

ABLACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN HIPERPARATIROIDISMO PRIMARIO: EXPERIENCIA PROSPECTIVA ARGENTINA

Voogd, Ana Inés;¹ Rapp, Sofía Inés;¹ Begueri, Alejandro Matías;¹ Matsuda, María Eugenia;¹ Castañeda, Alejandrina;¹ Álvarez Jurado, María Gracia;¹ Guerra, Jorgelina;² Miles, Belén;² Anselmi, María Eugenia;² Negueruela, María del Carmen.²

1. Departamento de Cirugía de Cabeza y Cuello, Hospital Universitario Austral, Buenos Aires, Argentina.

2. Departamento de Endocrinología, Hospital Universitario Austral, Buenos Aires, Argentina.

INFO ARTÍCULO

Palabras clave:

ablación por radiofrecuencia;
hiperparatiroidismo primario;
adenoma paratiroideo; eco-
grafía; selección de pacientes.

RESUMEN

En pacientes seleccionados, la ablación por radiofrecuencia (ARF) guiada por ecografía ha surgido como alternativa mínimamente invasiva para controlar la hipercalcemia y reducir la carga de enfermedad en pacientes con hiperparatiroidismo primario (HPTP). El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia y seguridad de la ARF en pacientes con HPTP causado por adenomas paratiroideos inferiores únicos, destacando la importancia de la selección de pacientes, el rol de la ecografía y la formación especializada del operador. **Materiales y métodos:** Estudio prospectivo unicéntrico que incluyó 43 pacientes con HPTP confirmado bioquímicamente. Todos presentaban adenomas paratiroideos inferiores accesibles, identificados mediante ecografía cervical de alta resolución y confirmados con escintigrafía con sestamibi o PET-CT. Los pacientes fueron tratados con ARF entre junio de 2020 y noviembre de 2025. El seguimiento incluyó evaluación bioquímica (calcio sérico y hormona paratiroidea) y ecográfica a los 6, 12, 24 y 36 meses. **Resultados:** La tasa global de curación bioquímica completa fue del 83% (36/43), con normalización de calcio y hormona paratiroidea. En el análisis por tiempo, la respuesta completa a los 6 meses fue del 70% (25/36), aumentando al 74% (23/31) a los 12 meses y alcanzando el 60% (10/17) a los 24 meses, en relación con el menor número de pacientes disponibles en controles tardíos. Las complicaciones fueron transitorias e incluyeron disfonía en el 7% e hipocalcemia en el 5% de los casos, sin eventos permanentes. La reducción volumétrica media del adenoma fue del 79% a los 6 meses, confirmada mediante ecografía Doppler. La ARF constituye una alternativa mínimamente invasiva eficaz y segura en pacientes seleccionados con HPTP. La ecografía es fundamental para la selección, guía del procedimiento y seguimiento, y la formación especializada resulta clave para una implementación segura y reproducible.

Recibido: 5 de marzo de 2026

Aceptado: 31 de marzo de 2026

Autor de correspondencia: Ana Inés Voogd. Correo electrónico: voogdana@gmail.com.ar

Doi: 10.65640/vmwqdy34 • Copyright © 2026 FASEN - CC-BY-NC 4.0

RADIOFREQUENCY ABLATION IN PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM: A PROSPECTIVE ARGENTINE EXPERIENCE

ARTICLE INFO

Keywords:

radiofrequency ablation; primary hyperparathyroidism; parathyroid adenoma; ultrasound; patient selection.

ABSTRACT

In selected patients, ultrasound-guided ablation radiofrequency (RFA) has emerged as a minimally invasive alternative to control hypercalcemia and reduce disease burden in primary hyperparathyroidism (PHPT). The aim of this study was to evaluate the efficacy and safety of RFA in patients with PHPT caused by a single inferior parathyroid adenoma, highlighting the importance of patient selection, the role of ultrasound, and specialized operator training. **Materials and Methods:** This prospective single-center study included 43 patients with biochemically confirmed PHPT. All had accessible inferior parathyroid adenomas identified by high-resolution cervical ultrasound and confirmed by sestamibi scintigraphy or choline PET-CT. Patients underwent RFA between June 2020 and November 2025. Follow-up included biochemical assessment (serum calcium and parathyroid hormone) and ultrasound evaluation at 6, 12, 24, and 36 months. **Results:** The overall biochemical cure rate was 83% (36/43), with normalization of calcium and parathyroid hormone. In the time-based analysis, complete response at 6 months was 70% (25/36), increasing to 74% (23/31) at 12 months and reaching 60% (10/17) at 24 months, reflecting the lower number of patients available in later follow-up. Complications were transient and included dysphonia in 7% and hypocalcemia in 5% of cases, with no permanent adverse events. Mean adenoma volume reduction was 79% at 6 months, confirmed by Doppler ultrasound. Ultrasound-guided RFA is a safe and effective minimally invasive option for selected patients with PHPT. Ultrasound is essential for patient selection, procedural guidance, and follow-up, and specialized training is key to safe and reproducible implementation.

