecha de los pacientes en estudio



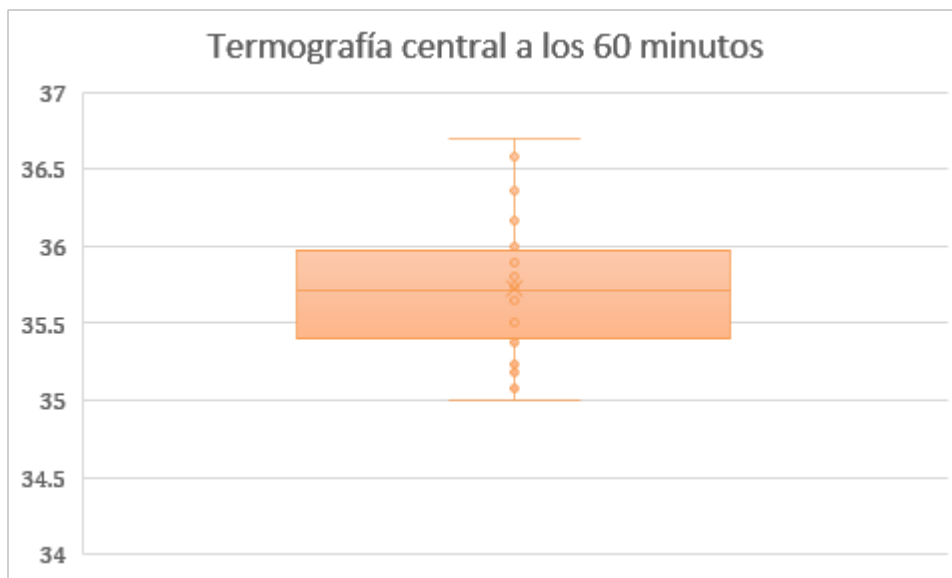
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La oximetría basal de la mano derecha tuvo una media de $96.38 \pm 1.31\%$.

Cuadro 24: Estadísticos de la termografía central a los 60 minutos de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía central a los 60 minutos	35.0	36.7	35.731	.4177

Gráfica 24: Estadísticos de la termografía central a los 60 minutos de los pacientes en estudio



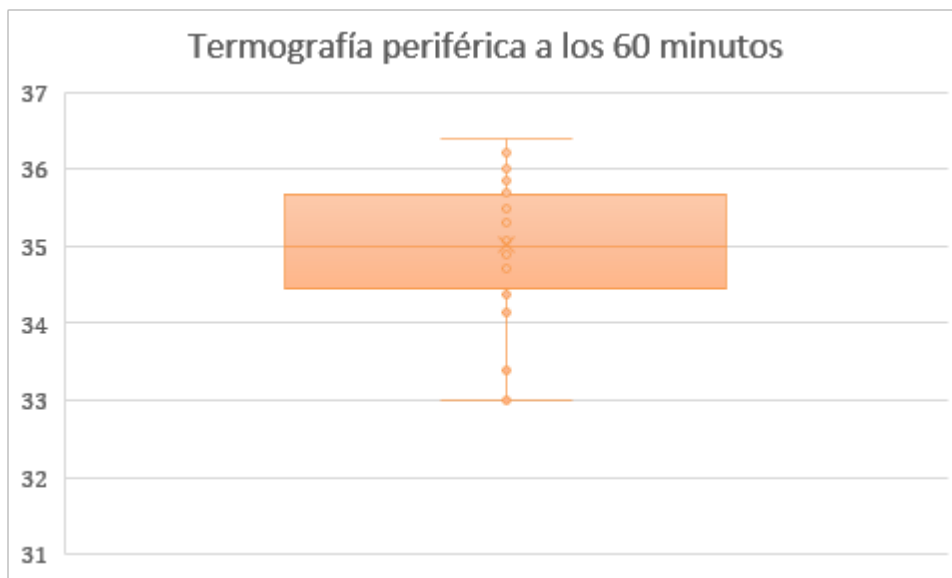
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía central a los 60 minutos tuvo una media de 35.73 ± 0.41 grados centígrados.

Cuadro 25: Estadísticos de la termografía periférica a los 60 minutos de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía periférica a los 60 minutos	33.0	36.4	35.016	.8781

Gráfica 25: Estadísticos de la termografía periférica a los 60 minutos de los pacientes en estudio



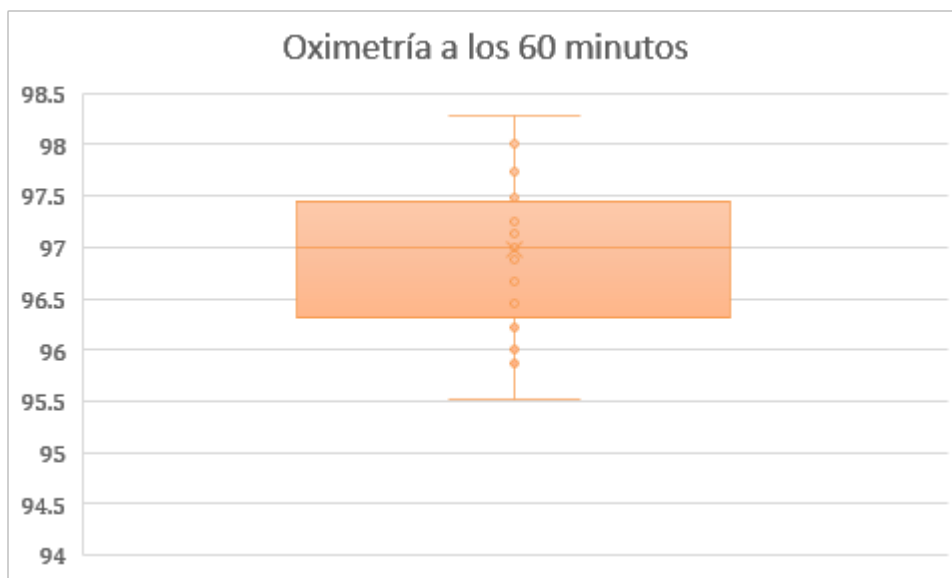
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía periférica a los 60 minutos tuvo una media de 35.01 ± 0.87 grados centígrados.

Cuadro 26: Estadísticos de la oximetría a los 60 minutos de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Oximetría a los 60 minutos	96	98	96.97	.732

Gráfica 26: Estadísticos de la oximetría a los 60 minutos de los pacientes en estudio



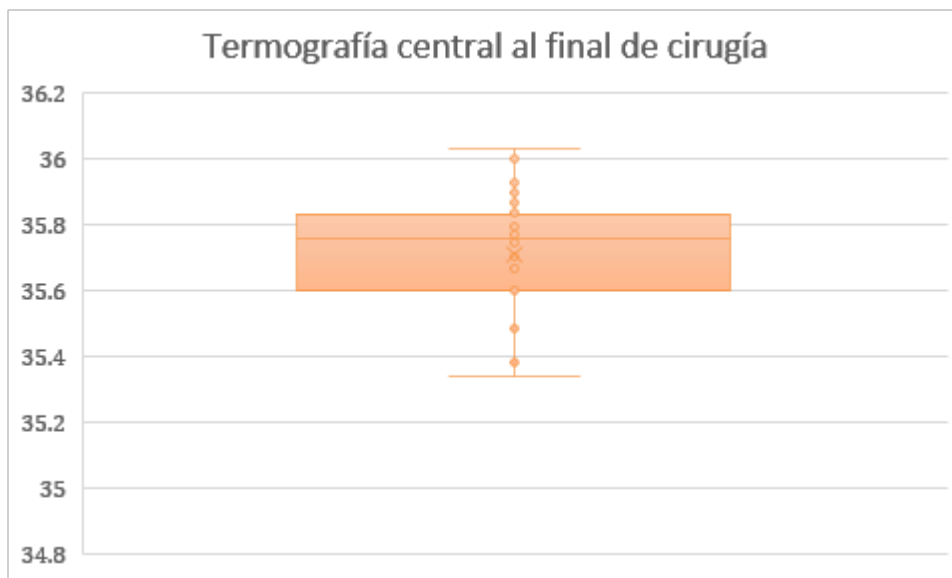
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La oximetría a los 60 minutos tuvo una media de 96.97 ± 0.73 grados centígrados.

