

### Original

## Paratiroidectomía radioguiada: ¿qué aporta a la cirugía? Estudio observacional, prospectivo, realizado en un solo centro



Pilar Salvador Egea<sup>a</sup>, Isabel Blanco Saiz<sup>b</sup>, Emma Anda Apiñániz<sup>c</sup>, Aitor Redondo Expósito<sup>a</sup>, Cristina Erce García<sup>a,\*</sup>, Irati Pérez Otermin<sup>d</sup> y Naomi Cruz Vásquez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Cirugía Endocrina, Servicio de Cirugía General, Hospital Universitario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

<sup>b</sup> Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Universitario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

<sup>c</sup> Servicio de Endocrinología, Hospital Universitario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

<sup>d</sup> Servicio de Cirugía General, Hospital Universitario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

##### Historia del artículo:

Recibido el 16 de septiembre de 2024

Aceptado el 23 de octubre de 2024

On-line el 16 de enero de 2025

##### Palabras clave:

Hiperparatiroidismo primario

Paratiroides

Radioguiado

#### R E S U M E N

**Introducción:** El objetivo fue evaluar si un abordaje radioguiado permite una mayor tasa de detección intraoperatoria del adenoma y una paratiroidectomía mínimamente invasiva, con la misma o mejor tasa de curación del hiperparatiroidismo primario por adenoma paratiroides.

**Métodos:** Estudio observacional, prospectivo y unicéntrico con 254 pacientes consecutivos afectados de hiperparatiroidismo primario, entre 2017 y 2022. Se realizaron un total de 258 procedimientos: 129 no radioguiados (CNR) y 129 radioguiados (CR) (112 con 99mTc-MIBI intravenoso y 17 con inyección intralesional de 99mTc-MAA) con gammasonda intraoperatoria y gammacámara. Seguimiento postoperatorio durante al menos un año.

**Resultados:** Sin diferencias entre ambos grupos en cuanto a edad, sexo, niveles preoperatorios de calcio u hormona paratiroides, localización del adenoma con gammagrafía con 99mTc-MIBI y ecografía, y morbilidad quirúrgica. La localización quirúrgica intraoperatoria fue del 97,7% en ambos grupos. Diferencias estadísticamente significativas a favor de CR: permitió realizar paratiroidectomía mínimamente invasiva (CR: 96,9%, CNR: 88,4%;  $p = 0,015$ ), también en pacientes con cirugía previa de cuello (CR: 75%, CNR: 28%;  $p = 0,019$ ) o adenomas ectópicos (CR: 93,3%, CNR: 71,4%;  $p = 0,012$ ). El tiempo operatorio fue significativamente menor (CR: 51 min, CNR: 59,79 min;  $p = 0,005$ ). No hubo diferencias significativas en las complicaciones postoperatorias entre los grupos. La curación bioquímica se alcanzó a los 6 meses en el 97,7% de CR y el 93,8% de CNR ( $p = 0,12$ ).

**Conclusiones:** La cirugía radioguiada es útil en adenomas ectópicos y en pacientes con cirugía cervical previa y permite un abordaje mínimamente invasivo con mayor frecuencia. Es una

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [cristina.erce.garcia@navarra.es](mailto:cristina.erce.garcia@navarra.es) (C. Erce García).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2024.10.015>

0009-739X/© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

cirugía segura, fácilmente realizable por un cirujano endocrino y utiliza equipamiento habitual en los quirófanos de cirugía general.

© 2024 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

## Radioguided parathyroidectomy: How does it contribute to surgery? Observational, prospective, single-center study

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Primary hyperparathyroidism  
Parathyroid  
Radioguided

**Introduction:** The objective was to evaluate whether a radioguided approach allows a higher intraoperative detection rate of adenoma and a minimally invasive parathyroidectomy, with the same or better cure rate of hyperparathyroidism secondary to parathyroid adenoma.

**Methods:** This was an observational, prospective, single-center study involving 254 consecutive patients with primary hyperparathyroidism, between 2017 and 2022. A total of 258 procedures were performed: 129 non radioguided (NRS) and 129 radioguided (RS) (112 with intravenous <sup>99m</sup>Tc-MIBI and 17 with ultrasound-guided intralesional <sup>99m</sup>Tc-MAA injection) with an intraoperative gamma probe and gamma camera. Follow-up was performed for at least one year.

**Results:** There were no differences between the groups in terms of age, sex, preoperative calcium or parathyroid hormone levels, adenoma localization with <sup>99m</sup>Tc-MIBI-gamma-graphy and ultrasound, and surgical morbidity. Intraoperative surgical localization was 97.7% in both groups. Statistically significant differences supported RS: It allowed to perform minimally invasive parathyroidectomy (RS: 96.9%, NRS 88.4%;  $p = 0.015$ ), also in patients with previous neck surgery (RS: 75%, NRS: 28%;  $p = 0.019$ ) and with ectopic adenomas (RS: 93.3%, NRS: 71.4%;  $p = 0.012$ ). The operative time was significantly shorter (RS: 51 min, NRS: 59.79 min;  $p = 0.005$ ). There were no significant differences in the postoperative complications between the groups. Biochemical cure at 6 months was achieved in 97.7% of RS and 93.8% of NRS ( $p = 0.12$ ).

**Conclusions:** Radioguided minimally invasive parathyroidectomy is useful in ectopic adenomas and in patients with previous cervical surgery and allows a minimally invasive approach more frequently. It is a safe surgery, easily reproducible by an endocrine surgeon and requires usual equipment found in operating rooms.

