

Uso de Termografía Infrarroja en la Evaluación de Varicocele en Pacientes Menores de 18 Años de Edad

José Alfredo León Zamudio¹

josealfredoleonzam@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6669-5034>

Facultad de Medicina

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro Médico Nacional La Raza

México

Onésimo Avilés González

dravilescmnr@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-8584-7936>

Facultad de Medicina

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro Médico Nacional La Raza

México

Yaneth Martínez Tovilla

yaneth_tovilla@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6840-5838>

Facultad de Medicina

Benemerita Universidad Autónoma de Puebla

México

Antonio Castro Cruz

doctorantoniocastro@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-2124-8328>

Hospital General de Cholula

México

Salvador Cuevas Villegas

cuvisa2005@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0003-0042-5394>

Facultad de Medicina

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro Médico Nacional La Raza

México

Héctor Alfonso López Santos

hector.lopezss@udlap.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6215-2358>

Facultad de Medicina

Benemerita Universidad Autónoma de Puebla

Hospital General de Cholula

México

Hugo Bernabé Alarcón Morales

alarconmorales.bernabe@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3004-9908>

Facultad de Medicina

Benemerita Universidad Autónoma de Puebla

México

Gustavo Hernández Aguilar

gusmmg@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9730-9914>

Facultad de Medicina

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro Médico Nacional La Raza

México

José Emilio Morales Velázquez

jemorales.med@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2595-7218>

Hospital General de Cholula

México

Pablo Godínez Álvarez

urologopediatracdmx@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-1075-6535>

Facultad de Medicina

Universidad Nacional Autónoma de México

Sociedad Iberoamericana

de Urología Pediátrica

Centro Médico Nacional La Raza

México

Alma Patricia González

patipili999@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3401-7519>

Unidad Médica de Alta Especialidad No 48

Instituto Mexicano del Seguro Social

Leon Gto. México

¹ Autor principal

Correspondencia: josealfredoleonzam@gmail.com

RESUMEN

A nivel global, el varicocele emerge como la causa más común de infertilidad masculina, siendo identificado en hasta un 70% de los casos. En el contexto de los adolescentes, el varicocele se manifiesta en aproximadamente el 15 al 20% de los casos. Para abordar esta problemática, se llevó a cabo un estudio descriptivo, observacional, longitudinal y prospectivo en el Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" del Centro Médico Nacional "La Raza", perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social. El objetivo principal de esta investigación consistió en evaluar la temperatura del plexo pampiniforme utilizando la termografía infrarroja, con el propósito de facilitar el diagnóstico de varicocele en menores de 18 años. Los resultados demostraron que apartir de los tres meses se observo un descenso mas importante de temperatura en todos los casos, ademas se realizo estudio estadistico de analisis de varianza a largo del tiempo y entre los diferentes grupos, qen donde se encontro una diferencia significativa con una $p < 0.005$. Comprobando su efectividad diagnostica y de seguimiento postquirurgico. Los resultados indican que la termografía infrarroja demostró una notable precisión diagnóstica del 98.4% en comparación con el ultrasonido Doppler, el cual obtuvo un 92.7%. Estos hallazgos subrayan la utilidad de la termografía infrarroja en el diagnóstico y seguimiento de pacientes con varicocele menores de 18 años, especialmente en aquellos que han sido sometidos a una varicocelectomía por medio de las técnicas de Palomo o Ivanissevich. Este estudio no solo contribuye significativamente al campo de la medicina, sino que también promete mejorar la atención y el seguimiento de los jóvenes pacientes que enfrentan esta condición.

Palabras clave: varicocele; termografía infrarroja; varicocelectomía

*Artículo recibido 20 septiembre 2023
Aceptado para publicación: 28 octubre 2023*

Use Of Infrared Thermography in The Evaluation of Varicocele in Patients Under 18 Years of Age

ABSTRACT

On a global scale, varicocele emerges as the most common cause of male infertility, being identified in up to 70% of cases. In the context of adolescents, varicocele manifests in approximately 15 to 20% of cases. To address this issue, a descriptive, observational, longitudinal, and prospective study was conducted at the "Dr. Gaudencio González Garza" General Hospital of the La Raza National Medical Center, part of the Mexican Social Security Institute. The primary objective of this research was to evaluate the temperature of the pampiniform plexus using infrared thermography to expedite the diagnosis of varicocele. Revealing results indicate that infrared thermography demonstrated a notable diagnostic accuracy of 98.4% compared to Doppler ultrasound, which achieved 92.7%. These findings underscore the utility of infrared thermography in the diagnosis and monitoring of varicoceles in patients under 18, especially in those who have undergone varicocelectomy using the Palomo or Ivanissevich techniques. This study not only makes a significant contribution to the field of medicine but also promises to enhance the care and treatment of young patients facing this condition.

