

ABLACIÓN TIROIDEA POR RADIOFRECUENCIA Y MICROONDAS: ANÁLISIS DE EFICACIA Y SEGURIDAD EN UNA SERIE DE CASOS INICIAL DEL HOSPITAL DE CLÍNICAS JOSÉ DE SAN MARTÍN

Pina, Lucas N;[✉] Pina, Benjamín T;[✉] Bregoli, Augusto P;[✉] Norte, Matías F;[✉] Sinagra, Diego L.[✉]

División de Cirugía de Cabeza y Cuello / Cirugía Oncológica, Hospital de Clínicas José de San Martín, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

INFO DEL ARTÍCULO

Palabras clave:

ablación tiroidea, radiofrecuencia, microondas, tratamiento mínimamente invasivo, nódulo tiroideo.

RESUMEN

La ablación tiroidea por radiofrecuencia y microondas ha emergido como una alternativa mínimamente invasiva para el tratamiento de nódulos tiroideos benignos y, en casos seleccionados, malignos. Su implementación en centros universitarios de Latinoamérica aún es limitada, y los informes locales sobre eficacia y seguridad son escasos. **Objetivo:** Evaluar la eficacia y seguridad de las técnicas de ablación por radiofrecuencia y microondas en nódulos tiroideos benignos y malignos tratados en un centro universitario argentino. **Material y métodos:** Se incluyeron ocho pacientes con nódulos tiroideos seleccionados (benignos y malignos), tratados mediante ablación por radiofrecuencia o microondas en el Hospital de Clínicas José de San Martín. Todos los casos contaron con seguimiento clínico y ecográfico de al menos seis meses. Se analizaron la reducción del volumen nodular y la presencia de complicaciones, comparando los resultados con los reportes internacionales. **Resultados:** Se observó una reducción considerable del volumen nodular en todos los pacientes, con valores comparables a los que ofrece la literatura internacional. Las complicaciones fueron menores y transitorias. En el subgrupo de nódulos malignos, aunque la experiencia fue limitada, los resultados iniciales fueron alentadores. La ablación por microondas mostró una tendencia a mayor tasa de reducción volumétrica en nódulos mayores de 2 cm, sin alcanzar significancia estadística. **Conclusión:** Las técnicas de ablación tiroidea por radiofrecuencia y microondas demostraron ser procedimientos eficaces y seguros en el tratamiento de nódulos tiroideos. Los resultados preliminares respaldan su implementación como alternativas terapéuticas viables, aunque se requieren estudios con mayor número de casos y seguimiento prolongado para estandarizar su uso.

Recibido: 14 de diciembre de 2025

Aceptado: 8 de enero de 2026

Autor de correspondencia: Lucas N. Pina. lucasnpina@gmail.com

Doi: 10.65640/xx4c2r86 Copyright © 2026 FASEN - CC-BY-NC 4.0

RADIOFREQUENCY AND MICROWAVE THYROID ABLATION: EFFICACY AND SAFETY ANALYSIS IN AN INITIAL CASE SERIES FROM THE HOSPITAL DE CLÍNICAS “JOSÉ DE SAN MARTÍN”

ARTICLE INFO

Keywords:

thyroid ablation,
radiofrequency, microwave,
minimally invasive treatment,
thyroid nodule.

ABSTRACT

Thyroid ablation using radiofrequency and microwave energy has emerged as a minimally invasive alternative for managing benign and, in selected cases, malignant thyroid nodules. In Latin America, clinical experience and published data remain limited, and local evidence on efficacy and safety is still scarce. Objective. To evaluate the efficacy and safety of radiofrequency and microwave ablation in benign and malignant thyroid nodules treated at an Argentine university hospital. Material and methods: Eight patients with selected thyroid nodules (benign and malignant) underwent radiofrequency or microwave ablation at Hospital de Clínicas José de San Martín. All cases were followed clinically and by ultrasound for at least six months. Nodule volume reduction and complications were analyzed and compared with international data. Results: All patients showed a relevant decrease in nodule volume, with reduction rates comparable to those reported internationally. Complications were minor and self-limited. Although the number of malignant nodules was limited, initial results were encouraging. Microwave ablation tended to achieve greater volume reduction in nodules larger than 2 cm, though without statistical significance. Conclusion: Radiofrequency and microwave ablation proved to be effective and safe minimally invasive procedures for selected thyroid nodules. These preliminary results support their use as feasible therapeutic alternatives, although larger studies with extended follow-up are necessary to confirm these findings and define their role within standardized management protocols.