© 2024 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

## Introducción

El adenoma paratiroideo es la causa más frecuente del hiperparatiroidismo primario (HPP) y la cirugía es el único tratamiento curativo<sup>1</sup>.

El abordaje quirúrgico clásico del HPP, definido como hipercalcemia por secreción crónica autónoma de hormona paratiroidea (PTH) con niveles elevados, o, en ocasiones, inapropiadamente normales en relación con las cifras de calcemia, ha sido la exploración cervical bilateral, con evaluación de las 4 glándulas y exéresis de aquellas macroscópicamente patológicas. Sin embargo, esto cambió radicalmente desde el desarrollo de procedimientos diagnósticos más precisos (ecografía cervical de alta resolución y, sobre todo, SPECT-CT en la gammagrafía MIBI)<sup>2</sup> que permiten una localización anatómica más exacta de la glándula patológica<sup>3</sup> y, en consecuencia, su exéresis

mediante una paratiroidectomía mínimamente invasiva<sup>4</sup>. Este es actualmente el procedimiento de elección en los pacientes que presentan un adenoma único<sup>5</sup> con 2 pruebas de localización positivas, mientras que la cervicotomía clásica permanece indicada en los casos de afectación multiglandular, la indicación concomitante de cirugía tiroidea o en el carcinoma paratiroideo.

A pesar de las altas tasas de éxito de la exéresis de la paratiroidectomía mínimamente invasiva (95-96,9%)<sup>6</sup>, algunos pacientes en los que el procedimiento falla (frecuentemente por afectación de más de una glándula o por su localización ectópica) podrían beneficiarse del marcaje prequirúrgico de las glándulas afectas, incrementando la eficacia de la técnica quirúrgica selectiva. En este contexto se ha difundido en los últimos años la paratiroidectomía mínimamente invasiva radioguiada (PMIR), descrita por primera vez en 1997 por Norman y Chheda<sup>7</sup>, mediante la administración preoperatoria de <sup>99m</sup>Tc-MIBI.

Este procedimiento reduce el tiempo operatorio<sup>8-10</sup>, con un porcentaje elevado de curación<sup>11</sup>, manteniendo escasas complicaciones<sup>8-10</sup> y dolor postoperatorio, con óptimos resultados cosméticos, pero además permite la confirmación inmediata del éxito de la resección, lo que a su vez disminuye el riesgo de HPP persistente/recurrente<sup>12</sup>, y en este contexto se propone obviar el estudio por congelación de la biopsia o la determinación de PTH intraoperatoria<sup>13,14</sup>, lo que disminuiría a su vez el tiempo quirúrgico y los costes<sup>11</sup>.

La PMIR puede estar especialmente indicada en escenarios clínicos más comprometidos, como los pacientes con antecedentes quirúrgicos cervicales<sup>8,15,16</sup> o con lesiones ectópicas<sup>8,10,17-19</sup>, permitiendo en ambas circunstancias un abordaje quirúrgico dirigido.

En nuestro centro comenzamos a implementar la paratiroidectomía mínimamente invasiva con un protocolo establecido en 2017, y posteriormente se incorporó la PMIR en marzo de 2020<sup>20</sup>.

El objetivo del presente estudio ha sido evaluar si en los pacientes con HPP con indicación quirúrgica de nuestro hospital, la realización de un abordaje quirúrgico radioguiado, respecto de los que se operan sin esta técnica, permite una mayor tasa de localización intraoperatoria del adenoma, y posibilita con más frecuencia realizar abordajes mínimamente invasivos, con la misma o mejor tasa de curación del hiperparatiroidismo y con similares tiempos quirúrgicos y morbilidades.

## Métodos

Llevamos a cabo un estudio observacional, prospectivo, unicéntrico, de 2 cohortes, una serie consecutiva de pacientes diagnosticados de HPP por adenoma paratiroideo con indicación quirúrgica<sup>21</sup> para realizar cirugía mínimamente invasiva. Solo ante la imposibilidad técnica o no hallazgo del adenoma se ampliaría la incisión a una cervicotomía clásica. Todos los pacientes fueron incluidos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de Medicamentos del hospital.

Entre marzo de 2017 y marzo de 2020 se realizaron 129 cirugías no radioguiadas (CNR), y entre marzo de 2020 y diciembre de 2022 se realizaron 129 cirugías radioguiadas (CR). El equipo quirúrgico está compuesto por 4 cirujanos, que han realizado ambos tipos de abordaje. Se finalizó el estudio en diciembre del 2022, escogimos como punto de corte un número de cirugías similar en ambos grupos para que fueran comparables, y como tiempo mínimo de seguimiento posterior se determinó un año, para precisar curación y morbilidad definitiva. Ningún paciente se perdió en el seguimiento.

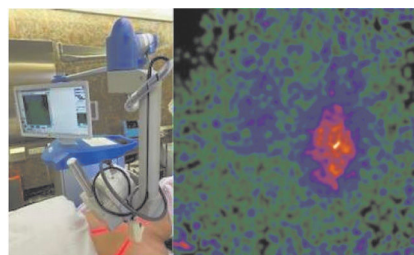
Presentamos en la [tabla 1](#) las características de los 2 grupos a estudio. Se trata de 2 grupos homogéneos, con una edad media de 61 años (14-88 años), con una mediana de 63.