Keywords: varicocele; infrared thermography; varicocelectomy

INTRODUCCIÓN

El varicocele se define como una condición médica caracterizada por la anormal dilatación del plexo pampiniforme, resultando en una estasis sanguínea en esta área. A nivel global, el varicocele constituye la causa más predominante de infertilidad masculina, afectando a un 70% de los casos, mientras que en adolescentes, su incidencia se sitúa entre el 15% y el 20%.

El diagnóstico del varicocele supone un desafío considerable para los profesionales de la salud, ya que requiere una evaluación exhaustiva, englobando una historia clínica detallada y un minucioso examen físico. Esto incluye una evaluación cuidadosa de la región abdominal, la zona inguinal y el escroto. En países como México y otros, el diagnóstico oportuno del varicocele se ve dificultado por la limitada disponibilidad de métodos de diagnóstico por imagen. Además, factores idiosincráticos, deficiencias en el sistema de salud y fallos en los métodos de diagnóstico pueden obstaculizar el diagnóstico temprano y el tratamiento efectivo del varicocele.

La Termografía Infrarroja (TI) y el sensor de temperatura representan una técnica de imagen que se basa en la medición de la temperatura de la piel sin contacto directo con ésta, permitiendo la creación de mapas térmicos de áreas específicas del cuerpo. Esta técnica es segura, ya que se basa en la captura de radiación infrarroja emitida por el cuerpo. La TI es un procedimiento rápido y accesible, ya que puede llevarse a cabo cerca del paciente, sin necesidad de desplazamientos o sedación. Estas características hacen que sea especialmente adecuada para su utilización en pacientes pediátricos, quienes son más susceptibles a los efectos de las radiaciones ionizantes, la separación de sus padres y la sedación, además de ser útil en el estudio de patologías que afectan la microcirculación cutánea.

La TI evalúa las asimetrías térmicas entre la zona afectada y la zona sana, tanto cualitativa como cuantitativamente, a través de tres parámetros: la diferencia entre las temperaturas medias de la zona afectada y la sana (TAM), la diferencia entre las temperaturas máximas (TAM_{ax}), y el índice térmico, que se expresa como la diferencia entre las temperaturas medias en la zona afectada y la sana, dividida por la temperatura media en la frente.

Estos parámetros TAM, TAM_{ax} e índice térmico simplifican el uso de la termografía infrarroja en la práctica médica cotidiana, reduciendo la variabilidad tanto entre observadores como dentro de un mismo observador. La comparación de las imágenes termográficas con imágenes fotográficas y pruebas

convencionales generalmente muestra una correlación adecuada, y en muchas ocasiones proporciona información adicional.

Aunque se han realizado algunas publicaciones que destacan la utilidad de la termografía infrarroja en la medición de la temperatura cutánea en niños, mostrando que esta técnica es más precisa en niños que en adultos, se necesita investigar más en este campo. Por ejemplo, un estudio en 25 niños sanos mexicanos reveló que las temperaturas medias más altas se encontraban en la frente, el cuello y la clavícula, sin diferencias significativas entre géneros. Además, se observaron diferencias de temperatura máxima de 5.1°C en el eje "y" del cuerpo y de 0.7°C en el eje "x", en contraste con los estudios en adultos que mostraban diferencias mayores. Otro estudio realizado en 26 participantes, incluyendo niños, adolescentes y adultos con índices de masa corporal normales, reveló que los niños experimentaron el mayor aumento de temperatura en la región supraclavicular, lo que también demostró la utilidad de la TI en la evaluación de la grasa parda y su papel en la termogénesis.

Dado que los estudios sobre el uso de la termografía en la evaluación del varicocele se basan principalmente en series de casos pequeñas, se llevó a cabo este estudio para evaluar la temperatura del plexo pampiniforme mediante termografía infrarroja aunado a la evaluación clínica del paciente mediante ultrasonido con el objetivo de facilitar el diagnóstico del varicocele. Este enfoque ofrece una herramienta que puede contribuir al diagnóstico temprano y efectividad quirúrgica, lo que podría reducir la tasa de infertilidad en la vida adulta de los pacientes pediátricos.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de naturaleza descriptiva, longitudinal y prospectiva en un grupo de pacientes menores de 18 años con diagnóstico de varicocele, en el ámbito del Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza," ubicado en el Centro Médico Nacional "La Raza" y perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). El estudio abarcó el periodo comprendido entre el 01 de marzo de 2022 y el 01 de marzo de 2023. Se consideró una población de 29 pacientes menores de 18 años en quienes se confirmó el diagnóstico de varicocele mediante evaluación clínica con apoyo de ultrasonido. Cabe mencionar que se excluyeron del estudio a aquellos pacientes que presentaban manifestaciones escrotales adicionales al varicocele.

Para llevar a cabo nuestras mediciones, se utilizó el módulo de sensor infrarrojo MLX90640 GY-906 THERMAL CAMERA, que permite medir la temperatura y obtener imágenes termográficas sin necesidad de contacto físico.