Received: December 14, 2025

Accepted: January 8, 2026

INTRODUCCIÓN

El manejo de la patología nodular tiroidea representa un desafío clínico frecuente y en constante evolución dentro de la práctica endocrinológica y quirúrgica. La detección incidental de nódulos tiroideos ha aumentado significativamente en las últimas décadas, impulsada principalmente por la mayor accesibilidad y sensibilidad de la ecografía de alta resolución, lo que plantea la necesidad de optimizar las estrategias de diagnóstico y tratamiento [1]. Este incremento en la identificación de nódulos, muchos de ellos asintomáticos, ha

generado un debate continuo sobre el abordaje terapéutico más adecuado, equilibrando la necesidad de tratar la enfermedad con el menor impacto sobre el paciente [2].

Si bien la tiroidectomía, en sus diversas modalidades, ha sido históricamente considerada el tratamiento de referencia para el cáncer de tiroides y el bocio multinodular sintomático, su naturaleza invasiva y el riesgo de complicaciones asociadas, como el hipoparatiroidismo y la lesión del nervio laríngeo recurrente, han impulsado la búsqueda de alternativas menos agresivas. Además, la creciente preocupación

de los pacientes por el resultado estético y la cicatriz cervical, a menudo percibida como una secuela significativa de la cirugía, ha acentuado la necesidad de explorar técnicas que ofrezcan una menor morbilidad y un mejor perfil cosmético [3]. En este contexto, las técnicas de ablación tiroidea mínimamente invasivas, como la ablación por radiofrecuencia (RFA) y microondas (MWA), han emergido como opciones prometedoras para el tratamiento de nódulos tiroideos seleccionados.

En la Argentina, la información disponible sobre la aplicabilidad y los resultados de la ablación tiroidea con RFA y MWA es limitada. Por lo tanto, se necesitan estudios locales. El presente estudio presentó como objetivo principal determinar la eficacia y el perfil de seguridad de la ablación por radiofrecuencia y microondas de nódulos tiroideos, y como objetivo secundario analizar la preservación de la función tiroidea posablación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se expuso una experiencia inicial sobre una serie de casos retrospectiva que incluyó pacientes mayores de 18 años sometidos a ablación tiroidea por radiofrecuencia (RFA) o microondas (MWA) en el Hospital de Clínicas José de San Martín entre 2022 y 2025, con un seguimiento clínico y ecográfico (Doppler) mínimo de 6 meses.

En cada caso se registraron variables demográficas, incluyendo la edad y el género. Para caracterizar los nódulos tiroideos, se contó con las características ecográficas Doppler de los nódulos, el tamaño de cada nódulo en tres dimensiones y el volumen de estos tanto en el preoperatorio como en el posoperatorio a partir de las mediciones ecográficas. Se empleó la fórmula $[Volumen (V) = (\pi / 6) \times T \times AP \times L]$. Además, se registraron los valores de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) antes y después del procedimiento para evaluar el objetivo secundario. Finalmente, se documentaron todas las complicaciones ocurridas durante el procedimiento de ablación o después de él, para evaluar la seguridad de las técnicas, mediante la clasificación de Clavien-Dindo.

Todas las evaluaciones ecográficas y los procedimientos de ablación se realizaron utilizando el mismo equipo de ultrasonido de alta resolución. Para minimizar la variabilidad en las mediciones y garantizar la precisión, las mediciones ecográficas preoperatorias y posoperatorias fueron realizadas consistentemente por dos cirujanos de cabeza y cuello con formación especializada y amplia experiencia en imagenología tiroidea. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional del Hospital de Clínicas José de San Martín (Protocolo N.º HC-2022-078).