Tabla 1 – Datos poblacionales			
	CNR	CR	p
Sexo, n (%)			0,76
Mujeres	103 (79,8)	101 (78,3)	
Varones	26 (20,2)	28 (21,7)	
Edad (años), media (DE)	62,5 (14,6)	63 (11,74)	0,508

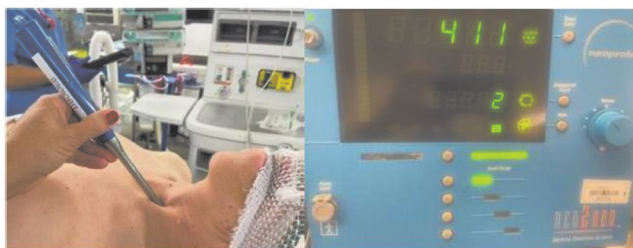
Como requisito para realizar la cirugía selectiva mínimamente invasiva, los pacientes debían presentar 2 métodos de imagen de localización preoperatoria positivos y congruentes en la localización de la glándula patológica, siendo el MIBI (siempre con SPECT-CT) y la ecografía cervical las técnicas de imagen de primera línea. En los casos en que una de estas fuera negativa o los resultados fueran discordantes, se completó con otros estudios (PET con metionina o colina y/o TAC-4D). En aquellos pacientes con enfermedad tiroidea nodular concomitante sin indicación quirúrgica del tiroides, se realizó además gammagrafía tiroidea con <sup>99m</sup>Tc para evitar el factor de confusión entre la enfermedad tiroidea nodular y paratiroidea sin que fueran excluidos para la cirugía mínimamente invasiva (48 pacientes). Se definió la ectopia del adenoma paratiroideo como la no localización de la lesión en situación ortotópica.

Se incluyen en el estudio 258 procedimientos realizados en 254 pacientes, ya que 4 fueron intervenidos en 2 ocasiones, los 4 por persistencia del HPP. En 15 casos, el paciente tenía algún antecedente quirúrgico cervical.

El grupo de CR incluyó 112 procedimientos realizados mediante la administración iv de <sup>99m</sup>Tc-MIBI (185 MBq una hora antes de la intervención) y 17 (6,58%) mediante la administración intralesional ecoguiada de <sup>99m</sup>Tc-MAA (37 MBq el mismo día de la intervención), según protocolos previamente implementados en nuestra unidad<sup>20</sup> en pacientes con gammagrafía <sup>99m</sup>Tc-MIBI negativos. En ambos procedimientos se adquirió una imagen planar gammagráfica que debía ser compatible con la preoperatoria, y si no lo era, se realizaba una imagen tridimensional, un SPECT-CT y además marcaje preoperatorio de la piel sobre la lesión en el Departamento de Medicina Nuclear. Todo esto manteniendo un intervalo entre la adquisición de las imágenes y la cirugía menor de una hora. Las intervenciones se llevaron a cabo bajo anestesia general en todos los pacientes. Antes de la incisión, en los pacientes del grupo de CR el cuello se evaluaba con la ayuda de la gammasonda detectora (Gamma Probe, Neo 2000<sup>®</sup>, Neoprobe Corporation, Dublín, Ohio, EE. UU.) y gammacámara intraoperatoria (Sentinella<sup>®</sup>, Oncovision, Valencia, España) ([figs. 1 y 2](#)). La cirugía comienza con una incisión cervical transversa, de 1,5-2,5 cm de longitud, aproximadamente 1,5 cm por encima del manubrio esternal. La incisión se dispone lateralmente, mientras que, en aquellos 3 casos con hallazgo perioperatorio de localización bilateral de un doble adenoma, la incisión fue una cervicotomía central



**Figura 1 – La gammagrafía realizada en la mesa quirúrgica confirma la localización y la captación adecuada de <sup>99m</sup>Tc-MIBI por parte del adenoma.**



**Figura 2 – Se utilizó una gammasonda para determinar las cuentas por segundo emitidas por la lesión antes y después de la cirugía. También se utilizó la gammasonda durante la cirugía para la localización del adenoma.**

transversa menor de 3 cm. El acceso al adenoma se realiza siempre mediante un abordaje lateral.

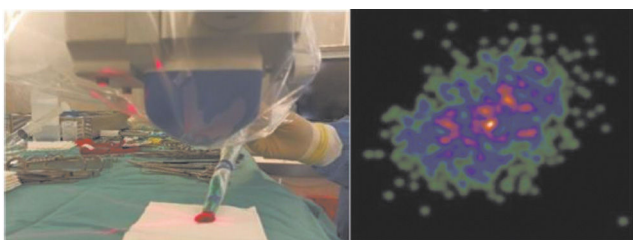
Todas las piezas quirúrgicas se estudiaron anatomopatológicamente mediante cortes por congelación para la confirmación intraoperatoria de la paratiroides patológica (no se midió el valor de la PTH). En el grupo de CR se cerró la incisión quirúrgica si se confirmaba mediante gammacámara y gammasonda que la pieza extirpada había captado radiofármaco y correspondía a la glándula patológica en su imagen macroscópica (fig. 3).

Se registró el tiempo desde la entrada del paciente a quirófano hasta su salida (tiempo anestésico y quirúrgico, que referimos en el estudio como tiempo operatorio), recogido por personas ajenas al servicio.