Cuadro 27: Estadísticos de la termografía central al final de cirugía de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía central al final de cirugía	35.3	36.0	35.706	.1848

Gráfica 27: Estadísticos de la termografía central al final de cirugía de los pacientes en estudio



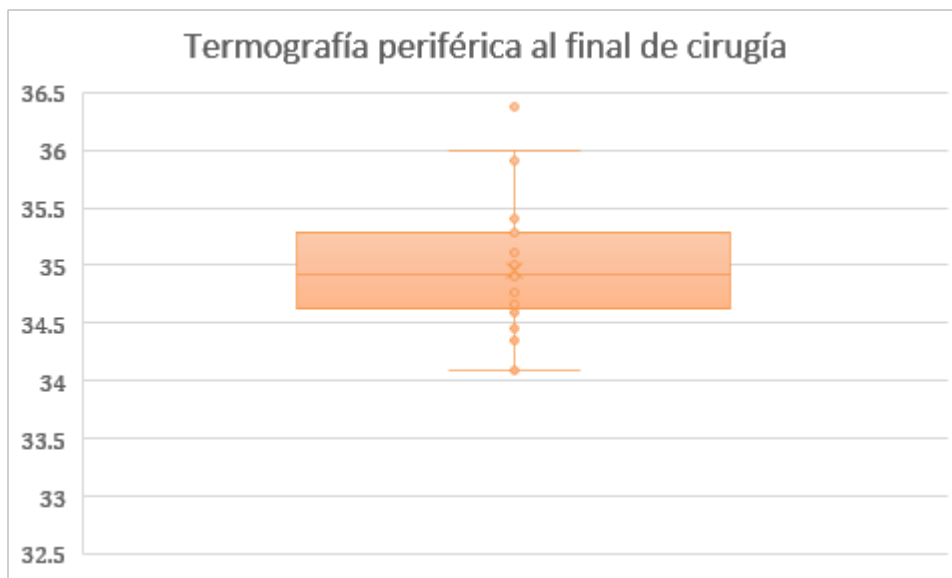
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía central al final de cirugía tuvo una media de 35.70 ± 0.18 grados centígrados.

Cuadro 28: Estadísticos de la termografía periférica al final de cirugía de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Termografía periférica al final de cirugía	34.1	36.4	34.959	.5117

Gráfica 28: Estadísticos de la termografía periférica al final de cirugía de los pacientes en estudio



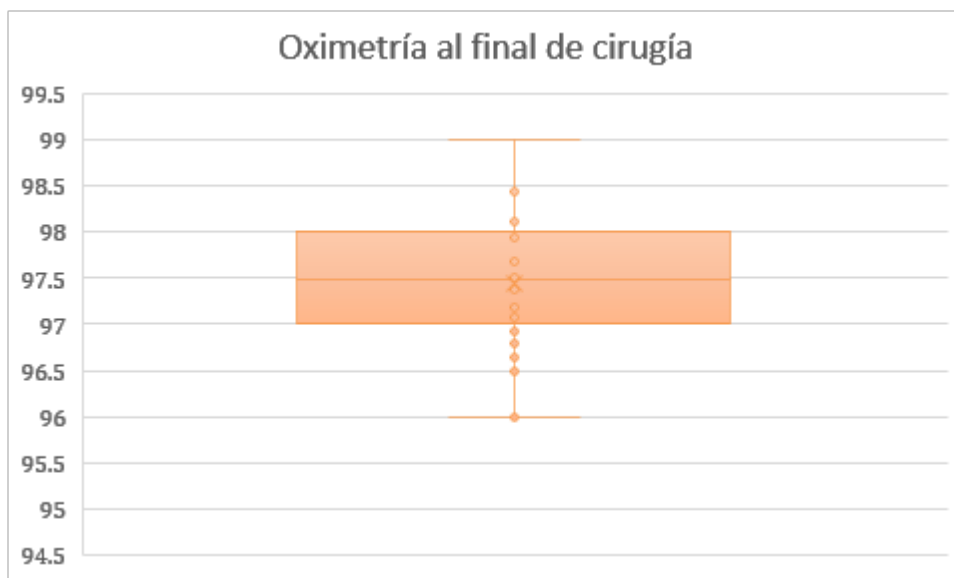
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La termografía periférica al final de cirugía tuvo una media de 34.95 ± 0.51 grados centígrados.

Cuadro 29: Estadísticos de la oximetría al final de cirugía de los pacientes en estudio

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Oximetría al final de cirugía	96	99	97.44	.669

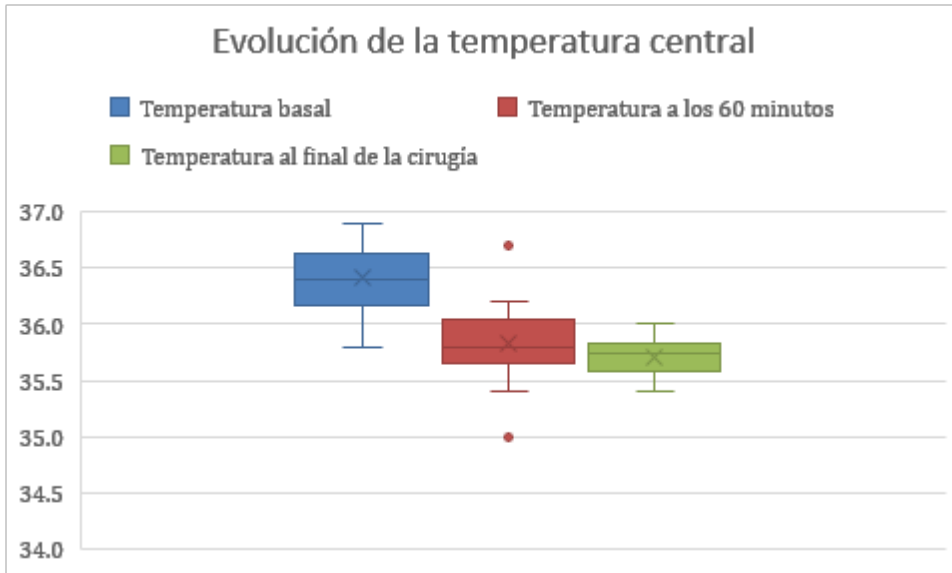
Gráfica 29: Estadísticos de la oximetría al final de cirugía de los pacientes en estudio



Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

La oximetría al final de cirugía tuvo una media de 97.44 ± 0.66 grados centígrados.

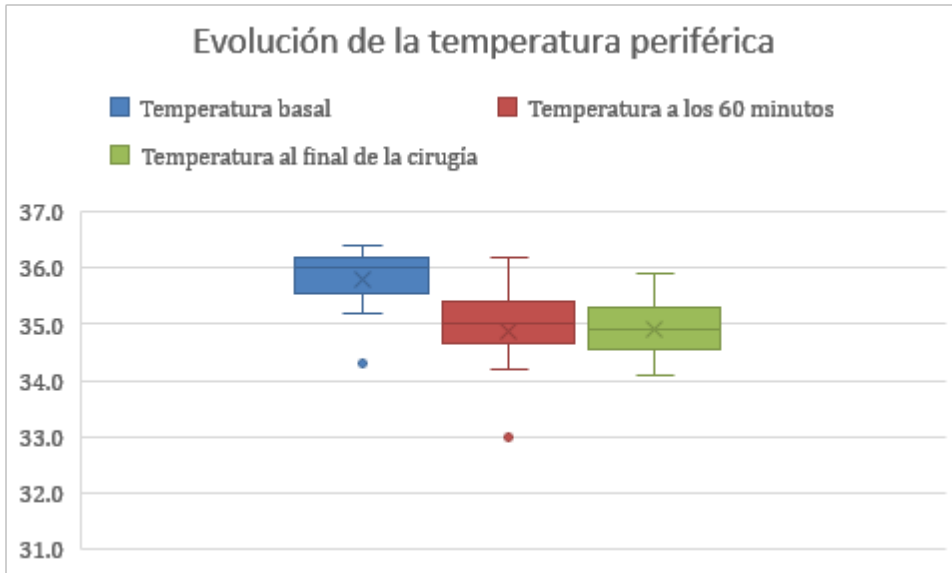
Gráfica 30: Evolución de la temperatura central al inicio, 60 minutos y al final de la cirugía



Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

Se observa en la gráfica 30 que la temperatura central media fue disminuyendo gradualmente entre los valores basales, a los 60 minutos y al final de la cirugía.