Criterios de elegibilidad

Para la realización de las técnicas, se establecieron criterios de elegibilidad. Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- 1) Diagnóstico citológico benigno confirmado en dos punciones con diferencia temporal de 3 meses (Bethesda II).
- 2) Diagnóstico citológico sospechoso o confirmado de malignidad (Bethesda V / VI).
- 3) Nódulos sólidos benignos de cualquier tamaño (ecografía).
- 4) Nódulos sólidos malignos de hasta de 11 mm en cualquiera de sus tres dimensiones.
- 5) Nódulos separados por al menos 2 mm de la cápsula glandular.
- 6) Fibrolaringoscopia con cuerdas vocales libres y móviles.
- 7) Síntomas cervicales compresivos, motivo estético/cosmético y/o alto riesgo quirúrgico.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- 1) Sospecha o confirmación de carcinoma medular.
- 2) Nódulos ubicados a la altura mediastinal.
- 3) Nódulos en topografía posterior con menos de 2-3 mm de separación respecto del nervio laríngeo inferior sin interfaz aislante por ecografía.
- 4) Adenopatías cervicales sospechosas relacionadas con patología de base.
- 5) Pacientes con imposibilidad de colaboración durante el procedimiento por ansiedad, miedo o movimientos involuntarios

que contraindiquen la realización segura de la técnica bajo anestesia local.

6) Imposibilidad de garantizar seguimiento clínico.

Es menester destacar que la selección de casos Bethesda V/VI obedece a un criterio altamente seleccionado como parte de la experiencia inicial y no como estándar.

Análisis de datos. El resultado del tratamiento se evaluó mediante el cálculo de la tasa de reducción del volumen del nódulo [$VRR = [(Volumen\ inicial - volumen\ final) / (volumen\ inicial) \times 100]$], expresada como el porcentaje de disminución del volumen en el seguimiento posoperatorio en las secuencias temporales del primer mes, tercer mes y sexto mes.

RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos en 8 pacientes tratados en el Hospital de Clínicas José de San Martín, con un seguimiento clínico y ecográfico al mes, a los tres meses y a los seis meses. De estos, 5 fueron sometidos

a ablación por RFA y 3 a ablación por MWA. La descripción de los casos se presenta en la Tabla 1.

Todos los casos presentaron reducción de volumen (VRR) a los 6 meses. En el subgrupo de nódulos tiroideos con un tamaño inicial menor de 2 cm, se observó una tasa de reducción de volumen (VRR) a los 6 meses promedio del 80,6% en los 3 nódulos tratados con RFA, con valores individuales de 72%, 85% y 85%. El único nódulo menor de 2 cm tratado con MWA presentó una VRR del 75%. En el subgrupo de nódulos tiroideos con un tamaño inicial mayor de 2 cm, la VRR a los 6 meses en 2 nódulos tratados con RFA fue de 68% y 51% (promedio: 59,5%), y en 2 nódulos tratados con MWA, de 69% y 79%.

Se registraron complicaciones menores en dos de las ocho ablaciones realizadas. En un caso de ablación por MWA en un nódulo mayor de 2 cm, el paciente experimentó una disfonía transitoria que se resolvió en un lapso de dos semanas, clasificándose como una complicación de grado I según la clasificación de Clavien-Dindo, al no requerir in-

Tabla 1. Características de la serie de casos de ablación tiroidea en el Hospital de Clínicas José de San Martín

				ECOGRAFIA PREP		TSH			ECOGRAFIA POP (MES)				TSH	PAAF	COMPLICACIONES
				TxLxAP (cm)	Vol. (mL)				1 ml/VRR%	3 ml/VRR%	6 ml/VRR%	DOPPLER			
1	F	73	V	LTD 1x1,1x1,1	0,63	0,85		x	0,53 / 16	0,23 / 63	0,16 / 75	NO	SC	NO	NO
2	F	50	II	LTI 2,6x1,5x1	2,04	1,24		x	2,23 / -9	0,86 / 58	0,63 / 69	SI escaso central	SC	NO	Disfonía transitoria 2 semanas
3	F	63	II	LTD 3x2x1,5	4,71	2,28		x	2,54 / 46	1,65 / 65	0,99 / 79	NO	SC	NO	NO
4	F	83	VI	LTD 0,8x0,7x0,6	0,18	2,53	x		0,11 / 37	0,06 / 65	0,05 / 72	NO	SC	NO	Quemadura piel
5	F	41	VI	LTD 0,9x1,1x1	0,52	4,01	x		0,30 / 42	0,16 / 69	0,08 / 85	SI periférico	SC	Pendiente control	NO
6	F	29	VI	LTD 0,7x0,6x0,9	0,20	3,20	x		0,13 / 34	0,07 / 65	0,03 / 85	NO	SC	NO	NO
7	M	32	II	LTD 2,5x4x2,2	11,50	1,15	x		8,06 / 30	4,95 / 57	3,69 / 68	SI	SC	NO	NO
8	M	51	II	LTD 4,1x2,3x2	9,86	1,89	x		9,58 / 3	7,41 / 25	4,84 / 51	SI	SC	NO	NO