Received: March 5, 2026

Accepted: March 31, 2026

INTRODUCCIÓN

El hiperparatiroidismo primario (HPTP) representa una de las alteraciones endocrinas más frecuentes en la práctica clínica y se caracteriza por la secreción autónoma de hormona paratiroidea (PTH), que conduce a hipercalcemia persistente [1,2]. Afecta predominantemente a mujeres posmenopáusicas, con una relación mujer:hombre aproximada de 3:1, y su prevalencia aumenta con la edad, estimándose entre 1 y 4 casos por cada 1000 habitantes en la población general [1].

Clínicamente, el HPTP puede manifestarse con osteoporosis y aumento del riesgo de fracturas, nefrolitiasis recurrente, síntomas neuromusculares como debilidad proximal y fatiga crónica, alteraciones cognitivas y manifestaciones gastrointestinales, entre ellas dispepsia y estreñimiento [1,2]. A largo plazo, la enfermedad puede generar complicaciones significativas, incluyendo deterioro progresivo de la densidad mineral ósea —particularmente en hueso cortical— y recurrencia de litiasis renal con potencial compromiso de la función renal [1,2].

La causa más frecuente del HPTP es el adenoma paratiroideo único (APU), responsable del 85–90% de los casos y localizado habitualmente en las glándulas inferiores; otras etiologías incluyen hiperplasia multiglandular (10–15%) y carcinoma paratiroideo (<1%) [1,2]. El manejo adecuado del HPTP requiere un enfoque multidisciplinario que integre endocrinología, cirugía de cabeza y cuello, imagenología especializada y seguimiento bioquímico riguroso [1,2].

Tradicionalmente, la paratiroidectomía es el tratamiento curativo de elección, con tasas de éxito superiores al 95%; sin embargo, se asocia a riesgos perioperatorios y a un período de recuperación variable [1,3,4]. Por su parte, los tratamientos médicos, como el cinacalcet o los bifosfonatos, tienen un carácter paliativo, ya que controlan parcialmente las manifestaciones clínicas sin corregir la causa subyacente, y requieren tratamiento prolongado con potenciales efectos adversos [1].

En este contexto, la ablación por radiofrecuencia (ARF) ha surgido como una alternativa mínimamente invasiva para pacientes cuidadosamente seleccionados, con evidencia creciente proveniente de series, experiencias multicéntricas y revisiones sistemáticas [5–11]. La ecografía desempeña un rol central en este abordaje, no solo para la localización precisa del adenoma, sino también para la guía del procedimiento y el seguimiento post-tratamiento [8,11]. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia y seguridad de la ARF en el tratamiento del HPTP causado por adenomas paratiroideos únicos inferiores, destacando la importancia de una selección adecuada de pacientes, el uso sistemático de ecografía y la necesidad de formación especializada del operador, en concordancia con las recomendaciones recientes de la *American Thyroid Association* (ATA) 2025 para procedimientos ablativos en patología endocrina cervical.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Estudio prospectivo descriptivo en Hospital Universitario Austral, Argentina, de junio 2020 a noviembre 2025, para evaluar ARF en HPTP.

Selección de pacientes

Se incluyeron 43 pacientes con HPTP confirmado bioquímicamente (hipercalcemia y PTH elevada). Como criterio de selección indispensable, se requirió además la localización preprocedimiento de un adenoma paratiroideo único inferior mediante imágenes concordantes: ecografía cervical de alta resolución como método primario (lesiones accesibles de 6–30 mm, profundidad <30 mm y vascularización evaluada por Doppler), complementada con centellograma con sestamibi (93%) y/o PET-CT con colina (9%).