La determinación de la termografía se colocó al paciente en posición de bipedestación con la ropa interior durante 2 minutos y posteriormente se determinaba la temperatura a una distancia de 5 centímetros del polo superior e inferior del testículo con los sensores.

Para la realización del análisis estadístico de los datos, se emplearon las herramientas y programas informáticos adecuados, tales como Excel e IBM SPSS versión 25, garantizando así un enfoque riguroso en el procesamiento y la interpretación de la información obtenida.

RESULTADOS

En el Hospital General Unidad Médica de Alta Especialidad "Dr. Gaudencio González Garza" del Centro Médico Nacional "La Raza" del IMSS, se realizó una revisión de 29 pacientes menores de 18 años de edad, con diagnóstico de varicocele, cuya edad de los pacientes varió entre 11 y 17 años, con una edad promedio de 15 años y una desviación estándar de ± 1.8 años (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia por edades en el diagnóstico de varicocele.

Edades en años	Frecuencia (N)	%
16	6	21%
12	3	10%
17	5	17%
15	5	17%
14	8	28%
10	1	3%
11	1	3%
Total	29	100%

Se realizó exploración testicular en presencia del tutor y previo a firma de consentimiento informado, en donde se observó en la ubicación clínica en el 7% de los casos varicocele derecho, varicocele bilateral en el 17% de los casos y varicocele izquierdo en el 76% de los casos. En base a la clasificación de Dubin, se obtuvo en el 3% de los casos varicocele derecho grado II, varicocele bilateral en el 3% de los casos con grado II derecho y grado I izquierdo, 14% de los casos se presentó grado III izquierdo y grado II derecho. En varicocele izquierdo se mostró en el 21% de los casos grado III, 24% se presentó grado

II y en el 34% de los casos se presentó grado I (tabla 2).

Tabla 2. Tipos y grados de varicocele por clasificación de Dubin.

Tipo de varicocele	Grados de varicocele	Frecuencia (N)	%
Derecho	II	1	3%
Bilateral	II derecho y I izquierdo.	1	3%
	III izquierdo y II derecho.	4	14%
Izquierdo	I	6	21%
	II	7	24%
	III	10	34%
Total		29	100%

Continuando con la evaluación de varicocele en adolescentes, se realizó determinación de temperatura e imagen termográfica en los 29 pacientes, presentando rangos de temperatura para varicocele grado I de 31.45°C-33.85°C en polo superior y en polo inferior de 29.11°C- 32.92°C. En varicocele grado II se presentó con una temperatura en polo superior de 32.45°C-34.93°C y en polo inferior de 29.91°C – 34.89°C y en varicocele grado III se presentó en polo superior de 34.09-36.39°C y polo inferior de 31.69-35.45°C (Tabla 3).

Tabla 3. Rangos de temperatura por termografía de grados de varicocele.

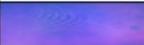
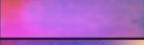
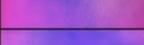
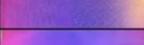
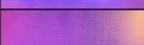
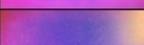
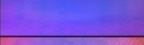
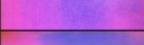
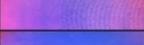
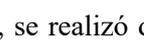
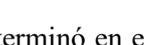
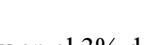
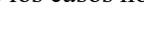
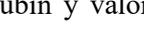
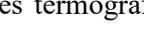
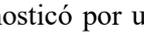
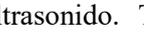
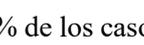
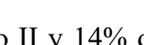
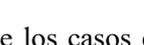
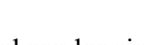
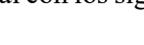
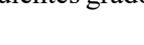
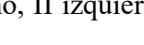
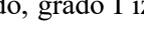
Grado	Rangos de temperatura en polo superior	Rangos de temperatura en polo inferior
I	31.45°C-33.85°C	29.11-32.92°C
II	32.45°C-34.93°C	29.91°C-34.89°C
III	34.09°C-36.39°C	31.69°C-35.45°C.

Continuando con la evaluación termográfica se comparó la temperatura con el testículo contralateral aparentemente sano, en su polo superior en donde se presentaba el mayor incremento de temperatura, obteniendo para varicocele grado I de 31.45- 33.85 °C en el polo superior, siendo 1.2°C más alta que el testículo contralateral. En varicocele grado II, la temperatura en polo superior de 32.45-34.93°C, siendo 1.8 °C más alta que el testículo contralateral sano y en varicocele grado III en el polo superior de 34.09 -36.39°C, siendo 3.2°C más alta que el testículo contralateral (tabla 4).