Abreviaturas. F/M: femenino/masculino; B: Bethesda; PREP: preoperatoria; TxLxAP: diámetro Transverso x Longitudinal x Anteroposterior; LTD/LTI: lóbulo tiroideo derecho/lóbulo tiroideo izquierdo; Vol: volumen; POP: posoperatoria; SC: sin cambios (rango normalidad).

tervención farmacológica específica más allá del manejo sintomático. La segunda complicación menor se observó en un paciente sometido a ablación por RFA, quien presentó una quemadura leve en la piel que requirió tratamiento farmacológico tópico (cremas cicatrizantes y antibiótico profiláctico), clasificándose como una complicación de grado II según la clasificación de Clavien-Dindo, al requerir medicación más allá de analgésicos, antieméticos o fisioterapia. Ambas complicaciones se resolvieron sin generar secuelas a largo plazo.

Dentro de la serie de ocho ablaciones, cuatro correspondieron a nódulos con citología preoperatoria sospechosa o maligna en la clasificación de Bethesda. Un nódulo Bethesda V (sospechoso de malignidad), tratado con ablación por microondas, presentó una tasa de reducción de volumen (VRR) del 75% a los 6 meses. Los tres nódulos Bethesda VI (malignos), tratados con ablación por radiofrecuencia, mostraron VRR a los 6 meses de 85%, 72% y 85%. En el control ecográfico (Doppler) a los 6 meses, solo uno de los nódulos

malignos tratados con RFA evidenció vascularización periférica al Doppler, siendo este el único caso en el que se indicó y está pendiente una nueva punción aspiración con aguja fina (PAAF) para evaluar la persistencia de la enfermedad, dado que no se planteó la PAAF de rutina para este tipo de nódulos después de la ablación. En ninguno de estos cuatro casos se observó una reducción completa del volumen del nódulo (VRR del 100%).

En cuanto al análisis de la función tiroidea mediante los valores posablación de TSH, todos los casos presentaron resultados bioquímicos con determinaciones dentro del rango de normalidad, por lo que no hubo necesidad de tratamiento sustitutivo con levotiroxina.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la respuesta y seguridad de la ablación tiroidea por radiofrecuencia y microondas en el tratamiento de nódulos tiroideos de una serie de casos de nuestra institución.

Una revisión bibliográfica inicial identificó 10 revisiones sistemáticas (Tabla 2) con infor-

Tabla 2. Datos considerados en el análisis de la literatura sobre la eficacia de la ablación tiroidea (RFA y MWA)