Criterios endocrinológicos

HPTP sintomático (nefrolitiasis, osteoporosis, neurológicos, gastrointestinales) o asintomático con indicaciones para intervención (hipercalcemia >1 mg/dL sobre límite, hipercalcemia >300 mg/día en hombres o >250 mg/día en mujeres, T-score ≤-2.5, edad <50 años, compromiso renal).

Criterios de exclusión

Adenomas superiores (riesgo de nervio laríngeo recurrente por relación anatómica), multiglandulares sospechosos, contraindicaciones anestésicas o pacientes con dificultad para su seguimientos. La ecografía fue indispensable para confirmar accesibilidad y planificar hidrodissección.

Procedimiento

La ARF representa una técnica mínimamente invasiva que utiliza energía térmica para destruir tejido paratiroideo hiperfuncionante mediante un electrodo de aguja guiado por ecografía. El principio físico subyacente se basa en la conversión de energía electromagnética de alta frecuencia (450–500 kHz) en calor por agitación iónica, generando temperaturas de 60–100°C que inducen necrosis coagulativa irreversible del tejido diana.

Los pasos de la ARF incluyen:

1. Localización ecográfica del adenoma: identificación precisa del adenoma paratiroideo mediante ecografía de alta resolución con evaluación Doppler de vascularización (Figura 1A).

2. Preparación del campo: anestesia local o sedación, posicionamiento cervical en hiperextensión, asepsia y antisepsia del área operatoria.
3. Hidrodissección: infiltración de dextrosa 5% entre adenoma y estructuras cercanas (nervio laríngeo recurrente, paquete yugulo carotideo, tráquea, esófago) para crear espacio de seguridad.
4. Inserción del electrodo: introducción guiada por ecografía de electrodo de radiofrecuencia de 5-7 mm en el centro del adenoma (Figura 1B).
5. Ablación térmica: aplicación de energía (baja potencia – 25-30 Watts) monitorizando en tiempo real la zona de ablación.
6. Verificación Doppler: confirmación inmediata de vascularización completa del adenoma mediante ausencia de señal Doppler (Figura 1C).

La técnica requiere experiencia en ecografía intervencionista y conocimiento anatómico de la región cervical. La visualización ecográfica continua permite ajustar la posición del electrodo durante el procedimiento y evitar lesiones de estructuras adyacentes. La hidrodissección es

un elemento crucial de seguridad, creando una barrera líquida que actúa como aislante térmico y permite desplazar estructuras vitales de la zona de ablación. El monitoreo Doppler inmediato post-ablación confirma la ausencia de flujo sanguíneo en el adenoma tratado, indicando necrosis exitosa del tejido hiperfuncionante.

Se realiza un control de PTH a la hora posterior al procedimiento para verificar su descenso, de acuerdo con los criterios de Miami.

Seguimiento

Se efectuaron controles bioquímicos (PTH, calcio total y calcio iónico) y ecográficos (volumen del adenoma y vascularización Doppler) en el postprocedimiento inmediato y durante el seguimiento a 6, 12, 24 y 36 meses.

Análisis estadístico

Las variables continuas se describieron mediante media y rango, mientras que las variables categóricas se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes. La evolución de los parámetros bioquímicos y ecográficos durante el seguimiento se analizó de forma descriptiva. Los datos fueron organizados y analizados mediante planillas electrónicas.



Figura 1. Secuencia de ARF de un adenoma paratiroideo. A. Identificación del adenoma con alto flujo. B. Electrodo en posición de ablación durante la ARF. C. Control final mostrando ausencia de vascularización.

RESULTADOS

Características demográficas

La población estudiada presentó una edad media de 62 años (rango 38-77), con predominio del sexo femenino (88%). Al momento

del diagnóstico, el 39% de los pacientes era sintomático, destacándose la osteoporosis en el 32% y la nefrolitiasis en el 16% de los casos. El 19% de los pacientes presentaba hipotiroidismo, mientras que el resto mantenía

función tiroidea normal. En cuanto a antecedentes quirúrgicos, el 18% de los pacientes había sido sometido a procedimientos previos; de estos, el 16% correspondió a cirugías convencionales (lobectomías tiroideas o tiroidectomías totales) y el 2% a ARF.

Datos bioquímicos y ecográficos basales

Los valores bioquímicos basales mostraron una PTH media de 127 pg/mL (rango 64-488) y una calcemia promedio de 10,6 mg/dL (rango 9,3-12,5). El volumen ecográfico medio del adenoma paratiroideo fue de 0,43 cm³ (rango 0,01-2,12 cm³).