Tabla 4. Diferencia de temperatura en grados centígrados de testículo izquierdo con varicocele, comparando con el testículo contralateral

Grado de varicocele	Rangos de temperatura en grados centígrados del polo superior	Diferencia de temperatura en grados centígrados del testículo contralateral
I	31.45°C-33.85°C	1.2 °c.
II	32.45°C-34.93°C	1.8 °c
III	34.09°C-36.39°C	3.2 °c.

Tabla 5

Tabla 5. Comparación de temperatura de ambos testiculos en niños con el diagnóstico de varicocele VS niños sin el diagnóstico de varicocele.							
Niños sin diagnóstico de varicocele.				Niños con el diagnóstico de varicocele.			
Temperatura en grados centígrados del polo superior del testículo izquierdo.	Temperatura en grados centígrados del polo inferior del testículo izquierdo.	Imagen termográfica en polo superior del testículo izquierdo.	Imagen termográfica en polo inferior del testículo izquierdo.	Temperatura en grados centígrados del polo superior del testículo izquierdo.	Temperatura en grados centígrados del polo inferior del testículo izquierdo.	Imagen termográfica en polo superior del testículo izquierdo.	Imagen termográfica en polo inferior del testículo izquierdo.
31.29°C	31.39°C			34.81°C	31.69°C		
32.49°C	33.35°C			34.69°C	34.83°C		
31.5°C	31.9°C			35.89°C	34.91°C		
33.73°C	31.57°C			34.93°C	34.67°C		
32.67°C	32.47°C			35.81°C	35.45°C		
31.2°C	30.1°C			36.39°C	34.63°C		
32.89°C	32.05°C			36.39°C	34.63°C		
32.13°C	31.99°C			35.81°C	35.35°C		
31.56°C	32.1°C			34.47°C	32.69°C		
31.55°C	32.47°C			33.27°C	31.69°C		

Posterior a la evaluación termográfica, se realizó determinación diagnóstica por ultrasonido Doppler testicular, en donde se determinó en el 7% de los casos varicocele derecho, 24% varicocele bilateral, 66% varicocele izquierdo y en el 3% de los casos no se determinó el diagnóstico (Tabla 6). En contraste con la clasificación de Dubin y valores termográficos se encontraba en grado II, en este grupo de pacientes que no se diagnosticó por ultrasonido. También se realizó la clasificación de Sarteschi en donde se observó en el 57% de los casos varicocele izquierdo grado I, consecutivamente se encontró en el 11% de los casos grado II y 14% de los casos en grado III. Por último, en el 4% de los casos se presentó varicocele bilateral con los siguientes grados, grado I derecho, IV izquierdo, grado II izquierdo, II derecho, grado I derecho, II izquierdo, grado I izquierdo, II derecho, grado I derecho y I izquierdo (Tabla 7).

Tabla 6. Diagnóstico de varicocele por ultrasonido.

Tipo de varicocele	Frecuencia (N)	%
Derecho	2	7%
Bilateral	7	24%
Izquierdo	19	66%
No se diagnosticó	1	3%
Total	29	100%

Tabla 7. Clasificación de Sarteschi para diagnóstico de varicocele.

Grado	Frecuencia (N).	%
I	3	57%
II	4	11%
III	1	14%
I derecho y IV izquierdo	1	4%
II izquierdo y II derecho	1	4%
I izquierdo y II derecho	1	4%
I derecho y I izquierdo	1	4%
Total	28.	100%

En relación con el diagnóstico definitivo que se establece por medio del ultrasonido Doppler en milímetros con el plexo pampiniforme, medida cuyo punto de corte en relación con el plexo es > 2.45 mm en reposo y > 2.95 mm en valsalva. Se encontró, que en el 4% de los casos se presentó de forma acertada en el diagnóstico de varicocele derecho, 18% de los casos varicocele bilateral y 25% en varicocele izquierdo.

En la tabla 8, se observa la relación de casos que se sometieron a tratamiento quirúrgico, en donde 14 pacientes presentaron indicación para el tratamiento, de estos el 50% de casos se realizó con técnica de Palomo y el otro 50% con técnica Ivanissevich. Las complicaciones postquirúrgicas que se presentaron en el 22% de los casos, tanto en técnica de Palomo y técnica de Ivanissevich fue hidrocele y en el 22% de los casos se presentó con orquiepidimitis. Además, por técnica de palomo se presentó recidiva en un paciente a los 6 meses postquirúrgicos, que se detectó por termografía infrarroja y clínica grado III.

Tabla 8. Relación de técnicas quirúrgicas realizadas y complicaciones postquirúrgicas.