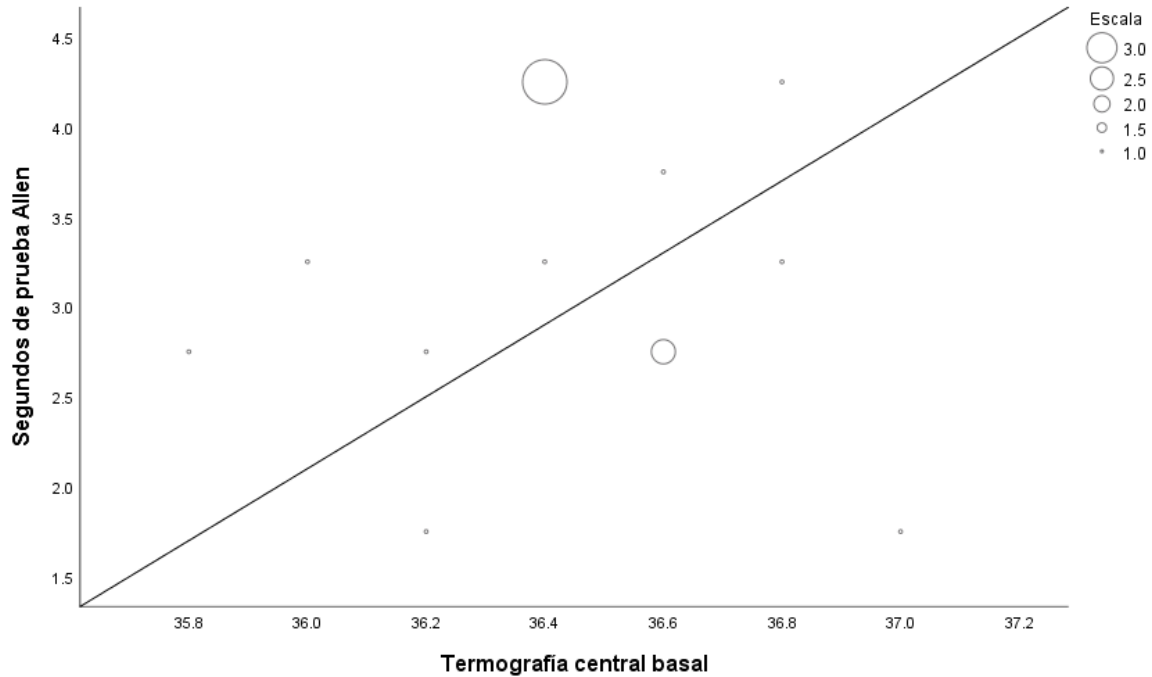
Gráfica 31: Evolución de la temperatura periférica al inicio, 60 minutos y al final de la cirugía



Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional "La Raza"

Se observa en la gráfica 31 que la temperatura periférica media fue disminuyendo gradualmente entre los valores basales y a los 60 minutos; mientras que para el final de la cirugía los valores medios fueron casi idénticos a los de 60 minutos.

Gráfica 32: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central basal

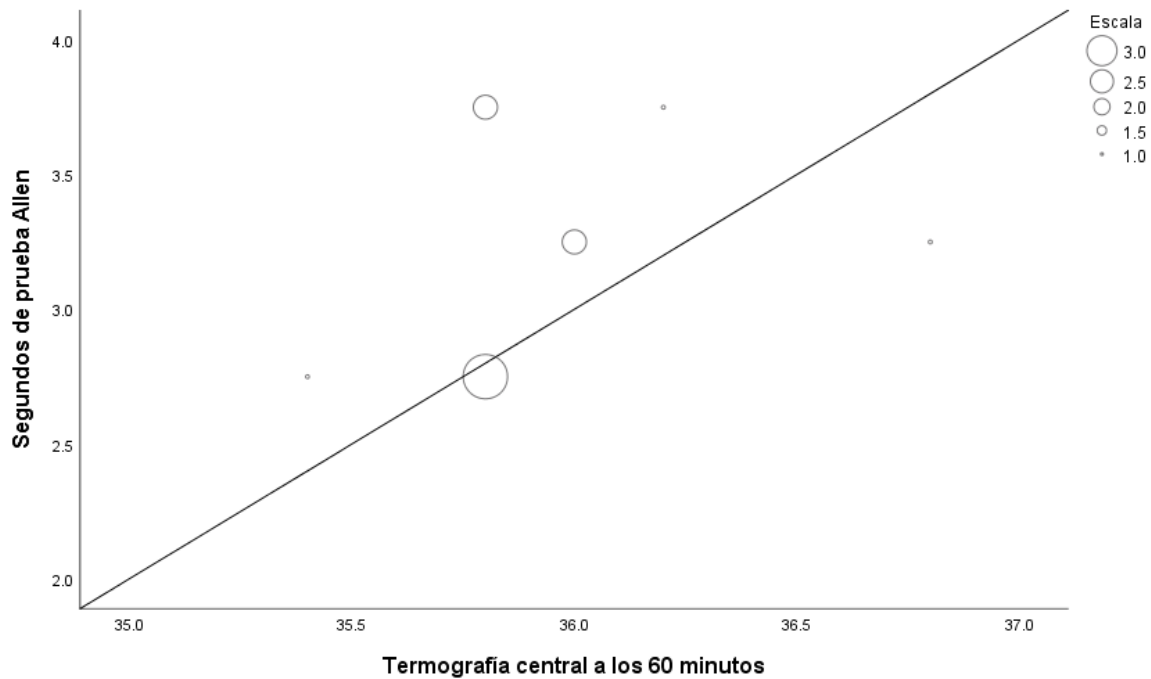


Cuadro 30: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central basal

		Termografía central
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	.092
	Sig. (bilateral)	.755

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía central basal ($r=0.092$, $p=0.755$)

Gráfica 33: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central a 60 minutos

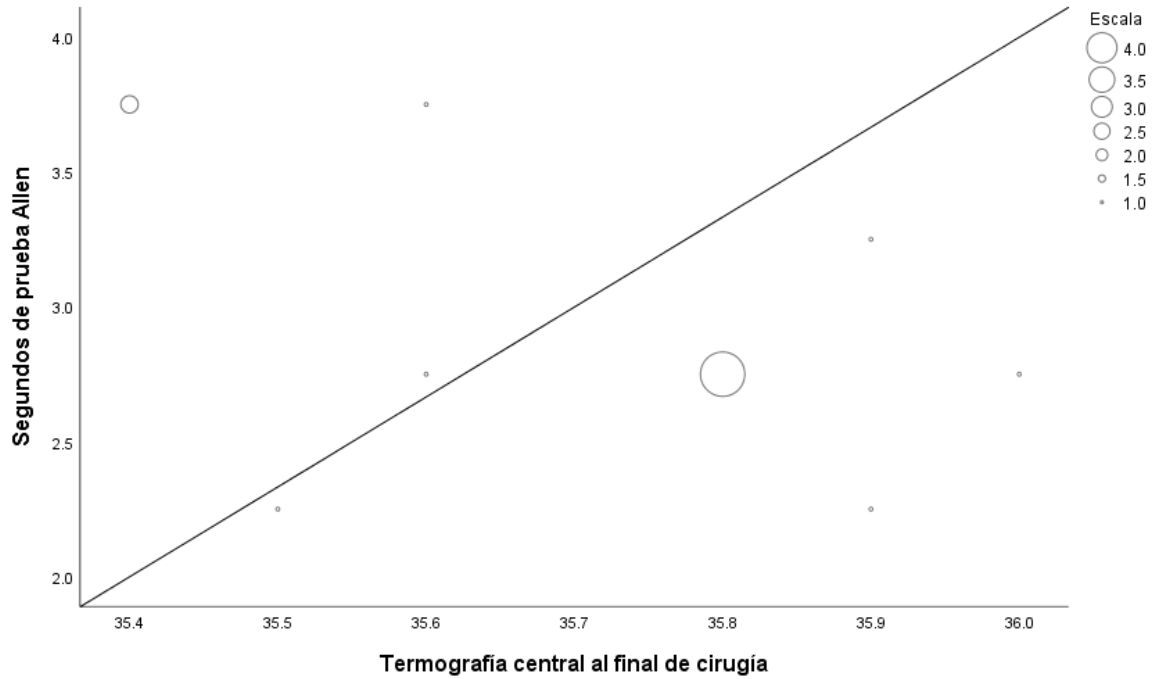


Cuadro 31: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central a 60 minutos