Detalles del procedimiento

El procedimiento se realizó con electrodos de 5 mm en el 98% de los casos y en un caso con electrodo de 7 mm (2%), utilizando potencias de 25-30 W. El tiempo promedio de ARF fue de 61 segundos (rango 7-182 segundos). Se utilizó anestesia general en el 75% de los procedimientos y anestesia local con sedación en el 25% restante. No se evidenciaron complicaciones durante el procedimiento ni en el postoperatorio inmediato.

Resultados inmediatos

En el período inmediato post procedimiento se observó un descenso significativo de la PTH, con valores inferiores a 65 pg/mL en el 88% de los pacientes (38/43). El 86% (37/43) presentó una reducción $\geq 50\%$ respecto del valor basal, cumpliendo los criterios de Miami. La ecografía

de control evidenció ausencia de flujo vascular en el 86% de los adenomas tratados.

Seguimiento a mediano y largo plazo

Al seguimiento a los 6 meses, disponible en 36 pacientes, el 70% (25/36) alcanzó una respuesta completa, definida como normalización simultánea de PTH y calcio. Un 17% (6/36) presentó respuesta parcial, calcemia normal y PTH persistentemente elevada, y el 13% (5/36) mostró respuesta incompleta. La reducción volumétrica ecográfica promedio fue del 79%.

A los 12 meses, evaluados 31 pacientes, se observó normalización bioquímica en el 74% (23/31) y una reducción volumétrica del 78%. En el control a 24 meses, disponible en 17 pacientes, la tasa de normalización fue del 60% (10/17), con una reducción volumétrica promedio del 80%.

La disminución del número de pacientes en los controles tardíos se atribuye a los diferentes tiempos de inclusión en el estudio.

Seguridad del procedimiento

Las complicaciones transitorias fueron poco frecuentes. La disfonía transitoria se presentó en el 7% (3/43) de los casos, resolviéndose espontáneamente en un plazo máximo de dos meses y asociándose a antecedentes de cirugía cervical previa. La hipocalcemia transitoria ocurrió en el 5% (2/43) y fue manejada con éxito mediante suplementación oral. No se observaron complicaciones permanentes.

Tabla 1. Evolución de la respuesta bioquímica a los 6, 12 y 24 meses de seguimiento. Respuesta completa: PTH y calcio normales. Respuesta parcial: PTH elevada y calcio normal. Respuesta incompleta: PTH y calcio elevados. Los porcentajes de respuesta se calcularon sobre el número de pacientes evaluados en cada seguimiento.

Seguimiento	N con seguimiento (%)	Respuesta completa (%)	Respuesta parcial (%)	Respuesta incompleta n (%)
6 meses	36/43 (84)	25 (70)	6 (17)	5 (13)
12 meses	31/43 (72)	23 (74)	3 (9)	5 (16)
24 meses	17/43 (39)	10 (60)	2 (12)	5 (29)

Eficacia global

La tasa global de curación fue del 83% (36/43), con confirmación ecográfica de desvascularización en más del 85% de los casos tratados.

DISCUSIÓN

En el manejo endocrinológico del HPTP, la selección de pacientes es crítica para optimizar resultados, donde la ecografía es una herramienta indispensable. Permite no solo localización precisa de APU inferiores (evitando superiores por riesgo de lesión de nervio laríngeo recurrente), sino también evaluación de accesibilidad (profundidad, vascularización), guía intraoperatoria y monitoreo post-tratamiento para detectar respuestas incompletas tempranamente, superando limitaciones de otras modalidades como escintigrafía (sensibilidad 80-90%) en adenomas pequeños [5]. Nuestra serie resalta que una selección rigurosa, basada en ecografía combinada con criterios bioquímicos y clínicos, eleva la tasa de curación a 83%, alineada con literatura como el 85% reportado en un metaanálisis y el 80% en una experiencia multicéntrica, sin correlación con tamaño adenoma o PTH basal [7,12,13]. Además, estudios prospectivos confirman eficacia comparable, con tasas de éxito del 85% y normalización bioquímica sostenida [8,14]. Una revisión de alcance reciente de 2025, que sintetiza evidencia de 16 estudios, reporta tasas de curación bioquímica del 82-84% a 6-12 meses, con control a mediano y potencialmente largo plazo, y bajas tasas de complicaciones, posicionando la ARF como alternativa viable para pacientes no aptos para paratiroidectomía [9].