Técnica empleada	Frecuencia (N)	Complicaciones postquirúrgicas	Frecuencia (N)	%
Cirugía laparoscópica técnica de palomo.	7	Hidrocele	2	22%
		Orquiepidimitis.	2	22%
		Recidiva.	1	11%
Cirugía abierta técnica de Ivanissevich.	7	Hidrocele	2	22%
		Orquiepidimitis.	2	22%
Total	14		9	100%

Se realizó seguimiento mensual con imagen termográfica y temperatura en el 79% de los casos durante 5 meses y 21% durante 7 meses, iniciando a los 15 días posterior al tratamiento quirúrgico. En la tabla 9, se observa el registro de temperatura por termografía previo al tratamiento quirúrgico, en donde se determinó que el varicocele derecho grado II, antes de la cirugía presentaba una temperatura en polo superior de 33.27°C y polo inferior de 31.69°C. A los 15 días posterior al tratamiento quirúrgico presento una temperatura por sensor de termografía en polo superior de 31.71°C y polo inferior de 30.59°C. Continuando con el seguimiento, al mes posterior del tratamiento quirúrgico presentó en polo superior una temperatura de 31.67°C y polo inferior de 30.59°C y así sucesivamente con los 14 pacientes que se continua en seguimiento. Así mismo en la tabla 9, se observa las imágenes de termografía que se presentaron previo al tratamiento quirúrgico y posterior a la cirugía en el orden previo, en donde se observa una disminución de la temperatura y cambio de patron termografico por imagen termográfica.

Tabla 9

Tipo y grado de varicocele		Imagen termografica previo al tratamiento quirúrgico	Técnica empleada en el tratamiento quirúrgico	Curso de imagen termografica posterior al tratamiento quirúrgico en los siguientes días y meses													
				15 días		1 mes		2 meses		3 meses		4 meses		5 meses		7 meses	
VD (Seq C III y der C II)	PS	PS	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VD (Seq C III y der C II)	DER. PS	DER. PS	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GI	PS	PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GIH	PS	PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VM (Seq GIH y der C II)	LQZ. PS	LQZ. PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VM (Seq GIH y der C II)	DER. PS	DER. PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI (Seq GIH y der C II)	LQZ. PS	LQZ. PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI (Seq GIH y der C II)	DER. PS	DER. PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI C III	PS	PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GIH	PS	PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VD (Seq C III y der C II)	LQZ. PS	LQZ. PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VD (Seq C III y der C II)	DER. PS	DER. PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GIH	PS	PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GIH	PS	PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI GIH	PS	PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI C III	PS	PI	Técnica de Ivanissevich	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI (Señal a C II 2° y 3° G II)	LQZ. PS	LQZ. PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
VI (Señal a C II 2° y 3° G II)	DER. PS	DER. PI	Técnica de Palomo.	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI
				PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI	PS	PI

VD: Varicocele derecho, VI: Varicocele izquierdo, GI: Grado I, GIH: Grado II, GIH: Grado III, IZq: Izquierdo, DER: Derecho, PS: Plexo superior y PI: Plexo inferior.

DISCUSIÓN

El presente estudio se centra en la utilidad de la termografía infrarroja para el diagnóstico y seguimiento del varicocele en pacientes menores de 18 años que han sido sometidos a una varicocelectomía utilizando las técnicas de Palomo e Ivanissevich así como de aquellos que no fueron candidatos a manejo quirúrgico. Además, se evalúan las características más destacadas de este grupo de pacientes y se enfatiza la relevancia del ultrasonido Doppler testicular en el diagnóstico.

En los 29 pacientes evaluados, se observaron cambios en la temperatura e imagen termográfica que se corresponden con el diagnóstico de varicocele. Estos hallazgos son coherentes con un estudio del Departamento de Urología del Centro Hospitalario Universitario de Zagreb, Croacia, dirigido por T. Kulis, D. Kolaric y otros autores. En dicho estudio, se evaluó la termografía escrotal como una herramienta diagnóstica en 12 pacientes clínicamente diagnosticados con varicocele. Se definieron cuatro criterios para el diagnóstico: 1) un patrón de imagen termográfica escrotal indicativo de varicocele; 2) temperatura en el plexo pampiniforme $\geq 34^{\circ}\text{C}$; 3) diferencia de temperatura entre el plexo pampiniforme o el polo superior escrotal izquierdo y derecho $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$; 4) temperatura en el plexo pampiniforme \geq temperatura en el muslo ipsilateral. La presencia de tres o más de estos signos positivos se consideró indicativa de varicocele.

En este estudio, se examinaron un total de 29 pacientes mediante exploración física, ultrasonido Doppler testicular y termografía infrarroja. El ultrasonido Doppler testicular arrojó una tasa de certeza diagnóstica a 47%, en particular en relación con el diámetro del plexo pampiniforme en reposo o durante la maniobra de Valsalva. Sin embargo, este método tiene sus limitaciones al depender de la habilidad del operador y al propiciar un aumento en la detección de varicoceles subclínicos. La necesidad de diagnosticar, tratar y hacer seguimiento de estos varicoceles subclínicos, especialmente en niños prepúberes, sigue siendo objeto de debate.