Se definió la curación del paciente como la presencia de calcemia normal a los 6 meses de la cirugía. La suplementación oral de la calcemia en nuestra unidad se realiza según los valores analíticos de calcemia, siendo necesario si esta es  $< 7,5-8$  mg/dl, con calcitriol  $0,25 \mu\text{g}/12$  h y carbonato cálcico  $1 \text{ g}/8$  h<sup>22</sup>. Un único paciente (0,38%) del grupo CR requirió una reintervención, una revisión quirúrgica por hematoma postoperatorio.

Se realizó laringoscopia pre y postoperatoria en todos los pacientes.

Los datos para el estudio fueron recogidos en IBM SPSS® Statistics 25. Las variables cuantitativas continuas que siguen una distribución normal se analizaron mediante la t de Student para muestras independientes, mientras que las que no siguen una distribución normal se analizaron mediante la U de Mann-Whitney. Las variables cualitativas se compararon mediante la Chi cuadrado. Se obtuvo el consentimiento escrito para el estudio de todos los pacientes.



**Figura 3 – Confirmación ex vivo de la exéresis del adenoma mediante gammasonda (izquierda) y gammacámara (derecha).**

## Resultados

Se trata de un total de 254 pacientes, con 258 procedimientos ya que 4 pacientes fueron intervenidos en 2 ocasiones, los 4 por persistencia del HPP. Tres de ellos presentaban un segundo adenoma diagnosticado al menos un año después de la primera intervención, y el cuarto una indicación dudosa de la segunda cirugía. No se excluyó ningún paciente para la cirugía.

No hubo diferencias significativas entre ambos grupos (tabla 2) en cuanto a calcemia preoperatoria (CNR  $11,1$  mg/dl y CR  $10,9$  mg/dl;  $p = 0,103$ ) y valor medio de la PTH (CNR  $217,71$  pg/ml y CR  $238,92$  pg/ml;  $p = 0,35$ ). No hubo significación estadística entre ambos grupos en cuanto a localización preoperatoria en los estudios de imagen realizados previamente para la identificación de la lesión paratiroidea. La gammagrafía SPECT-CT MIBI fue diagnóstica en el 89,9% del grupo de CR y en el 85,3% del grupo de CNR ( $p = 0,34$ ); la ecografía cervical en el 76% del grupo de CR y el 73,6% del grupo de CNR ( $p = 0,77$ ).

En el caso de que la ecografía y la gammagrafía dieran resultados discordantes, se realizó PET-metionina (en 58 pacientes, hasta marzo de 2019; localizó el 91,5% de los adenomas), PET-colina (en 34 pacientes, iniciado en marzo de 2019; localizó el 94,3% de los adenomas) y/o TAC cervical 4D (en 17 pacientes; localizó el 80% de los adenomas). En aquellos casos de coexistencia de nodularidad tiroidea, se realizó gammagrafía tiroidea con  $99\text{-Tc}$  en 48 casos (18,6%) para evitar factor de confusión diagnóstico.

La localización quirúrgica intraoperatoria de las lesiones fue del 97,7% en ambos grupos (tabla 3), pero logrando la exéresis mediante cirugía mínimamente invasiva en el 96,9% de los pacientes del grupo CR (en 4 pacientes hubo que ampliar la incisión inicial), frente al 88,4% (15 pacientes) de los casos del grupo CNR. En los casos en que no se pudo realizar un abordaje mínimamente invasivo, hubo que realizar durante el procedimiento quirúrgico una cervicotomía clásica para extirpar la lesión. Esta diferencia resultó ser estadísticamente significativa ( $p = 0,015$ ).

En cuanto a la presencia de cirugía previa cervical, se pudo realizar un abordaje mínimamente invasivo en el 75% de los pacientes con antecedentes quirúrgicos cervicales en el grupo CR (6/8), y solo en el 28% en el grupo CNR (2/7), siendo la diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,019$ ).

A su vez, se pudo extirpar mediante acceso mínimamente invasivo el 93,3% de las lesiones ectópicas del grupo CR (28/30) y el 71,4% del grupo CNR (10/14), lo cual también supone una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,012$ ).

El tiempo operatorio de CR fue de 51 min frente a los 59,79 min de la CNR, significativamente menor ( $p = 0,003$ ).

La estancia hospitalaria media fue menor de 20 h en ambos grupos (debido al horario administrativo de un hospital de la sanidad pública).

No hubo diferencias significativas entre ambos grupos en lo que respecta a complicaciones definitivas de la cirugía. Se registró parálisis recurrencial en 5 casos (1,93%), 4 (3,1%) en el grupo CNR y uno (0,77%) en el grupo de CR ( $p = 0,37$ ). Se dio hipocalcemia posquirúrgica transitoria con requerimiento de aporte de calcio y vitamina D en 12 procedimientos (4,65%), 9 en el grupo de CR y 3 en el grupo de CNR ( $p = 0,108$ ). Un único

**Tabla 2 – Resultados preoperatorios**

	CNR	CR	p
<i>Análisis preoperatorios</i>			
Calcio en sangre (mg/dl)	11,1 (IC 95% 10,9-11,2)	10,9 (IC 95% 10,8-11,1)	0,103
Hormona paratiroidea (pg/ml)	217,7 (IC 95% 188,09-247,34)	238,9 (IC 95% 205,27-272,57)	0,35
<i>Estudios de localización, n (%)</i>			
SPECT MIBI	110 (85,3)	116 (89,9)	0,34
Ecografía	95 (73,6)	98 (76)	0,77