		Termografía central a los 60 minutos
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	.140
	Sig. (bilateral)	.634

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía central a los 60 minutos ($r=0.140$, $p=0.634$)

Gráfica 34: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central final

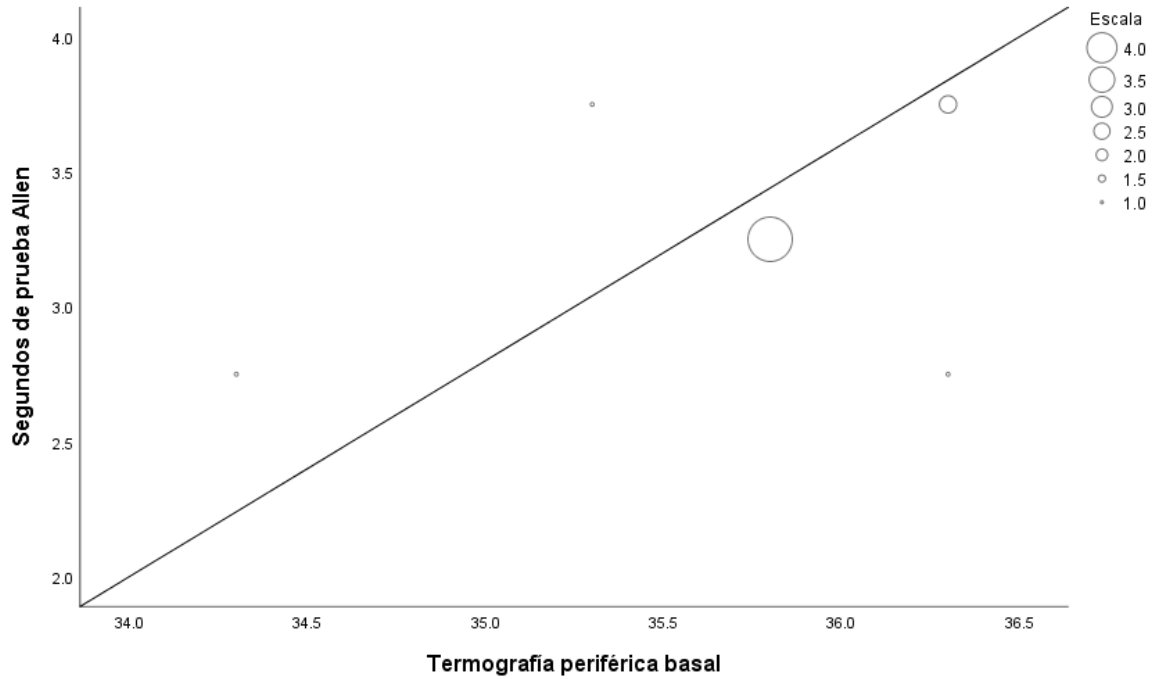


Cuadro 32: Correlación de la prueba de Allen con la termografía central final

		Termografía central al final de cirugía
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	-.427
	Sig. (bilateral)	.128

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía central al final de la cirugía ($r = -0.427$, $p = 0.128$)

Gráfica 35: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica basal



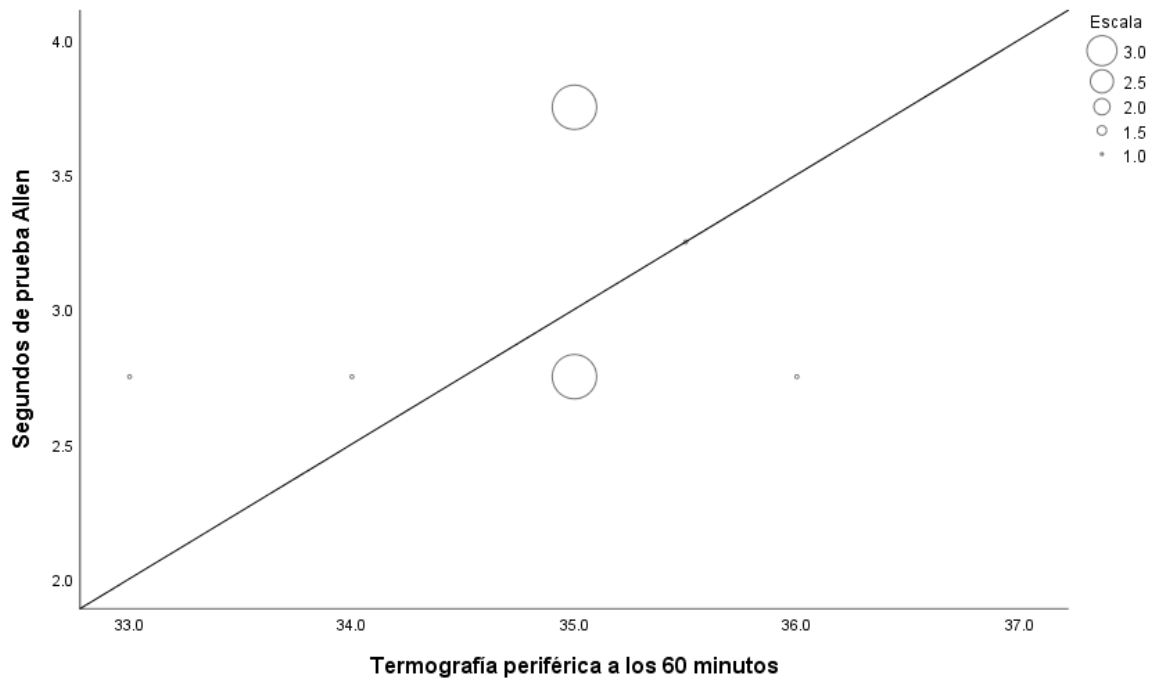
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

Gráfica 33: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica basal

		Termografía periférica basal
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	.250
	Sig. (bilateral)	.411

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía periférica basal ($r=0.250$, $p=0.411$)

Gráfica 36: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica a 60 minutos



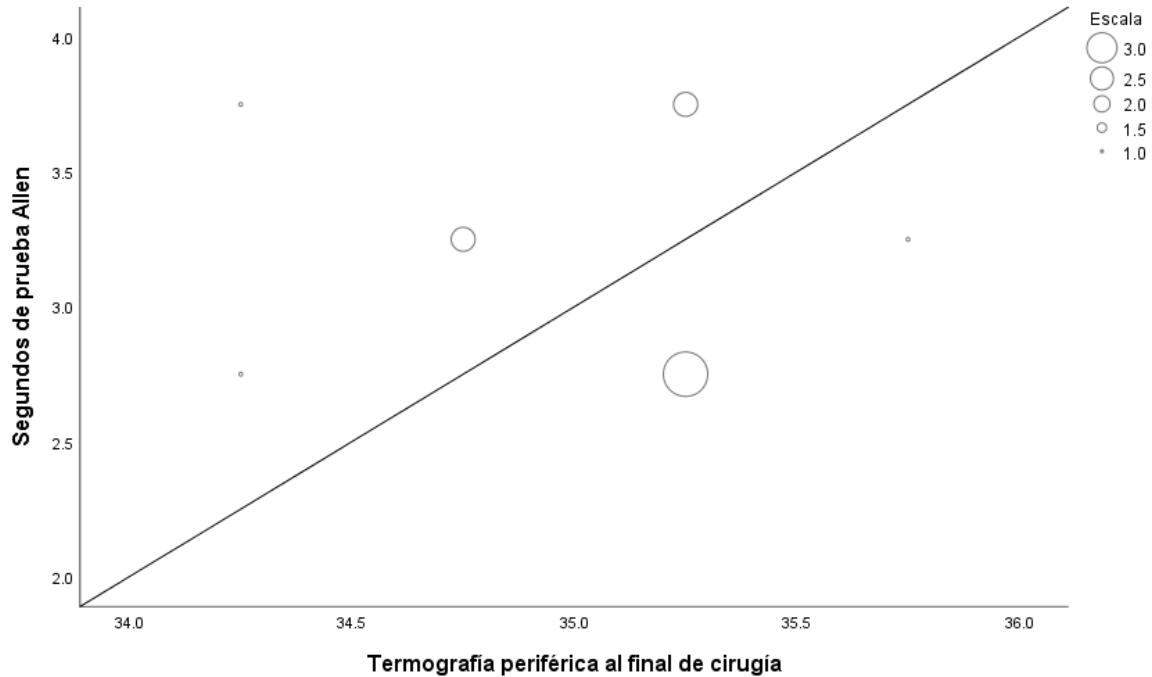
Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