En el periodo postoperatorio, la utilidad del ultrasonido es ambigua. Algunos estudios informan una resolución palpable del varicocele después de la cirugía en el 91% de los pacientes, mientras que solo el 23% muestra resolución posoperatoria mediante ultrasonido. Esto subraya la subjetividad del ultrasonido Doppler testicular, ya que los vasos pampiniformes a veces permanecen dilatados después

de la cirugía. Por tanto, su uso se recomienda solo en caso de complicaciones o si existen evidencias de recurrencia en el examen clínico o en el análisis de esperma posoperatorio.

De los 29 pacientes estudiados, 14 fueron sometidos a una varicocelectomía mediante las técnicas de Palomo e Ivanissevich. Estas intervenciones se llevaron a cabo siguiendo las indicaciones de la Asociación Europea de Urología (EAU), que recomienda el tratamiento del varicocele en casos de hipotrofia testicular significativa, condiciones testiculares adicionales que afectan la fertilidad, varicoceles sintomáticos y alteraciones en los parámetros del esperma. En nuestro estudio, los pacientes presentaban varicoceles sintomáticos, justificando así la intervención quirúrgica. No se observaron diferencias significativas entre las técnicas de Palomo e Ivanissevich, excepto por un caso de recurrencia en la técnica de Palomo a los 6 meses diagnosticado clínicamente y por termografía coincidiendo con un estudio previamente mencionado.

La termografía infrarroja demostró que a partir de los tres meses se observó un descenso más importante de temperatura en todos los casos, además se realizó estudio estadístico de análisis de varianza a largo del tiempo y entre los diferentes grupos, en donde se encontró una diferencia significativa con una $p < 0.005$. Comprobando su efectividad diagnóstica y de seguimiento postquirúrgico. Nuestro estudio reveló que, a partir de los primeros 15 días posteriores a la cirugía, el 100% de los pacientes operados presentaron una disminución de 1.5°C en la temperatura del plexo pampiniforme izquierdo y cambios graduales en la imagen termográfica. La termografía infrarroja se presenta como una herramienta valiosa para supervisar la efectividad de la reparación del varicocele y puede ser especialmente útil para detectar recurrencias cuando el examen físico y el ultrasonido Doppler no proporcionan información suficiente.

Estos hallazgos coinciden con casos previamente documentados, incluyendo un estudio de un niño de 12 años con varicocele, cuya termografía infrarroja asistida por computadora mostró una temperatura en el escroto izquierdo 4°C más alta que en el derecho antes de la cirugía. Tras la ligadura de la vena espermática interna izquierda y la extirpación del varicocele, las termografías escrotales realizadas 39 días y 12 meses después de la operación arrojaron resultados normales. Otro caso de un paciente de 20 años de edad con varicocele grado III, evaluado mediante termografía escrotal antes y después de la

reparación del varicocele, mostró que esta técnica era capaz de proporcionar indicadores claros en ausencia de conclusiones definitivas en el examen físico y la ecografía Doppler.

CONCLUSIONES

En resumen, este estudio destaca el valor de la termografía infrarroja en el diagnóstico y seguimiento de varicoceles en pacientes menores de 18 años sometidos o no a varicocelectomía. Los resultados respaldan su precisión diagnóstica y su utilidad en la identificación de recurrencias postoperatorias, especialmente cuando el examen clínico y el ultrasonido Doppler pueden no ser lo suficientemente informativos. Estos hallazgos refuerzan la promesa de la termografía infrarroja como una herramienta valiosa en la atención de pacientes con varicocele, aunque se requiere investigación adicional en un número más amplio de pacientes para respaldar estas conclusiones.

El estudio presente ha evidenciado que la termografía infrarroja desempeña un papel valioso en el enfoque diagnóstico de pacientes con varicocele, al permitir documentar el incremento de temperatura en el polo testicular superior. Además, su utilidad se extiende al seguimiento postoperatorio mediante controles seriados que permitan corroborar resolución del varicocele tratado o la presencia de recurrencia postquirúrgica, asimismo evaluación de los varicoceles no tratados. Los resultados obtenidos en este estudio sirven de motivación para la realización de investigaciones adicionales en esta misma línea, ya que futuros estudios podrían aportar mejoras significativas a la práctica clínica en el manejo de estos pacientes.

La termografía infrarroja brinda una medición objetiva de la elevación de temperatura preoperatoria en el escroto, atribuible al varicocele, y de la posterior reducción de la temperatura tras la intervención quirúrgica. En este contexto, sería sumamente valioso llevar a cabo un seguimiento a largo plazo, abarcando un período más extenso, y validar estos resultados en una muestra más amplia de pacientes pertenecientes a este grupo de edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- John E. Skandalakis, Gene L. Colborn, Thomas A. Weildman, Roger S. Foster, Col. (2021). *Cirugía bases de la anatomía quirúrgica*. 5 th. Marban.
- Vela Caravia, I., Caravia Pubillones, I., & Milián Echevarría, R. (2019). Actualización de aspectos anatómicos, fisiopatológicos y diagnóstico del varicocele. *Revista Cubana de Urología*, 8(2),

149-163. Recuperado de <https://revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/484>.