**Tabla 3 – Resultados del estudio**

	CNR	CR	p
Se consiguió localización quirúrgica, n (%)	126 (97,7)	126 (97,7)	1,000
Se pudo realizar abordaje mínimamente invasivo, n (%)	114 (88,4)	125 (96,9)	0,015
Tiempo operatorio (minutos), media (DE)	59,8 (26,33)	51 (20,50)	0,003
Adenomas ectópicos que se pudieron resear a través de un abordaje mínimamente invasivo, n/N (%)	10/14 (71,4%)	28/30 (93,3)	0,012
Abordaje mínimamente invasivo/pacientes con cirugía cervical previa, n (%)	2/7 (28)	6/8 (75)	0,019
Peso del adenoma (mg), mediana (rango intercuartílico)	685 (430-1.222,5)	736 (410-1.350)	0,617
Parálisis recurrencial, n (%)	4 (3,1)	1 (0,8)	0,37
Hipocalcemia postoperatoria, n (%)	3 (2,7)	9 (7)	0,11
Hematoma postoperatorio que requiere revisión quirúrgica, n (%)	0	1 (0,38)	0,16
Curación del hiperparatiroidismo primario, n (%)	120 (93,8)	125 (97,7)	0,123

paciente (0,38%) del grupo CR requirió una reintervención, una revisión quirúrgica por hematoma postoperatorio.

El seguimiento a 12 meses ha demostrado que la tasa de curación bioquímica fue superior en el grupo de CR, registrándose 125 casos con normocalcemia (97,7%) frente a 120 del grupo CNR (93,8%), aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa.

## Discusión

El tratamiento quirúrgico del HPP se ha hecho cada vez más selectivo, gracias a los avances tecnológicos de los estudios de imagen para la localización de la glándula patológica, que han permitido la exéresis mediante cirugía selectiva, mínimamente invasiva.

La correcta valoración preoperatoria de los pacientes es de extrema importancia para establecer la indicación de paratiroidectomía mínimamente invasiva, para identificar a los pacientes que presentan una única lesión y establecer su ubicación anatómica. Consideramos en este sentido que la adquisición rutinaria de SPECT-CT en la gammagrafía paratiroidea con  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI<sup>9,23,24</sup> en los casos de nuestra serie permite precisar la localización del adenoma de paratiroides, su tamaño y relación con estructuras próximas, favoreciendo su exéresis a través de un acceso mínimamente invasivo.

En los últimos tiempos se ha incorporado el marcaje preoperatorio de la lesión con diferentes dosis de radiotrazadores en CR, según distintos protocolos<sup>25-27</sup>. El procedimiento quirúrgico radioguiado en nuestro caso ha mantenido la elevada tasa de detección y resección del adenoma paratiroideo<sup>20</sup>, siendo similar a otras series<sup>9,11</sup>. Incluso, la tasa de curación es superior en el grupo de CR, entre otros motivos por la resección exitosa de una lesión sincrónica. En 3 pacientes de CR se extirparon 2 adenomas sincrónicos evitando en

consecuencia la persistencia de la enfermedad. Consideramos que esta mejora fue debida a la reevaluación con imagen el día de la intervención (debido al protocolo utilizado) como la imagen *in vivo* mediante la gammacámara portátil intraoperatoria.

En los últimos años, se han incorporado varias técnicas para la localización intraoperatoria de las glándulas paratiroides (verde de indocianina, near-infrared autofluorescence, etc.)<sup>28-30</sup>. Estas técnicas se han utilizado principalmente como apoyo en la cirugía tiroidea, para reducir la tasa de resección inadvertida de glándulas paratiroides y como comprobación de la viabilidad de las glándulas tras la cirugía. Sin embargo, no se han realizado apenas estudios en cuanto a su utilidad en los casos de cirugía de los adenomas paratiroides<sup>29</sup>. La ventaja del uso del MIBI con gammacámara y sonda es que, por un lado, ya se ha comprobado preoperatoriamente que son capaces de localizar los adenomas, lo cual es especialmente importante en lesiones ectópicas. Además, pueden hacer la localización *in situ*, desde la localización con piel cerrada en la posición del paciente anestesiado hasta permitir la disección en profundidad, ya que la detección de la radiación no está interferida por el resto de los tejidos o la profundidad del adenoma. Todo ello facilita realizar un abordaje mínimamente invasivo.

En nuestro trabajo no se ha encontrado una correlación entre el valor de la PTH y el peso glandular. Creemos que puede explicarse porque el peso de los adenomas oscilaba entre 200 y 17.000 mg, y no había una concordancia entre algunos adenomas grandes y pesados de naturaleza quística y su actividad metabólica, que era pequeña.

En el seguimiento de los pacientes se ha registrado HPP persistente o recurrente en un porcentaje de pacientes mayor en el grupo CNR, lo que evidencia que en algunos pacientes de este grupo la resección de los adenomas ha podido ser incompleta.

La CR posibilita realizar más casos a través de un acceso mínimamente invasivo. En el 11,6% de los pacientes incluidos en el grupo CNR, hubo que realizar una ampliación del acceso quirúrgico durante la propia intervención para extirpar la glándula patológica, y esto solo ocurrió en un 3,1% del grupo de CR.