Gráfica 34: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica a 60 minutos

		Termografía periférica a los 60 minutos
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	.280
	Sig. (bilateral)	.332

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía periférica a los 60 minutos ($r=0.280$, $p=0.332$)

Gráfica 37: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica final



Fuente: Estudio realizado en el Centro Médico Nacional “La Raza”

Gráfica 35: Correlación de la prueba de Allen con la termografía periférica final

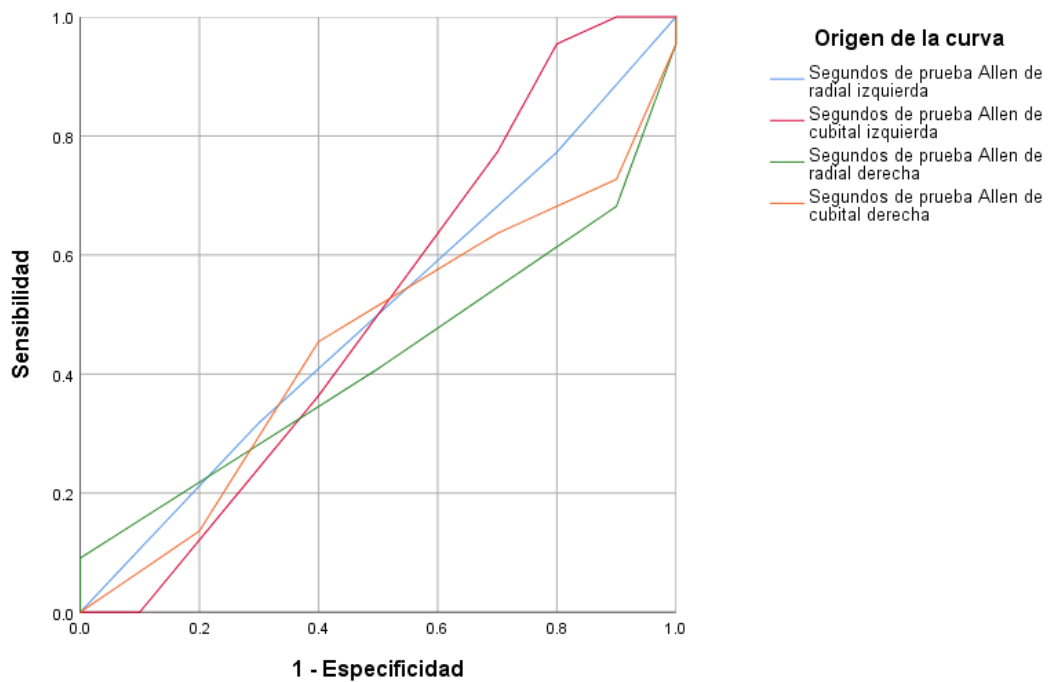
		Termografía periférica al final de cirugía
Segundos de prueba Allen	Correlación de Pearson	-.009
	Sig. (bilateral)	.975

Se aprecia que los segundos de la prueba de Allen no guardan correlación con la termografía central al final de la cirugía ($r = -0.009$, $p = 0.975$)

Cuadro 36: Área bajo la curva de la prueba de Allen

Variables de resultado de prueba	Área	Desv. Error	Significación asintótica	95% de intervalo de confianza asintótico	
				Límite inferior	Límite superior
Segundos de prueba Allen de radial izquierda	.498	.110	.984	.281	.714
Segundos de prueba Allen de cubital izquierda	.509	.123	.935	.269	.749
Segundos de prueba Allen de radial derecha	.425	.102	.502	.225	.625
Segundos de prueba Allen de cubital derecha	.457	.108	.699	.246	.668

Gráfica 38: Área bajo la curva de la prueba de Allen



En el cuadro 36 y gráfica 38 se muestran las áreas bajo la curva del desempeño de la prueba de Allen, mostrándose deficientes todas las mediciones obtenidas de las diversas arterias de la extremidad superior, con todos los valores de área bajo la curva inferiores a 0.80.

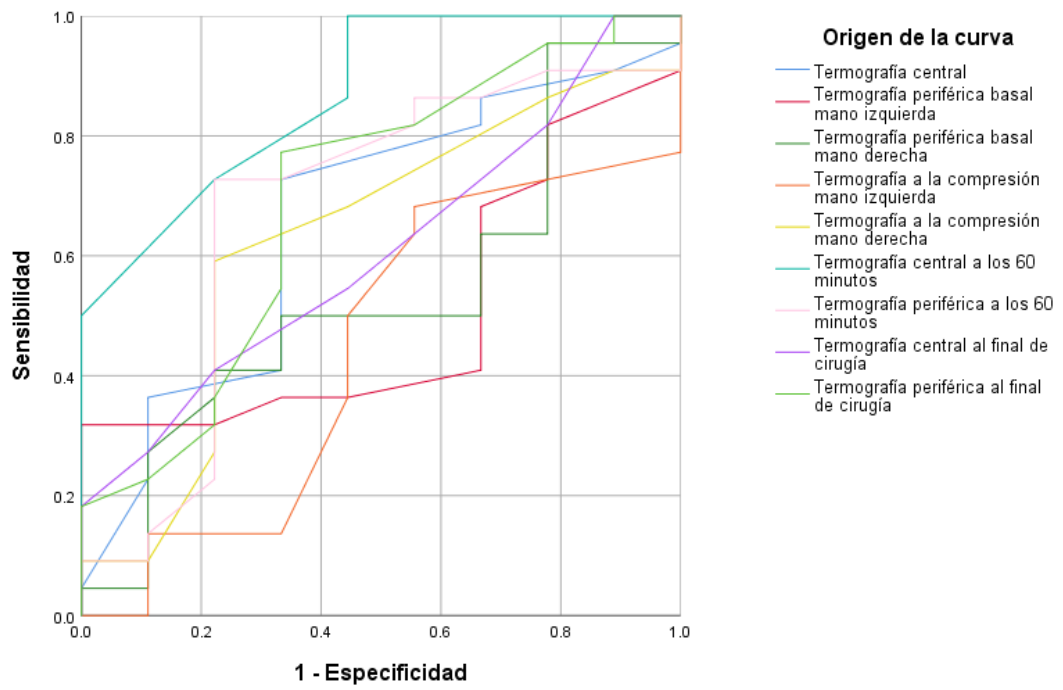
Cuadro 37: Coordenadas de la curva ROC de la prueba de Allen

Variables de resultado de prueba	Positivo si es mayor o igual que	Sensibilidad	Especificidad
Segundos de prueba Allen de radial izquierda	1.00	1.000	1.000
	2.50	.773	.800
	3.50	.318	.300
	5.00	.000	.000
Segundos de prueba Allen de cubital izquierda	.00	1.000	1.000
	1.50	1.000	.900
	2.50	.955	.800
	3.50	.773	.700
	4.50	.364	.400
	6.00	.000	.100
	8.00	.000	.000
Segundos de prueba Allen de radial derecha	.00	1.000	1.000
	1.50	.955	1.000
	2.50	.682	.900
	3.50	.409	.500
	4.50	.091	.000
	5.50	.045	.000
	7.00	.000	.000

Segundos de prueba Allen de cubital derecha	.00	1.000	1.000
	1.50	.955	1.000
	2.50	.727	.900
	3.50	.636	.700
	4.50	.455	.400
	5.50	.136	.200
	7.00	.000	.000

En el cuadro 37 se aprecia que para la prueba de Allen de la arteria radial izquierda el punto de corte de 2.5 segundos presenta una sensibilidad de 0.77 y una especificidad de 0.80; para la arteria cubital izquierda el punto de corte de 2.5 segundos presenta una sensibilidad de 0.95 y una especificidad de 0.80; para la arteria radial derecha el punto de corte de 2.5 segundos presenta una sensibilidad de 0.68 y una especificidad de 0.90; y por último para la arteria cubital derecha el punto de corte de 2.5 segundos presenta una sensibilidad de 0.72 y una especificidad de 0.90.