AUTOR	PAÍS	AÑO	ESTUDIO	CASOS	NÓDULO	TÉCNICA (VRR)												TSH (%) **
						RFA (meses - %)						MWA (meses - %)						
						1	3	6	12	36	60	1	3	6	12	36	60	
Zufry [5]	INDONESIA	2024	MA	2707	B	35,7	55,8	74,3	83,3	-	-	35,3	54,3	69,5	76,8	-	-	-
Lim [6]	KOREA	2025	MA	2581	B	35,7	55,8	74,3	83,3	-	-	35,3	54,4	70	76,9	-	-	-
Javid [7]	IRAN/USA	2024	MA	254	A	46,6	62	67,4	77,2	-	-	-	-	-	-	-	-	75,4
Guo [8]	CHINA	2021	MA	1894	B	-	56	80,8	86,2	-	-	-	53,9	74,9	80	-	-	-
				147*	M	-	-	50,9	90	70	99,5	-	-	-	-	-	-	-
Muhammad [9]	USA	2021	RS	1267*	B	-	53,3	66,8	73,6	76,8	66,8	-	-	-	-	-	-	-
				254*	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,46
Qian [4]	CHINA	2024	MA	1454	B	-	61,3	81,7	86,6	-	-	-	58,55	77,8	82	-	-	-
Kim [10]	KOREA	2021	MA	243	A	-	-	69,3	76,58	-	-	-	-	-	-	-	-	71,2
Wang [11]	CHINA	2022	MA	945	M	-	-9,01	58,85	83,46	-	-	-	-225,9	-99,9	55	-	-	-
Monpeyssen [12]	FRANCIA	2021	RS	933	B	-	-	-	67-75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zhao [13]	CHINA	2025	RS	2106	B	-	-	-	-	79,5	-	-	-	-	-	89,6	-	-

Abreviaturas. VRR: tasa de reducción de volumen; MA: metanálisis; RS: revisión sistemática; B: benigno; M: maligno; A: autónomo. *Analiza nódulos quísticos, sólidos y mixtos, pero solo se incluyeron los sólidos con una sola sesión de ablación. **Porcentaje de normalización de TSH.

me de tasas de reducción de volumen a los 6 meses, las cuales oscilan ampliamente para nódulos benignos, con valores que van desde aproximadamente el 67% hasta el 86% para la RFA y del 69% al 78% para la MWA. En cuanto a nódulos malignos, la evidencia es más limitada, con un estudio que refiere una VRR del 50,9% a los 6 meses para RFA en nódulos sólidos [4].

Al comparar estos datos con los resultados preliminares de nuestra serie de casos (Tabla 1), se observan algunas similitudes y diferencias. En los nódulos menores de 2 cm tratados con RFA en nuestro estudio, la VRR a los 6 meses fue del 80,6%, lo cual se sitúa dentro del rango reportado en la literatura (67-82%). El único caso de nódulo menor de 2 cm tratado con MWA presentó una VRR del 75%, también coincidiendo con los datos de la Tabla 2 (70-82%).

En los nódulos benignos mayores de 2 cm tratados con RFA en nuestra serie, la VRR promedio a los 6 meses fue del 59,5%, que tiende a ser ligeramente inferior al rango inferior referido en la literatura para nódulos benignos. Sin embargo, el reducido número de casos (n=2) limita la solidez de esta comparación. Por otro lado, los nódulos benignos mayores de 2 cm tratados con MWA en nuestra serie mostraron una VRR promedio del 74% a los 6 meses, ubicándose también dentro del rango de la literatura. Por otro lado, el análisis intrínseco de nuestra comparación para nódulos mayores de 2 cm demostró que la ablación por microondas presentó una tendencia hacia una mayor tasa de reducción de volumen a los 6 meses en comparación con la ablación por radiofrecuencia; sin embargo, este hallazgo no es representativo debido a la pequeña cantidad de casos comparados en este subgrupo, enfatizando el carácter exploratorio y descriptivo del estudio.

En cuanto a los nódulos malignos, nuestra serie incluyó tres casos tratados con RFA (VRR a los 6 meses de 85%, 72% y 85%) y un caso tratado con MWA (VRR del 75% a los 6 meses). Si bien la literatura es

escasa en este subgrupo, el VRR del 50,9% reportado por Muhammad et al. para nódulos sólidos malignos tratados con RFA es inferior a los resultados observados en nuestra pequeña serie [9]. No obstante, la heterogeneidad en los tipos y tamaños de los carcinomas papilares incluidos en los diferentes estudios dificulta una comparación directa. La persistencia de vascularización periférica en uno de nuestros casos de carcinoma papilar tratado con RFA subraya la necesidad de un seguimiento oncológico riguroso.