La CR ha reducido significativamente el tiempo operatorio. Esto puede explicarse en parte por la mayor experiencia adquirida por el equipo (equipo quirúrgico que realiza más de 40 paratiroidectomías al año), pero consideramos que también está en estrecha relación con los dispositivos de detección intraoperatoria. Por un lado, la señal acústica y de recuento de la gammasonda sirve de guía al cirujano en la disección por planos. Por otro, la imagen con gammacámara intraoperatoria permite la confirmación inmediata (*ex vivo*) de la exéresis de la glándula paratiroidea patológica, lo que disminuye el tiempo operatorio al no necesitar otros estudios intraoperatorios para su confirmación (biopsia intraoperatoria de la lesión o determinación intraoperatoria de PTH), y garantiza, a su vez, el éxito de la intervención. Sin duda, la mayor experiencia del equipo también contribuye a la disminución del tiempo operatorio. Aunque la diferencia de tiempo entre ambos grupos no parece muy importante, es algo menos de 9 min (presenta significación estadística), cualquier reducción del tiempo operatorio resulta de ayuda para el paciente y el Sistema de Salud. La eficiencia en los tiempos de uso de los quirófanos puede permitir realizar más procedimientos en la misma franja de tiempo y demuestra que los equipos coordinados en el trabajo consiguen estos objetivos.

La CR ofrece ventajas respecto a la CNR convencional<sup>31</sup>, especialmente en escenarios clínicos más comprometidos, como los pacientes con antecedentes quirúrgicos cervicales<sup>16</sup> o con lesiones ectópicas<sup>8,9,15,17-19</sup>. En ambas circunstancias posibilita un abordaje selectivo y reduce también el riesgo de HPP persistente o recurrente al asegurar la exéresis completa de la lesión causante del HPP<sup>12</sup>.

En este contexto, en los pacientes reoperados se han descrito tasas de detección del 68-96%<sup>8,15</sup>, sin aumentar las complicaciones inherentes a una reintervención cervical<sup>15</sup>. En la serie que presentamos, efectivamente el procedimiento radioguiado ha facilitado la resección mínimamente invasiva del adenoma paratiroideo en la mayor parte de los pacientes que presentaban antecedentes quirúrgicos cervicales (75%), mientras que en el grupo de CNR, la mayoría requirieron finalmente una cervicotomía clásica para localizar y extirpar la glándula, y solo en un 28% se pudo realizar de forma mínimamente invasiva.

Respecto al abordaje selectivo de las glándulas ectópicas<sup>8,17-19,32</sup>, se ha descrito su exéresis hasta en el 90% de los casos, e incluso un 60% con acceso mínimamente invasivo<sup>33</sup>. En nuestro caso, la CR ha permitido extirpar la glándula ectópica con un abordaje mínimamente invasivo en un porcentaje de casos significativamente mayor (93,3% CR frente al 71,4% CNR). Como la cirugía radioguiada ha permitido una mejor detección y éxito quirúrgico, a más pacientes con adenomas ectópicos se ha indicado un abordaje mínimamente invasivo de entrada cuando previamente, la mayoría se operaban a través de una cervicotomía clásica. Además, consideramos que la incorporación del procedimiento radioguiado ha implicado que se haya realizado un abordaje

mínimamente invasivo en un mayor número de pacientes con lesiones ectópicas que en el periodo anterior.

En principio, la existencia de afectación multiglandular era criterio de exclusión para cirugía mínimamente invasiva<sup>9</sup>. Sin embargo, en nuestra serie pudimos extirpar más de una lesión mediante PMIR (3 dobles adenomas diagnosticados en los estudios perioperatorios).

No hubo diferencias significativas entre los 2 grupos respecto de las complicaciones postoperatorias. La CR es, por tanto, efectiva y segura<sup>8-10</sup>, manteniendo escasas complicaciones, similar a otras series<sup>22</sup>, como se objetiva en nuestros resultados y permite incisiones más pequeñas con más frecuencia, lo que posibilita mejores resultados cosméticos.

Una de las teóricas limitaciones de la CR de paratiroides es la dificultad que puede suponer la frecuente coexistencia de enfermedad tiroidea nodular no quirúrgica, sobre todo en zonas endémicas, con el riesgo de hallazgos falsamente positivos que corresponden en realidad a nódulos tiroideos que captan con avidéz y retienen el MIBI, con una intensidad similar o superior a los adenomas paratiroides. De hecho, en algunas series publicadas<sup>10</sup> se descartan estos pacientes para PMIR. Tanto la realización de 99Tc-gammagrafía tiroidea (48 pacientes) entre los estudios diagnósticos previos como la reevaluación del MIBI el día de la intervención quirúrgica y la imagen con gammacámara intraoperatoria permitieron la diferenciación entre nódulos tiroideos y adenomas paratiroides.

Uno de los inconvenientes es que el procedimiento ha de estar bien protocolizado y requiere una estricta coordinación de los servicios implicados, dado que el radiotrazador va perdiendo actividad y desapareciendo del tejido paratiroideo. En nuestro caso, hemos conseguido una buena sincronización de los equipos humanos, el quirúrgico con el de medicina nuclear, sin que haya supuesto una inversión de tiempo extraordinaria. No obstante, cada grupo debe establecer su propia metodología.

Una limitación de nuestra investigación es que se trata de un estudio observacional, sin embargo, el número de casos es amplio, incluye todos los casos con indicación de cirugía y ningún paciente se ha perdido en el seguimiento, lo que aporta ausencia de sesgo o error.