Zumstein, V., Vetterlein, M. W., Hoffer, A. P., Schmid, H. P., Engeler, D., & Betschart, P. (2021). Stay cool! Special underwear for cyclic cooling significantly decreases scrotal skin temperature. *Central European journal of urology*, 74(3), 468–470.

<https://doi.org/10.5173/ceju.2021.R1.0019.3>.

Santana, V. P., Miranda-Furtado, C. L., de Oliveira-Gennaro, F. G., & Dos Reis, R. M. (2017). Genetics and epigenetics of varicocele pathophysiology: an overview. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 34(7), 839–847. <https://doi.org/10.1007/s10815-017-0931-5>.

Zalata, A. A., Mokhtar, N., Badawy, A.el-N., Othman, G., Alghobary, M., & Mostafa, T. (2013). Androgen receptor expression relationship with semen variables in infertile men with varicocele. *The Journal of urology*, 189(6), 2243–2247.

<https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.11.112>.

Del Giudice, P. T., Lima, S. B., Cenedeze, M. A., Pacheco-Silva, A., Bertolla, R. P., & Cedenho, A. P. (2010). Expression of the Fas-ligand gene in ejaculated sperm from adolescents with and without varicocele. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 27(2-3), 103–109.

<https://doi.org/10.1007/s10815-010-9384-9>.

Mostafa, T., Rashed, L., Nabil, N., & Amin, R. (2014). Seminal BAX and BCL2 gene and protein expressions in infertile men with varicocele. *Urology*, 84(3), 590–595.

<https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.05.016>.

Burton, G. J., & Jauniaux, E. (2011). Oxidative stress. *Best practice & research. Clinical obstetrics & gynaecology*, 25(3), 287–299. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2010.10.016>.

Agarwal, A., Hamada, A., & Esteves, S. C. (2012). Insight into oxidative stress in varicocele-associated male infertility: part 1. *Nature reviews. Urology*, 9(12), 678–690.

<https://doi.org/10.1038/nrurol.2012.197>.

Mariotti, A., Di Carlo, L., Orlando, G., Corradini, M. L., Di Donato, L., Pompa, P., Iezzi, R., Cotroneo, A. R., Romani, G. L., & Merla, A. (2011). Scrotal thermoregulatory model and assessment of the impairment of scrotal temperature control in varicocele. *Annals of biomedical engineering*, 39(2), 664–673. <https://doi.org/10.1007/s10439-010-0191-3>.

- Santoro, G., Romeo, C., Impellizzeri, P., Ientile, R., Cutroneo, G., Trimarchi, F., Pedale, S., Turiaco, N., & Gentile, C. (2001). Nitric oxide synthase patterns in normal and varicocele testis in adolescents. *BJU international*, 88(9), 967–973. <https://doi.org/10.1046/j.1464-4096.2001.02446.x>.
- Coştur, P., Filiz, S., Gonca, S., Çulha, M., Güleçen, T., Solakoğlu, S., Canberk, Y., & Çalışkan, E. (2012). Expression of inducible nitric oxide synthase (iNOS) in the azoospermic human testis. *Andrologia*, 44 Suppl 1, 654–660. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.2011.01245.x>.
- Gat, Y., Zukerman, Z., Chakraborty, J., & Gornish, M. (2005). Varicocele, hypoxia and male infertility. Fluid Mechanics analysis of the impaired testicular venous drainage system. *Human reproduction (Oxford, England)*, 20(9), 2614–2619. <https://doi.org/10.1093/humrep/dei089>.
- Paolinelli, G. P. (2013). Principios físicos e indicaciones clínicas del ultrasonido doppler. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(1), 139-148. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(13\)70139-1](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(13)70139-1).
- Robles, A. M., Vásquez, M. L. G., & Orozco, J. C. (2022). Varicocele e infertilidad masculina. *Revista médica sinergia*, 7(5), e799. <https://doi.org/10.31434/rms.v7i5.799>.
- Liguori, G., Trombetta, C., Garaffa, G., Bucci, S., Gattuccio, I., Salamè, L., & Belgrano, E. (2004). Color Doppler ultrasound investigation of varicocele. *World journal of urology*, 22(5), 378–381. <https://doi.org/10.1007/s00345-004-0421-0>.
- Montoya R, Moreno L, Castro L. (2011). Manual practico de medidas en radiología pediátrica. Celsus.
- Zundel, S., Szavay, P., & Stanasel, I. (2021). Management of adolescent varicocele. *Seminars in pediatric surgery*, 30(4), 151084. <https://doi.org/10.1016/j.sempedsurg.2021.151084>.
- M.^a Rosario Salvador Palmer Rosa M.^a Cibrián Ortiz de Anda Francisco Núñez Gómez. Aplicación de la Termografía Infrarroja en Pediatría: Análisis de las alteraciones de la microcirculación cutánea; Departamento de fisiología; Valencia, enero 2020; 6 (1): 5-15. Tesis
- Kang, S. L., Manojlovich, L., Mrozcek, D., & Benson, L. (2022). Infrared thermography as an adjunctive tool for detection of femoral arterial thrombosis after cardiac catheterization: A prospective, pilot study. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of*