El análisis de las complicaciones informadas en los estudios incluidos en las revisiones no reveló un predominio significativo de eventos adversos asociados a ninguna de las técnicas de ablación evaluadas. Aproximadamente el 50% de los estudios no identificaron diferencias relevantes en la incidencia de complicaciones entre la ablación por radiofrecuencia y microondas, mientras que solo una investigación comunicó una menor tasa de complicaciones con RFA [11]. La tasa global de complicaciones observada en el conjunto de estudios varió entre el 1,96 y el 6,3%. En lo que respecta a la presencia de hipotiroidismo posablación en nódulos funcionantes, se encontró una considerable dispersión en la frecuencia informada, con valores que oscilaron entre el 4 y el 18,5%.

La tasa de complicaciones en nuestra serie fue más alta que el rango general referido en la literatura (1,96-6,3%). Esta diferencia podría atribuirse al pequeño tamaño de nuestra muestra, lo que hace que la aparición de incluso un par de complicaciones tenga un impacto proporcionalmente mayor en la tasa global. Sin embargo, la naturaleza menor de las complicaciones observadas (Clavien-Dindo I y II) es consistente con lo que se describe en la literatura para ambas técnicas. Cabe destacar que el paciente que presentó disfonía en nuestra serie se asoció a una variación en el volumen nodular posablación temprana, con una tasa de reducción de volumen negativa del -9%

al primer mes, atribuible probablemente a edema secundario y posible carbonización del tejido.

A pesar de la creciente evidencia que respalda la seguridad y eficacia de la RFA y la MWA en el tratamiento de nódulos tiroideos benignos, persisten algunas áreas de incertidumbre y controversia. Si bien numerosos estudios han demostrado la capacidad de estas técnicas para reducir el volumen del nódulo y aliviar los síntomas compresivos o estéticos, la evidencia sobre su eficacia en el tratamiento de nódulos malignos es aún limitada y se centra principalmente en casos muy seleccionados de microcarcinoma papilar de tiroides de bajo riesgo [14]. Es por ello que aún se requiere mayor investigación y validación. Además, la comparación directa de la RFA y la MWA en términos de tasas de reducción de volumen a largo plazo, perfiles de complicaciones específicos y costo-efectividad relativa sigue siendo objeto de investigación [15]. El presente estudio expone algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, el diseño retrospectivo y descriptivo impide establecer relaciones causales firmes y limita la posibilidad de realizar comparaciones estadísticas robustas entre las técnicas de ablación evaluadas. Asimismo, la heterogeneidad de los nódulos tratados, tanto en términos de tamaño como de citología y técnica empleada (RFA versus MWA), introduce un potencial factor de confusión que dificulta una comparación directa entre subgrupos. Por otro lado, la evaluación de la respuesta se basó principalmente en parámetros ecográficos volumétricos, sin incorporar de manera sistemática herramientas funcionales o histológicas posablación, particularmente en los casos con citología maligna. Finalmente, si bien el seguimiento

ecográfico permitió documentar la evolución temprana, no fue posible evaluar resultados oncológicos a largo plazo, como recurrencia local o necesidad de tratamientos adicionales, especialmente relevantes en el subgrupo de nódulos malignos.

En conclusión, los resultados preliminares de nuestra serie de casos en cuanto a la reducción del volumen nodular son, en general, comparables con los datos informados en la literatura para nódulos benignos. La experiencia con nódulos malignos es limitada en ambos, nuestra serie y la literatura revisada, lo que destaca la necesidad de más investigación en esta área. La mayor tasa de complicaciones observada en nuestro estudio subraya la importancia de una curva de aprendizaje cuidadosa y una selección adecuada de los pacientes. Estudios futuros con un mayor número de pacientes y un seguimiento más prolongado son necesarios para confirmar estas observaciones y establecer conclusiones más sólidas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses relacionados con este estudio.

Fuentes de financiación

No se recibieron fondos ni apoyos económicos institucionales, públicos ni privados para la realización de este trabajo.

Contribuciones de los autores: los autores declaran que todos han realizado contribuciones sustanciales a la concepción y al diseño del estudio, aprobando la versión final del trabajo.

Aprobación comité de Ética

Comité de Ética Institucional del Hospital de Clínicas José de San Martín (Protocolo N.º HC-2022-078).