En conclusión, la PMIR tiene un gran interés en adenomas ectópicos y en pacientes con cirugía cervical previa, y posibilita realizar con mayor frecuencia abordajes mínimamente invasivos. Se trata de una cirugía segura, fácilmente reproducible para un cirujano endocrino, utilizando para su realización un aparataje frecuente en nuestros quirófanos.

---

## Declaración de contribución de autoría CRediT

Pilar Salvador Egea: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, redacción del borrador inicial y edición del manuscrito final.

Isabel Blanco Saiz: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación y edición del manuscrito final.

Emma Anda Apiñániz: investigación, metodología, supervisión, validación y edición del manuscrito final.

Aitor Redondo Expósito: recogida de datos, análisis formal, metodología, validación, redacción del borrador inicial y edición del manuscrito final.

Cristina Erce García: recogida de datos, análisis formal, metodología, validación, redacción del borrador inicial y edición del manuscrito final.

Irati Pérez Otermin: recogida de datos.

Naomi Cruz Vásquez: recogida de datos.

## Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bilezikian JP, Khan AA, Silverberg SJ, Fuleihan GE, Marcocci C, Minisola S, et al. Evaluation and management of primary hyperparathyroidism: Summary statement and guidelines from the Fifth International Workshop. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2022;37:2293-314. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.4677>.
- Patel CN, Salahudeen HM, Lansdown M, Scarsbrook AF. Clinical utility of ultrasound and 99mTc sestamibi SPECT/CT for preoperative localization of parathyroid adenoma in patients with primary hyperparathyroidism. *Clin Radiol* [Internet]. 2010;65:278-87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2009.12.005>.
- Wong KK, Chondrogiannis S, Bowles H, Fuster D, Sánchez N, Rampin L, et al. Hybrid-fusion SPECT/CT systems in parathyroid adenoma: Technological improvements and added clinical diagnostic value. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol* (Engl Ed) [Internet]. 2016;35:385-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.remnie.2016.07.007>.
- Petranović Ovcariček P, Giovannella L, Carrió Gasset I, Hindié E, Huellner MW, Luster M, et al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;48:2801-22.
- Sackett WR, Barraclough B, Reeve TS, Delbridge LW. Worldwide trends in the surgical treatment of primary hyperparathyroidism in the era of minimally invasive parathyroidectomy. *Arch Surg* [Internet]. 2002;137:1055-9. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.137.9.1055>.
- Ishii H, Mihai R, Watkinson JC, Kim DS. Systematic review of cure and recurrence rates following minimally invasive parathyroidectomy. *BJS Open* [Internet]. 2018;2:364-70. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs5.77>.
- Norman J, Chheda H. Minimally invasive parathyroidectomy facilitated by intraoperative nuclear mapping. *Surgery* [Internet]. 1997;122:998-1003. [http://dx.doi.org/10.1016/s0039-6060\(97\)90201-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0039-6060(97)90201-4). discussion 1003-4.
- Rubello D, Pelizzo MR, Boni G, Schiavo R, Vaggelli L, Villa G, et al. Radioguided surgery of primary hyperparathyroidism using the low-dose 99mTc-sestamibi protocol: Multiinstitutional experience from the Italian Study Group on Radioguided Surgery and Immunoscintigraphy (GISCRIS). *J Nucl Med*. 2005;46:220-6.
- Rubello D, Mariani G, Al-Nahhas A, Pelizzo MR, Italian Study Group on Radioguided Surgery and Immunoscintigraphy (GISCRIS). Minimally invasive radio-guided parathyroidectomy: Long-term results with the 'low 99mTc-sestamibi protocol'. *Nucl Med Commun* [Internet]. 2006;27:709-13. <http://dx.doi.org/10.1097/01.mnm.0000230071.54318.28>.
- Rubello D, Mariani G, Pelizzo MR, Italian Study Group of Radioguided Surgery and ImmunoScintigraphy. Minimally invasive radio-guided parathyroidectomy on a group of 452 primary hyperparathyroid patients: Refinement of preoperative imaging and intraoperative procedure. *Nuklearmedizin*. 2007;46:85-92.
- Goldstein RE, Blevins L, Delbeke D, Martin WH. Effect of minimally invasive radioguided parathyroidectomy on efficacy, length of stay, and costs in the management of primary hyperparathyroidism. *Ann Surg* [Internet]. 2000;231:732-42. <http://dx.doi.org/10.1097/0000658-200005000-00014>.
- Lim MS, Jinih M, Ngai CH, Foley NM, Redmond HP. The utility of the radionuclide probe in parathyroidectomy for primary hyperparathyroidism. *Ann R Coll Surg Engl* [Internet]. 2017;99:369-72. <http://dx.doi.org/10.1308/rcsann.2017.0016>.
- Murphy C, Norman J. The 20% rule: A simple, instantaneous radioactivity measurement defines cure and allows elimination of frozen sections and hormone assays during parathyroidectomy. *Surgery* [Internet]. 1999;126:1023-9. <http://dx.doi.org/10.1067/msv.2009.101578>.
- Suárez JP, Domínguez ML, de Santos FJ, González JM, Fernández N, Enciso FJ. Radioguided surgery in primary hyperparathyroidism: Results and correlation with intraoperative histopathologic diagnosis. *Acta Otorrinolaringol (Engl Ed)* [Internet]. 2018;69:86-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otoeng.2017.04.002>.
- Pitt SC, Panneerselvan R, Sippel RS, Chen H. Radioguided parathyroidectomy for hyperparathyroidism in the reoperative neck. *Surgery* [Internet]. 2009;146:592-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2009.06.031>. discussion 598-9.
- Ondik MP, Tulchinsky M, Goldenberg D. Radioguided reoperative thyroid and parathyroid surgery. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2008;41:1185-98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2008.07.002>. x.
- Casara D, Rubello D, Cauzzo C, Pelizzo MR. 99mTc-MIBI radio-guided minimally invasive parathyroidectomy: Experience with patients with normal thyroids and nodular goiters. *Thyroid* [Internet]. 2002;12:53-61. <http://dx.doi.org/10.1089/105072502753451977>.
- Dream S, Lindeman B, Chen H. Prevalence of thymic parathyroids in primary hyperparathyroidism during radioguided parathyroidectomy. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes* [Internet]. 2019;12. <http://dx.doi.org/10.1177/1179551419869917>. 1179551419869917.
- Mehrabibahar M, Mousavi Z, Sadeghi R, Layegh P, Nouri M, Asadi M. Feasibility and safety of minimally invasive radioguided parathyroidectomy using very low intraoperative dose of Tc-99m MIBI. *Int J Surg* [Internet]. 2017;39:229-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsu.2017.02.009>.
- Blanco Saiz I, Salvador Egea P, Anda Apiñániz E, Alomar Casanovas A, Goñi Gironés E. Implementation of a radio-guided selective parathyroidectomy protocol: Preliminary results. *Cir Esp (Engl Ed)* [Internet]. 2023;101:384-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cireng.2022.09.004>.
- Bilezikian JP, Silverberg SJ, Bandeira F, Cetani F, Chandran M, Cusano NE, et al. Management of primary hyperparathyroidism. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2022;37:2391-403. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.4682>.
- Perrier N, Lang BH, Farias LCB, Poch LL, Sywak M, Almquist M, et al. Surgical aspects of primary hyperparathyroidism. *J*