Gráfica 39: Área bajo la curva de la termografía digital



Cuadro 38: Área bajo la curva de la termografía

Variables de resultado de prueba	Área	Desv. Error	Significación asintótica	95% de intervalo de confianza asintótico	
				Límite inferior	Límite superior
Termografía central	.659	.110	.170	.444	.874
Termografía periférica basal mano izquierda	.505	.109	.965	.290	.720
Termografía periférica basal mano derecha	.535	.115	.761	.310	.761
Termografía a la compresión mano izquierda	.444	.118	.632	.214	.675
Termografía a la compresión mano derecha	.629	.114	.267	.405	.852
Termografía central a los 60 minutos	.869	.068	.001	.736	1.000
Termografía periférica a los 60 minutos	.679	.116	.122	.452	.906
Termografía central al final de cirugía	.609	.107	.349	.399	.819
Termografía periférica al final de cirugía	.694	.110	.094	.479	.910

En el cuadro 38 y gráfica 39 se muestran las áreas bajo la curva del desempeño de la termografía digital, mostrándose adecuada únicamente la termografía central a los 60 minutos de cirugía con un valor de área bajo la curva de 0.86; siendo superior a 0.80.

Cuadro 39: Coordenadas de la curva ROC de termografía

Variables de resultado de prueba	Positivo si es menor o igual que ^a	Sensibilidad	Especificidad
Termografía central	34.800	.000	.000
	35.900	.045	.000
	36.050	.227	.111
	36.150	.273	.111
	36.250	.364	.111
	36.350	.409	.333
	36.450	.591	.333
	36.550	.727	.333
	36.650	.818	.667
	36.750	.864	.667
	36.850	.909	.889
	37.050	.955	1.000
	38.200	1.000	1.000
	Termografía periférica basal mano izquierda	33.000	.000
34.150		.045	.000
34.700		.091	.000
35.150		.182	.000
35.250		.273	.000
35.350		.318	.000
35.450		.318	.222
35.550		.364	.333
35.650		.364	.444
35.750		.409	.667
35.850		.455	.667
35.950		.500	.667
36.050		.682	.667
36.150		.727	.778
36.250		.818	.778
36.350		.864	.889
36.500	.909	1.000	

	36.950	.955	1.000
	38.300	1.000	1.000
Termografía periférica basal mano derecha	33.500	.000	.000
	35.000	.045	.000
	35.550	.045	.111
	35.700	.091	.111
	35.850	.227	.111
	35.950	.273	.111
	36.050	.364	.222
	36.150	.409	.222
	36.250	.409	.333
	36.350	.500	.333
	36.450	.500	.556
	36.600	.500	.667
	36.750	.591	.667
	36.900	.636	.667
	37.050	.636	.778
	37.150	.773	.778
	37.250	.864	.778
	37.350	.909	.778
	37.500	.955	.778
	37.650	.955	1.000
38.700	1.000	1.000	
Termografía a la compresión mano izquierda	33.900	.000	.000
	34.950	.000	.111
	35.200	.045	.111
	35.450	.136	.111
	35.550	.136	.333
	35.650	.364	.444
	35.750	.500	.444
	35.850	.636	.556
	35.950	.682	.556
	36.100	.727	.778
	36.300	.773	1.000
36.450	.818	1.000	

	36.650	.864	1.000
	36.900	.909	1.000
	37.300	.955	1.000
	38.600	1.000	1.000
Termografía a la compresión mano derecha	34.500	.000	.000
	35.550	.091	.000
	35.650	.091	.111
	35.750	.273	.222
	35.850	.500	.222
	35.950	.591	.222
	36.050	.682	.444
	36.200	.864	.778
	36.400	.909	.889
	36.700	.909	1.000
	37.000	.955	1.000
	38.100	1.000	1.000
	Termografía central a los 60 minutos	34.000	.000
35.050		.045	.000
35.150		.136	.000
35.300		.227	.000
35.450		.409	.000
35.550		.455	.000
35.650		.500	.000
35.750		.727	.222
35.850		.864	.444
35.950		.909	.444
36.100		1.000	.444
36.300		1.000	.778
36.500		1.000	.889
37.600	1.000	1.000	
Termografía periférica a los 60 minutos	32.000	.000	.000
	33.200	.091	.000
	33.750	.091	.111
	34.150	.136	.111
	34.300	.227	.222

	34.550	.273	.222
	34.750	.318	.222
	34.850	.364	.222
	34.950	.409	.222
	35.050	.727	.222
	35.200	.727	.333
	35.400	.773	.444
	35.550	.818	.556
	35.650	.864	.556
	35.750	.864	.667
	35.900	.909	.778
	36.050	.909	.889
	36.200	.909	1.000
	36.350	.955	1.000
	37.400	1.000	1.000
Termografía central al final de cirugía	34.300	.000	.000
	35.350	.045	.000
	35.450	.182	.000
	35.550	.273	.111
	35.650	.409	.222
	35.750	.545	.444
	35.850	.818	.778
	35.950	1.000	.889
37.000	1.000	1.000	
Termografía periférica al final de cirugía	33.100	.000	.000
	34.200	.091	.000
	34.350	.136	.000
	34.450	.182	.000
	34.550	.227	.111
	34.650	.318	.222
	34.750	.364	.222
	34.850	.545	.333
	34.950	.636	.333
	35.050	.773	.333
35.200	.818	.556	

	35.350	.955	.778
	35.700	.955	.889
	36.200	1.000	.889
	37.400	1.000	1.000

En el cuadro 39 se observa que para la termografía central el punto de corte de 36.85 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.90 y una especificidad de 0.88; para la termografía periférica basal de la mano izquierda el punto de corte de 36.35 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.86 y una especificidad de 0.88; para la termografía periférica basal de la mano derecha el punto de corte de 37.50 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.95 y una especificidad de 0.77; para la termografía a la compresión de la mano izquierda el punto de corte de 36.10 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.72 y una especificidad de 0.77; para la termografía a la compresión de la mano derecha el punto de corte de 36.40 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.90 y una especificidad de 0.88; para la termografía central a los 60 minutos el punto de corte de 35.95 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.90 y una especificidad de 0.44; para la termografía periférica a los 60 minutos el punto de corte de 35.75 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.86 y una especificidad de 0.66; para la termografía central al final de la cirugía el punto de corte de 35.85 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.81 y una especificidad de 0.77; y finalmente para la termografía periférica al final de la cirugía el punto de corte de 35.35 grados centígrados tiene una sensibilidad de 0.95 y una especificidad de 0.77.

Cuadro 40: Correlaciones de temperatura * oximetría

	°C central basal	°C Canulada Basal	°C Canulada 60min	°C Fin Canulada	Oximetría Basal	Oximetría final
°C central basal	r=1.000	r=0.672* (0.009)	r=0.477 (0.085)	r=0.501 (0.068)	r=0.629* (0.016)	r= -0.015 (0.958)
°C Canulada Basal	r=0.672* (0.009)	r=1.000	r=0.475 (0.086)	r=0.343 (0.230)	r=0.535* (0.049)	r= -0.105 (0.720)
°C Canulada 60min	r=0.477 (0.085)	r=0.475 (0.086)	r=1.000	r=0.830* (0.000)	r=0.655* (0.011)	r= -0.431 (0.124)
°C Fin Canulada	r=0.501 (0.068)	r=0.343 (0.230)	r=0.830* (0.000)	r=1.000	r=0.593* (0.025)	r= 0.009 (0.974)
Oximetría Basal	r=0.629* (0.016)	r=0.535* (0.049)	r=0.655* (0.011)	r=0.593* (0.025)	r=1.000	r= -0.162 (0.580)
Oximetría final	r= -0.015 (0.958)	r= -0.105 (0.720)	r= -0.431 (0.124)	r= 0.009 (0.974)	r= -0.162 (0.580)	r=1.000