REFERENCIAS

- Gharib H, Papini E, Garber JR, Duick DS, Harrell RM, Hegedüs L, et al. American Association of Clinical Endocrinologists, Associazione Medici Endocrinologi, and European Thyroid Association Medical Guidelines for Clinical Practice for the Diagnosis and Management of Thyroid Nodules. *Endocr Pract.* 2016; 22(5):622-39. doi: 10.4158/ep161208.gl.
- Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, Doherty GM, Mandel SJ, Nikiforov YE, et al. 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid.* 2016; 26(1):1-133. doi: 10.1089/thy.2015.0020.
- Sahm M, Otto R, Pross M, Mantke R. Minimally invasive video-assisted thyroidectomy: a critical analysis of long-term cosmetic results using a validated tool. *Ann R Coll Surg Engl.* 2019; 101(3):180-5. doi: 10.1308/rcsann.2018.0178.
- Qian Y, Li Z, Fan C, Huang Y. Comparison of ultrasound-guided microwave ablation, laser ablation, and radiofrequency ablation for the treatment of elderly patients with benign thyroid nodules: A meta-analysis. *Exp Gerontol.* 2024; 191:112425. doi: 10.1016/j.exger.2024.112425.
- Zufry H, Hariyanto TI. Comparative Efficacy and Safety of Radiofrequency Ablation and Microwave Ablation in the Treatment of Benign Thyroid Nodules: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Korean J Radiol.* 2024; 25(3):301-13. doi: 10.3348/kjr.2023.1004.
- Lim H, Cho SJ, Baek JH. Comparative efficacy and safety of radiofrequency ablation and microwave ablation in benign thyroid nodule treatment: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* 2025; 35(2):612-23. doi: 10.1007/s00330-024-10881-7.
- Javid M, Mirdamadi A, Sheida F, Nayak SS, Borkar R, Hegde R, et al. Efficacy of Radiofrequency Ablation in Autonomous Functioning Thyroid Nodules: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Radiol.* 2024; 31(12):4843-55. doi: 10.1016/j.acra.2024.06.023.
- Guo DM, Chen Z, Zhai YX, Su HH. Comparison of radiofrequency ablation and microwave ablation for benign thyroid nodules: A systematic review and meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2021; 95(1):187-96. doi: 10.1111/cen.14438.
- Muhammad H, Santhanam P, Russell JO. Radiofrequency ablation and thyroid nodules: updated systematic review. *Endocrine.* 2021; 72(3):619-32. doi: 10.1007/s12020-020-02598-6.
- Kim HJ, Cho SJ, Baek JH, Suh CH. Efficacy and safety of thermal ablation for autonomously functioning thyroid nodules: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* 2021; 31(2):605-15. doi: 10.1007/s00330-020-07166-0.
- Wang MH, Liu X, Wang Q, Zhang HW. Safety and efficacy of ultrasound-guided thermal ablation in treating T1aN0M0 and T1bN0M0 papillary thyroid carcinoma: A meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022; 13:952113. doi: 10.3389/fendo.2022.952113.
- Monpeyssen H, Alamri A, Ben Hamou A. Long-Term Results of Ultrasound-Guided Radiofrequency Ablation of Benign Thyroid Nodules: State of the Art and Future Perspectives-A Systematic Review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2021; 12:622996. doi: 10.3389/fendo.2021.622996.
- Zhao X, Xue J, Yu W, Dong R, Liu S, Wang P, et al. The long-term effects of thermal ablation for benign thyroid nodules: a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* 2025; 35(10):6089-100. doi: 10.1007/s00330-025-11543-y.
- Feng J, Jiang Y, Feng Y. Latest evidence of microwave ablation for papillary thyroid microcarcinoma compared with surgery: A systematic review and meta-analysis. *Front Oncol.* 2023; 13:1088265. doi: 10.3389/fonc.2023.1088265.
- Cerit MN, Yücel C, Cerit ET, Yalçın MM, Şendur HN, Oktar SÖ. Comparison of the Efficiency of Radiofrequency and Microwave Ablation Methods in the Treatment of Benign Thyroid Nodules. *Acad Radiol.* 2023; 30(10):2172-80. doi: 10.1016/j.acra.2023.05.030.