- the Society for Cardiac Angiography & Interventions, 99(4), 1149–1156.
<https://doi.org/10.1002/ccd.30115>.
- Yavuz, E., Kürümlüoğlu, H., Zengin, S., Eren, Ş. H., Karaduman, E., Yeşildağ, C. Ö., Al, B., & Yıldırım, C. (2021). Use of infrared thermal camera in acute scrotal pain: a prospective study. *IMC journal of medical science*, 1-6. <https://doi.org/10.55010/imcjms.16.005>.
- Joel Higino Jimenez, Felipe Juan Domingo Castillo, Aldaco Rodolfo Fimbres Franco. Testicular torsion; *Bol Clin Hosp Infant Edo Son* 2021; 38(2); 169-176.
- Zadeh, H. G., Jamshidi, H., Namdari, F., & Rezakhaniha, B. (2018). The application of Wavelet Transform in diagnosing and grading of varicocele in thermal images. *En Lecture notes in electrical engineering*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8672-4_11.
- Kulis, T., Kolaric, D., Karlovic, K., Knezevic, M., Antonini, S., & Kastelan, Z. (2012). Scrotal infrared digital thermography in assessment of varicocele--pilot study to assess diagnostic criteria. *Andrologia*, 44 Suppl 1, 780–785. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0272.2011.01265.x>.
- Karlović, K., Kuliš, T., Lukić, I., Kolarić, D., Milas, I., Miškić, B., Antonini, S., & Kaštelan, Ž. (2022). Scrotal thermography in the evaluation of surgical outcome after varicocele repair: a case report. *Acta clinica Croatica*, 61(2), 359–363. <https://doi.org/10.20471/acc.2022.61.02.24>.
- Belay, R., Huang, G., Shen, J., & Ko, E. (2016). Diagnosis of clinical and subclinical varicocele: How has it evolved? *Asian Journal of Andrology*, 18(2), 182. <https://doi.org/10.4103/1008-682x.169991>.
- Yamamoto, M., Hibi, H., Hirata, Y., Miyake, K., & Ishigaki, T. (1996). Effect of varicocelectomy on sperm parameters and pregnancy rate in patients with subclinical varicocele: a randomized prospective controlled study. *The Journal of urology*, 155(5), 1636–1638.
- Bertolotto, M., Freeman, S., Richenberg, J., Belfield, J., Dogra, V., Huang, D. Y., Lotti, F., Markiet, K., Nikolic, O., Ramanathan, S., Ramchandani, P., Rocher, L., Secil, M., Sidhu, P. S., Skrobisz, K., Studniarek, M., Tsili, A., Turgut, A. T., Pavlica, P., Derchi, L. E., ... Members of the ESUR-SPIWG WG (2020). Ultrasound evaluation of varicoceles: systematic literature review and rationale of the ESUR-SPIWG Guidelines and Recommendations. *Journal of ultrasound*, 23(4), 487–507. <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00509-z>.

- Vanlangenhove, P., Dhondt, E., Everaert, K., & Defreyne, L. (2014). Pathophysiology, diagnosis and treatment of varicoceles: a review. *Minerva urologica e nefrologica = The Italian journal of urology and nephrology*, 66(4), 257–282.
- Franco, A., Proietti, F., Palombi, V., Savarese, G., Guidotti, M., Leonardo, C., Ferro, F., Manna, C., & Franco, G. (2023). Varicocele: to treat or not to treat? *Journal of Clinical Medicine*, 12(12), 4062. <https://doi.org/10.3390/jcm12124062>.
- Hung, J. W. S., Yam, F. S. D., Chung, K. L. Y., Lau, A. K. W., Leung, Y. C. L., Liu, C. C. W., Tang, P. M. Y., Chao, N. S. Y., Leung, M. W. Y., & Liu, K. K. W. (2018). Comparison of scrotal antegrade sclerotherapy and laparoscopic Palomo surgery in treatment of adolescent varicocele: A 15-year review. *Journal of pediatric urology*, 14(6), 534.e1–534.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.20178.04.027>.
- Iwata, G., Deguchi, E., Nagashima, M., Yanagihara, J., Iwai, N., & Yamada, K. (1992). Thermography in a child with varicocele. *European journal of pediatric surgery : official journal of Austrian Association of Pediatric Surgery ... [et al] = Zeitschrift fur Kinderchirurgie*, 2(5), 308–310. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1063468>.