* Correlación significativa (p<0.05)

Existieron correlaciones significativas entre las temperaturas basales central y periférica (r=0.672, p=0.009) siendo esta correlación moderada y positiva (r<0.8); así como entre la temperatura periférica a los 60 minutos y al final de la cirugía (r=0.830, p=0.000) siendo esta correlación fuerte y positiva (r>0.8); la oximetría basal y la temperatura basal (r=0.629, p=0.016) siendo esta correlación positiva y moderada (r<0.8); la oximetría basal y temperatura periférica basal (r=0.535, p=0.049) siendo esta correlación positiva y moderada (r<0.8); oximetría basal y temperatura periférica a los 60 minutos (r=0.655, p=0.011) siendo esta una correlación positiva y moderada (r<0.8); y por último oximetría basal con la temperatura periférica al final de la cirugía (r=0.593, p=0.025) siendo esta una correlación positiva y moderada (r<0.8)

DISCUSIÓN

Para iniciar la discusión de los resultados se hace hincapié en el hecho que no se hallaron estudios que tuvieran objetivos similares a los de la presente investigación, por lo que los resultados son inéditos en la literatura clínica; aún así es posible utilizar como referencia las aplicaciones en otras áreas médicas.

Se debe recordar que los cambios en la temperatura central de más de unos pocos grados de cualquier manera es un indicador de una disfunción, y las variaciones de temperatura fuera de este rango pueden afectar los procesos bioquímicos vitales en el cuerpo. Los profesionales de la salud no pueden detectar de manera precisa y objetiva a través de los métodos tradicionales la identificación de asimetrías periféricas de temperatura de la piel, lo que podría lograrse mediante termografía infrarroja. Una cámara infrarroja detecta la radiación térmica natural liberada por el cuerpo y registra la distribución de temperatura de la capa superficial externa de la piel de una manera inocua y segura. ⁽²¹⁾

Por lo tanto, la medición de temperatura se usa de manera rutinaria en medicina para detectar enfermedades y podría proporcionar información útil sobre la perfusión sanguínea. ⁽²²⁾

Esta utilidad se basa en una simplificación unidimensional de la transferencia de calor desde las arteriolas a la dermis, la dermis a la epidermis a los alrededores, se puede demostrar una relación lineal entre el flujo sanguíneo y la temperatura de la superficie con un modelo físico. ⁽²³⁾

La aplicación de la termografía ha mostrado gran utilidad por Bagavathiappan et al quienes informaron que se observan gradientes de temperatura en las regiones afectadas de pacientes con trastornos vasculares y gangrena isquémica. La temperatura en las regiones afectadas fue de 0.7 ° C a 1 ° C por encima de la de las regiones normales debido a la circulación sanguínea lenta. ⁽²³⁾

Jasti et al reportó que la termografía también se ha utilizado como una herramienta adicional para los cirujanos para la detección de las áreas del intestino bien perfundidas durante la resección. ⁽²⁴⁾

También Jaspers et al investigó la fiabilidad y la validez de la termografía para medir el potencial de curación de heridas por quemaduras. En ese estudio, se

encontró una sensibilidad y especificidad del 80% para la distinción entre las heridas por quemaduras con un potencial de curación de menos de 21 días y más de 21 días. ⁽²⁵⁾

La sensibilidad y especificidad de la termografía promedio en el presente estudio fue de 0.87 y 0.75 respectivamente para todas las mediciones termográficas en general; las que son comparables a la sensibilidad descrita por Jaspers et al.

El presente estudio refleja una utilidad limitada de la termografía como predictor de riesgo de isquemia, al hallarse un área bajo la curva para la termografía central a los 60 minutos de 0.869; los demás parámetros termográficos se encuentran por debajo de 0.80; por lo que se consideran como no adecuados para la práctica clínica. Si bien la gráfica de curva ROC ilustra muy bien las precisiones de las pruebas de diagnóstico, a menudo es conveniente resumir las precisiones de las pruebas por un solo número. La medida de resumen más utilizada es el área bajo la curva ROC (es decir, AUC). El AUC de una prueba de diagnóstico sin capacidad de diagnóstico es 0.5 (es decir, el área bajo la diagonal de probabilidad, que es la mitad del cuadrado de la unidad), mientras que una prueba que discrimina perfectamente entre dos condiciones tiene un AUC de 1.0. ⁽²⁶⁾

Aunque la investigación con cámaras infrarrojas es absolutamente no invasiva y aséptica, la señal térmica no es específica y la interpretación de imágenes infrarrojas requiere condiciones de medición estrictamente definidas, lo que no se ha aplicado completamente en los diversos estudios que describen el comportamiento de la termografía. ⁽²⁷⁾

Las condiciones en las que se debe realizar la medición para valorar el riesgo de isquemia no han sido estandarizadas, por lo que se presentan mediciones no adecuadas; sin embargo, este estudio muestra que a pesar de estas limitantes, la termografía es superior al desempeño de la prueba de Allen.

No hay duda sobre la utilidad de la aplicación médica de imágenes de termografía infrarroja, que aún no se ha explorado en muchas aplicaciones comprobadas. Esto se debe a ciertas barreras, como la falta de familiaridad de los principios y la técnica de imagen por parte de los profesionales de la salud, y la falta de un formato de archivo de imagen estándar, que hace difíciles el intercambio de datos

y la integración en los sistemas de información y el desarrollo de la tecnología de diagnóstico.⁽²⁸⁾

En la actualidad la termografía digital puede proporcionar información complementaria útil sobre la perfusión tisular en pacientes con enfermedad oclusiva arterial. Se requieren más estudios para validar la precisión diagnóstica de esta modalidad de imágenes de teléfonos inteligentes.⁽²⁹⁾

El presente estudio reveló que la temperatura periférica disminuyó de la temperatura basal a la obtenida a los 60 minutos (35.79 ± 0.56 vs 34.77 ± 0.88 , $p < 0.05$); siendo que a partir de este punto la temperatura al final de la cirugía se mantuvo prácticamente igual (34.87 ± 0.92 vs 34.91 ± 0.51 , $p > 0.05$). Este hallazgo es concordante con Pu et al, quien para observar si se produce hipotermia durante la cirugía gastrointestinal laparoscópica, primero investigó la temperatura nasofaríngea en el grupo de control. Se observó hipotermia intraoperatoria en 29 de los 55 pacientes (62.7%) en el grupo de control (sin intervención de calentamiento). A medida que aumentó el tiempo de operación, la temperatura nasofaríngea en el grupo de control disminuyó gradualmente. Hubo una caída de temperatura significativa ($p < 0.001$) de 37.03 ± 0.25 °C a 36.56 ± 0.20 °C después de la inducción de anestesia en el grupo control. Esto indica el efecto de la anestesia en la regulación de la temperatura corporal durante los procedimientos quirúrgicos laparoscópicos. En comparación con la temperatura al comienzo de la anestesia, no hubo alteración significativa en la temperatura al comienzo de la cirugía hasta 30 minutos después. La temperatura nasofaríngea disminuyó significativamente ($p < 0.001-0.05$) desde 30 minutos después del inicio de la cirugía hasta el final de la cirugía. Curiosamente, a los 60 minutos después del inicio de la cirugía, la temperatura nasofaríngea obtenida de los grupos de control fue inferior a 36 °C, lo que representa hipotermia intraoperatoria. Además, dado que 70 minutos después del comienzo de la cirugía, la temperatura nasofaríngea obtenida del grupo Control disminuyó significativamente ($p < 0.001-0.05$) más rápido y más bajo que el obtenido del grupo de intervención (con intervención de calentamiento).⁽³⁰⁾

CONCLUSIÓN

La termografía digital con la cámara FLIR ONE muestra un desempeño superior al de la prueba de Allen en la predicción de riesgo de isquemia; a pesar de esta superioridad, el área bajo la curva ROC demuestra que el desempeño de la termografía aún es deficiente para su uso rutinario. Se hace necesario estandarizar las mediciones en futuros estudios que exploren el desempeño de la termografía en diversas áreas médicas, lo cual podría mostrar un incremento en la capacidad predictiva de la termografía.