Los tratamientos médicos (cinacalcet para hipercalcemia, bifosfonatos para osteoporosis) son efectivos en control sintomático (reducción calcio 1-2 mg/dL) pero no curativos, con adherencia baja por costos y efectos adversos (hipocalcemia 10-20%, náuseas) [15]. Ideales para pacientes asintomáticos o de alto riesgo, pero requieren vigilancia indefinida, contrastando con ARF, que ofrece resolución bioquímica en 83-93% con recuperación rápida (48 horas vs. 1-2 semanas cirugía) [16]. La cirugía

convencional (paratiroidectomía mínimamente invasiva) permanece como *gold standard*, con curación 95-98%, recurrencia <5% y datos a largo plazo, pero conlleva riesgos mayores (hipocalcemia 10-30%, lesión nerviosa 1-5%), especialmente en reoperados o comórbidos [1,3]. La ARF, con complicaciones mínimas (disfonía 5-10%, hipocalcemia 5%; similar a cirugía, pero transitorias), es superior en ambulatorio y evita anestesia general, pero limitada por ausencia de RCTs y datos >5 años [11,17]. En nuestra experiencia, ARF destaca en pacientes seleccionados ecográficamente (APU inferiores accesibles), con respuestas parciales (11%) posiblemente por ablación incompleta o enfermedad multiglandular oculta, manejables con monitoreo endocrinológico. Seguimientos ecográficos confirman desvascularización y reducción de tamaño [1,5,6,16].

Se enfatiza la importancia de cursos y formación especializada para operadores de ARF, ya que la técnica requiere experiencia en ecografía intervencionista y manejo anatómico cervical detallado. Según las guías de la *American Thyroid Association (ATA) 2025* para cáncer diferenciado de tiroides, que recomiendan ARF como alternativa condicional para cáncer tiroideo recurrente o residual con evidencia de baja certeza, se infiere por analogía la necesidad de entrenamiento en procedimientos ablativos para patología paratiroidea, incluyendo técnicas como *moving-shot*, que son desafiantes para principiantes y requieren monitoreo constante para minimizar complicaciones [18]. Sociedades como la ATA promueven programas de formación continua para asegurar competencias, destacando que la experiencia del operador es esencial para tasas de éxito óptimas y bajas complicaciones (2% generales). Las limitaciones de este estudio, es la característica del mismo: el diseño unicéntrico, sin brazo control (médico o quirúrgico) con un seguimiento medio. Futuros estudios deben comparar directamente ARF con cirugía o tratamientos médicos en cohortes grandes, enfatizando ecografía y formación estandarizada para selección [19,20].

Agradecimientos: Agradecemos al equipo de la Clínica de Tiroides, incluyendo Cirugía de Cabeza y Cuello, Endocrinología, Medicina Nuclear, Imageología, Bioquímica y Oncología.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron de manera sustancial a la concepción y diseño del estudio, recolec-

ción y análisis de los datos, redacción y revisión crítica del manuscrito, y aprobaron la versión final para su publicación.

Financiamiento

El presente estudio no recibió financiación externa.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Universitario Austral. Todos los pacientes firmaron consentimiento informado previo a su inclusión.