- Bone Miner Res [Internet]. 2022;37:2373–90. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.4689>.
23. Moka D, Voth E, Dietlein M, Larena-Avellaneda A, Schicha H. Technetium 99m-MIBI-SPECT: A highly sensitive diagnostic tool for localization of parathyroid adenomas. *Surgery* [Internet]. 2000;128:29–35. <http://dx.doi.org/10.1067/msy.2000.107066>.
  24. Blanco-Saiz I, Goñi-Gironés E, Ribelles-Segura MJ, Salvador-Egea P, Díaz-Tobarra M, Camarero-Salazar A, et al. Preoperative parathyroid localization. Relevance of MIBI SPECT-CT in adverse scenarios. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl)* [Internet]. 2023;70 Suppl 2:35–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.endien.2022.11.025>.
  25. Bozkurt MF, Uğur O, Hamaloğlu E, Sayek I, Gulec SA. Optimization of the gamma probe-guided parathyroidectomy. *Am Surg* [Internet]. 2003;69:720–5. <http://dx.doi.org/10.1177/000313480306900815>.
  26. Blanco Saiz I, Salvador Egea P, Anda Apiñániz E, Rudic Chipe N, Goñi Gironés E. Radio-guided procedure in minimally invasive surgery for primary hyperparathyroidism. *Cir Esp (Engl Ed)* [Internet]. 2023;101:152–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cireng.2022.09.001>.
  27. Ikeda Y, Takayama J, Takami H. Minimally invasive radioguided parathyroidectomy for hyperparathyroidism. *Ann Nucl Med* [Internet]. 2010;24:233–40. <http://dx.doi.org/10.1007/s12149-010-0366-x>.
  28. Moreno Llorente P, García Barrasa A, Francos Martínez JM, Alberich Prats M, Pascua Solé MP. Intraoperative indocyanine green (ICG) angiography of the parathyroid glands to predict post-thyroidectomy hypocalcemia: Diagnostic accuracy of the ICG score 2 versus the 4-ICG score. *Cir Esp (Engl Ed)* [Internet]. 2022;100:274–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2021.03.017>.
  29. Zaidi N, Bucak E, Okoh A, Yazici P, Yigitbas H, Berber E. The utility of indocyanine green near infrared fluorescent imaging in the identification of parathyroid glands during surgery for primary hyperparathyroidism. *J Surg Oncol*. 2016;113:771–4.
  30. Baj J, Sitarz R, Lokaj M, Forma A, Czezelewski M, Maani A, et al. Preoperative and intraoperative methods of parathyroid gland localization and the diagnosis of parathyroid adenomas. *Molecules*. 2020;25:1724. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25071724>.
  31. Desiato V, Melis M, Amato B, Bianco T, Rocca A, Amato M, et al. Minimally invasive radioguided parathyroid surgery: A literature review. *Int J Surg* [Internet]. 2016;28 Suppl 1:S84–93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijssu.2015.12.037>.
  32. Mariani G, Gulec SA, Rubello D, Boni G, Puccini M, Pelizzo MR, et al. Preoperative localization and radioguided parathyroid surgery. *J Nucl Med*. 2003;44:1443–58.
  33. Tardin L, Prats E, Andrés A, Razola P, Deus J, Gastaminza R, et al. Adenoma ectópico de paratiroides: detección gammagráfica y cirugía radioguiada. *Rev Esp Med Nucl* [Internet]. 2011;30:19–23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.remnn.2010.09.003>.