Por tanto, este estudio abre la puerta a la investigación de una técnica no invasiva, en tiempo real que puede utilizarse en diferentes áreas, pero sobre todo, aplicarse a la anestesiología con grandes expectativas.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Nuttall G, Burckhardt J, Hadley A, et al. Surgical and Patient Risk Factors for Severe Arterial Line Complications in Adults. *Anesthesiology* 2016; 124:590-597
- 2.- Tarbiat M, Bahrami SARS, Derakhshanfar A, et al. Ischemia of the fingertips necessitating surgery after radial artery cannulation. *World Family Medicine* 2018; 16(2):370-374
- 3.- Meyer A, Lang W, Borowski M, et al. In-hospital outcomes in patients with critical limb ischemia and end-stage renal disease after revascularization. *J Vasc Surg* 2016; 63:966-973
- 4.- Northcutt A, Zibari G, Tan TW, et al. Does kidney transplantation to iliac artery deteriorate ischemia in the ipsilateral lower extremity with peripheral arterial disease? *Vascular* 2014; 23(5):490–493
- 5.- Chatauret N, Badet L, Barrou B, et al. Ischemia-reperfusion: From cell biology to acute kidney injury. *Progrès En Urologie* 2014; 24:S4–S12
- 6.- Szeto HH, Liu S, Soong Y, et al. Improving mitochondrial bioenergetics under ischemic conditions increases warm ischemia tolerance in the kidney. *Am J Physiol Renal Physiol* 2015; 308:F11–F21
- 7.- Türker T, Capdarest N. Acute hand ischemia after radial artery cannulation resulting in amputation. *Chirurgie de La Main* 2014; 33(4):299–302
- 8.- Goswami R, Oliphant CS, Youssef H, et al. Radial Artery Occlusion After Cardiac Catheterization: Significance, Risk Factors, and Management. *Current Problems in Cardiology* 2016; 41(6):214–227
- 9.- Foreman A, Almeida JR, Gilbert R, et al. The Allen's test: revisiting the importance of bidirectional testing to determine candidacy and design of radial forearm free flap harvest in the era of trans radial endovascular access procedures. *Journal of Otolaryngology – Head and Neck Surgery* 2015; 44:47
- 10.- Romeu O, Ballesteros S. Reliability and validity of the modified Allen test: a systematic review and metanalysis. *Emergencias* 2017; 29:126-135

- 11.- Sandker SC, Hondebrink E, Grandjean JG, et al. Laser speckle contrast analysis for quantifying the Allen test: A feasibility study. *Lasers in Surgery and Medicine* 2013; 46(3):186–192
- 12.- Al-metwalli RR. Perfusion index as an objective alternative to the Allen test, with flow quantification and medico legal documentation. *Anaesth Pain & Intensive Care* 2014; 18(3):245-249
- 13.- Usamentiaga R, Venegas P, Guerediaga J, et al. Infrared Thermography for Temperature Measurement and Non-Destructive Testing. *Sensors* 2014; 14:12305-12348
- 14.- Tanda G. Skin temperature measurements by infrared thermography during running exercise. *Experimental Thermal and Fluid Science* 2016; 71:103–113
- 15.- Maki KA, Griza DS, Phillips SA, et al. Altered hand temperatures following transradial cardiac catheterization: A thermography study. *Cardiovasc Revasc Med* 2019; 20(6):496-502
- 16.- Dakin C. Self-monitoring of Raynaud’s phenomenon with FLIR ONE® PRO. *The Imaging Science Journal* 2018; 66(5):314–319
- 17.- Fraiwan L, AlKhodari M, Ninan J, et al. Diabetic foot ulcer mobile detection system using smart phone thermal camera: a feasibility study. *BioMed Eng OnLine* 2017; 16:117
- 18.- Guedes M, Ibeas J, et al. Doppler Ultrasound: A Powerful Tool for Vascular Access Surveillance. *Seminars in Dialysis* 2014; 28(2):206–210
- 19.- Moreno L. *Epidemiologia Clínica*, Ed. UNAM 2003:87-93)
- 20.- Romeu O, Ballesteros S. Reliability and validity of the modified Allen test: a systematic review and metanalysis. *Emergencias* 2017; 29:126-135.
- 21.- Sousa E, Vardasca R, Teixeira S, et al. A review on the application of medical infrared thermal imaging in hands. *Infrared Physics & Technology* 2017; 85:315–323
- 22.- Sturgeon CD, Cassar K, Falzon O. Thermographic Imaging in Diabetic Patients with Critical Limb Ischemia Undergoing Endovascular Revascularisation. *J Angiol Circulat Sys* 2019; 1:104

- 23.- Huang CL, Wu YW, Hwang CL, et al. The application of infrared thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2011; 54:1074-1080
- 24.- Jasti N, Bista S, Bhargav H, et al. Medical Applications of Infrared Thermography: A Narrative Review. *Journal of Stem Cells* 2019; 14(1):35-53
- 25.- Jaspers MEH, Carrière ME, Meij-de Vries A, et al. The FLIR ONE thermal imager for the assessment of burn wounds: Reliability and validity study. *Burns* 2017; 43(7):1516–1523
- 26.- Obuchowski NA, Bullen JA. Receiver operating characteristic (ROC) curves: review of methods with applications in diagnostic medicine. *Physics in Medicine & Biology* 2018; 63(7):07TR01
- 27.- Kaczmarek M, Nowakowski A. Active IR-Thermal Imaging in Medicine. *J Nondestruct Eval* 2016; 35:19
- 28.- Vardasca R, Magalhaes C, Mendes J. Biomedical Applications of Infrared Thermal Imaging: Current State of Machine Learning Classification. *Proceedings* 2019; 27:46
- 29.- Lin PH, Saines M. Assessment of lower extremity ischemia using smartphone thermographic imaging. *J Vasc Surg Cases and Innovative Techniques* 2017; 3:205-208
- 30.- Pu Y, Cen G, Sun J, et al. Warming with an underbody warming system reduces intraoperative hypothermia in patients undergoing laparoscopic gastrointestinal surgery: A randomized controlled study. *International Journal of Nursing Studies* 2014; 51(2):181–189

ANEXOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

H.E. CENTRO MEDICO LA RAZA



Nombre del Paciente:					
NSS:					
Fecha de recolección de datos:	Edad:	Sexo:H () M ()	Peso:	Talla:	IMC:
Datos de laboratorio:		Fecha:			
Hemoglobina	VCM	Glucosa	Creatinina:	BUN:	
Hematocrito	CHCM				
INR	Fosforo	Colesterol total	Triglicéridos		
Fibrinógeno	Calcio	HDL			
Plaquetas	Potasio	LDL			
Leucocitos	PTH	PCR	ALBUMINA		
Neutrofilos					
Linfocitos absolutos					
Enfermedad autoinmune SI NO CUAL_____ TIEMPO _____					
Tratamiento: Esteroides_____ AINES_____					
Inmunosupresor:_____ Otro_____					
Hipertensión Arterial SI NO Cuál_____ Tiempo_____ Tratamiento:					
AINES Vasodilatador Betabloqueador Calcioantagonistas					
IECA Bloqueadores alfa adrenérgicos					
Cuál:					
Otro:					
DIABetes Mellitus SI NO Cuál_____ . Tiempo _____					

Tratamiento:							
IRC	SI	NO	Hemodiálisis	SI	NO	Tiempo:	
Diálisis peritoneal		SI	NO	Tiempo:			
Etiología de IRC			Tiempo de evolución de IRC:				
Durante IRC Infecciones			Tabaquismo			SI	NO
Peritonitis:			SI	NO			
No. Eventos:			Tiempo:				
Hospitalización por infección :			SI	NO			
Cuál:			Índice tabáquico máximo:				
			Índice tabáquico durante IRC:				
Complicación a la canulación arterial			SI	NO			
Hematoma	SI	NO	Trombosis local	SI	NO		
Otros:							

	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
	Radial	Cubital	Radial	Cubital
PRUEBA				
ALLEN (segundos)				
Termografía Central				
Termografía periférica basal				
Termografía a la compresión				
Temperatura LLC pos compresión				
Oximetría basal				
Segundos oximetría basal pos compresión				

Arteria canulada:	<u>60 min</u> de	Al termino de	Datos de isquemia:
	canulación	cirugía	
Termografía central (horquilla esternal)			
Termografía periférica			
Oximetría:			