REFERENCIAS

1. Wilhelm SM, Wang TS, Ruan DT, Lee JA, Asa SL, Duh QY, et al. The American Association of Endocrine Surgeons guidelines for definitive management of primary hyperparathyroidism. *JAMA Surg.* 2016; 151:959-68. doi: 10.1001/jamasurg.2016.2310.
2. Bilezikian JP, Brandi ML, Eastell R, Silverberg SJ, Udelsman R, Marcocci C, et al. Guidelines for the management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: summary statement from the Fourth International Workshop. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014; 99:3561-9. doi: 10.1210/jc.2014-1413.
3. Farndon JR. Postoperative complications of parathyroidectomy. In: *Surgical Treatment: Evidence-Based and Problem-Oriented*. Zuckschwerdt; 2001.
4. Neves MC das, Santos RO, Ohe MN. Surgery for primary hyperparathyroidism. *Arch Endocrinol Metab.* 2022; 66:678-88. doi: 10.20945/2359-3997000000557.
5. Ebrahiminik H, Chegeni H, Mosadegh Khah A, Salouti R, Ghomashchi G, Deldar Pasikhani M, et al. Radiofrequency ablation of parathyroid adenomas causing primary hyperparathyroidism: a report of 27 patients. *J Clin Ultrasound.* 2022; 50:540-6. doi: 10.1002/jcu.23181.
6. Khandelwal AH, Batra S, Jajodia S, Gupta S, Khandelwal R, Kapoor AK, et al. Radiofrequency ablation of parathyroid adenomas: safety and efficacy in a study of 10 patients. *Indian J Endocrinol Metab.* 2020; 24:543-50. doi: 10.4103/ijem.IJEM_671_20.
7. Ha EJ, Kim JH, Lee JY, Ham T, Lee JH, Chung SR, et al. Radiofrequency ablation for patients with primary hyperparathyroidism: a multicenter non-randomized open-label single-arm prospective clinical trial. *Eur Radiol.* 2026; 36:396-405. doi: 10.1007/s00330-025-11860-2.
8. Chai HH, Zhao Y, Zeng Z, Ye RZ, Hu QH, He HF, et al. Efficacy and safety of ultrasound-guided radiofrequency ablation for primary hyperparathyroidism: a prospective study. *Korean J Radiol.* 2022; 23:555-65. doi: 10.3348/kjr.2021.0716.
9. Santos PM, Fernandes ML, Barbosa AP. The application of radiofrequency ablation on primary hyperparathyroidism: a scoping review. *Endocrinol Insights.* 2025; 20:197-209. doi: 10.1159/000548739.
10. Jeong SY, Lee KH, Lee JY, Ham T, Lim H, Ryu M, et al. Efficacy and safety of radiofrequency ablation for hyperparathyroidism: a meta-analysis and systematic review. *Eur Radiol.* 2025; 35:6583-97. doi: 10.1007/s00330-025-11581-6.
11. Chehrehgosha H, Chegini H, Heydari I, Ebrahiminik H, Salouti R, Golzarian J. Radiofrequency ablation of parathyroid adenoma: results of a retrospective analysis of 60 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2024; 47:762-70. doi: 10.1007/s00270-024-03725-w.
12. Bilgin C, Hibbert R, Oztepe F, Sfeir JG, Wermers RA, Adamo DA, et al. Percutaneous ablation of parathyroid adenomas: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2025; 110:e3150-62. doi: 10.1210/clinem/dgaf270.
13. Hussain I, Ahmad S, Aljammal J. Radiofrequency ablation of parathyroid adenoma: a novel treatment option for primary hyperparathyroidism. *AACE*

- Clin Case Rep. 2021; 7:195-9. doi: 10.1016/j.aace.2021.01.002.
14. Wei Y, Peng CZ, Wang SR, He JF, Peng LL, Zhao ZL, et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for primary hyperparathyroidism: a multicenter retrospective study. *Int J Hyperthermia*. 2021; 38:1023-30. doi: 10.1080/02656736.2021.1945689.
 15. Ng CH, Chin YH, Tan MHQ, Ng JX, Yang SP, Kiew JJ, et al. Cinacalcet and primary hyperparathyroidism: systematic review and meta regression. *Endocr Connect*. 2020; 9:724-35. doi: 10.1530/EC-20-0221.
 16. Xu W, Li S, Cheng F, Gong L, Tang W, Lu J, et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for patients with primary and secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2023; 55:2237-47. doi: 10.1007/s11255-023-03543-y.
 17. Qiu X, Gao M, Zhang D, Ji F. Efficacy and safety of radiofrequency ablation for primary and secondary hyperparathyroidism: a retrospective study. *Sci Rep*. 2023; 13:16949. doi: 10.1038/s41598-023-44204-5.
 18. Ringel MD, Sosa JA, Baloch Z, Bischoff L, Bloom G, Brent GA, et al. 2025 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with differentiated thyroid cancer. *Thyroid*. 2025; 35:841-985. doi: 10.1177/10507256251363120.
 19. Liu F, Liu Y, Peng C, Yu M, Wu S, Qian L, et al. Ultrasound-guided microwave and radiofrequency ablation for primary hyperparathyroidism: a prospective, multicenter study. *Eur Radiol*. 2022; 32:7743-54. doi: 10.1007/s00330-022-08851-y.
 20. Kandil E, Haidari M, Issa PP, Omar M, Shama M. Radiofrequency ablation of an intrathyroidal parathyroid adenoma with intraoperative parathyroid hormone monitoring: a case report of a novel technique. *Gland Surg*. 2023; 12:704-9. doi: 10.21037/gs-22-733.