



PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS DE LA SALUD

TESIS DOCTORAL:

REVISIÓN ANATÓMICA NEUROVASCULAR EN CIRUGÍA TIROIDEA Y
PARATIROIDEA. SISTEMÁTICA QUIRÚRGICA PARA MINIMIZAR
EVENTOS ADVERSOS.

Presentada por Luis Miguel Torres Morientes para
optar al grado de
Doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:
Dr. Eduardo Tamayo Gómez
Dr. Jaime Santos Pérez

DEDICATORIA

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

Desde pequeño, siempre tuve la ilusión de ser médico. Conforme ha pasado el tiempo, he comprobado que la realidad ha superado aquel sueño de la infancia iniciado en las visitas al consultorio médico. Ahora veo terminado unos de mis objetivos y pienso en todos aquellos que han formado parte de este trabajo.

En primer lugar, muy agradecido a mis directores de tesis, el Prof. Tamayo y el Dr. Santos, por su cercanía, ayuda constante y facilidad para poder encauzar y consolidar el trabajo. Muchas gracias por resolver todas mis dudas.

Como no agradecer a mis profesores en el ejercicio de esta práctica que me han permitido elaborar este trabajo; sin ellos no había sido posible. En especial, al Dr. Santos, jefe de servicio de ORL del Hospital Clínico de Valladolid, por su confianza en mi trabajo en estos últimos años, y a los Dres. Morais y Bachiller, antiguos jefe de servicio y sección, respectivamente, del Servicio de ORL, quienes confiaron en mí y me involucraron en esta cirugía. Con ellos aprendí y desarrollé la técnica de la tiroidectomía y me enseñaron todo lo que sé en cirugía de cabeza y cuello; maestros excepcionales. A los tres, mi más profunda admiración. No me olvido del resto de compañeros del Servicio de Otorrinolaringología del HCUV que me han ayudado a ser mejor profesional.

Quiero acordarme de mi familia por apoyarme en este proyecto, es especial a mi mujer e hijos; sin su ayuda no habría sido posible. Gracias a mis padres y hermano por inculcarme desde pequeño la humildad y el trabajo, algo muy necesario en esta tarea.

La vida es una larga lección de humildad

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	1.
INDICE DE TABLAS.....	3.
INDICE DE FIGURAS.....	5.
RESUMEN.....	9.
I) INTRODUCCIÓN.....	17.
1. Historia de la cirugía tiroidea.....	18.
2. Anatomía tiroidea y paratiroidea.....	24.
2.1. Configuración externa.....	26.
2.2. Relaciones anatómicas de la glándula tiroides.....	29.
2.2.1 Relaciones anterolaterales o superficiales.....	29.
2.2.2 Relaciones posteriores o profundas.....	31.
2.3. Vascularización tiroidea.	33.
2.4. Anatomía quirúrgica y relaciones anatomo-quirúrgicas.	34.
2.4.1. Relación de la rama externa del nervio laríngeo superior y el pedículo tiroideo superior.....	35.
2.4.2. Relación del nervio laríngeo recurrente y la arteria tiroidea inferior.....	36.
2.4.3. Identificación de las glándulas paratiroides.....	40.
3. Evolución, avances y puntos clave en la cirugía tiroidea.....	42.
4. Cirugía sistematizada y seguridad para disminuir complicaciones.....	49.
II) JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.....	53.
III) HIPÓTESIS	59.
IV) OBJETIVOS.....	62.

V) MATERIAL Y MÉTODOS.....	66.
1. Población.	67.
2. Diseño del estudio.	67.
3. Recogida y análisis de datos estadísticos.....	68.
4. Puntos de referencia anatómicos.	69.
5. Neuromonitorización intraoperatoria del nervio laríngeo recurrente.	69.
6. Distribución y posición anatómica de las glándulas paratiroides.	70.
VI) RESULTADOS.....	73.
1. Análisis descriptivo de las variables.....	74.
1.1 Edad.....	74.
1.2 Sexo.....	75.
1.3 Antecedentes personales.....	77.
1.4 Indicación quirúrgica.....	77.
1.5 Tipo de cirugía realizada.....	79.
1.6 Pruebas radiológicas.....	80.
1.7 Sección muscular pretiroidea.....	81.
1.8 Sistema de hemostasia.....	82.
1.9 Duración quirúrgica.....	83.
1.10 Drenaje.....	84.
2. Resultado de patrón de cruce de nervio laríngeo recurrente y arteria tiroidea inferior.....	85.
3. Resultado de la división del nervio laríngeo recurrente y comparativa en ambos lados.....	87.
4. Resultado de la posición y distribución anatómica de glándulas paratiroides....	89.

5. Resultados de la tiroidectomía con y sin neuromonitorización intraoperatoria...	91.
6. Estudio y análisis de complicaciones según las distintas variables.....	93.
VII) DISCUSIÓN.....	98.
1. Puntos de referencia en la identificación del NLR y relación ATI/ NLR...99.	
2. Ventajas y limitaciones de la neuromonitorización.....	103.
3. Sellado vascular.....	105.
4. Análisis y discusión de complicaciones.....	107.
VIII) CONCLUSIONES	110.
X) BIBLIOGRAFÍA.....	115.
ANEXO I. ARTÍCULOS	123.

ABREVIATURAS

- **a. C:** *antes de Cristo.*
- **NMIO:** *neuromonitorización intraoperatoria.*
- **NLR:** *nervio laríngeo recurrente.*
- **VN:** *verdadero negativo.*
- **VP:** *verdadero positivo.*
- **FP:** *falso positivo.*
- **FN:** *falso negativo.*
- **VPN:** *valor predictivo negativo.*
- **VPP:** *valor predictivo positivo.*
- **PAAF:** *punción aspirativa con aguja fina.*
- **TC:** *tomografía computarizada.*
- **RM:** *resonancia magnética.*
- **ECM:** *esternocleidomastoideo.*
- **CP:** *carótida primitiva.*
- **YI:** *yugular interna.*
- **ATI:** *arteria tiroidea inferior.*
- **NLS:** *nervio laríngeo superior.*
- **B4:** *4ª bolsa faríngea.*
- **B3:** *3ª bolsa faríngea.*
- **mA:** *miliamperio.*
- **R1:** *señal eléctrica del NLR pre-disección.*
- **R2:** *señal eléctrica del NLR post-disección.*

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Indicación quirúrgica.....	78.
TABLA 2. Tipo de cirugía realizada.....	80.
TABLA 3. Relación de nervio laríngeo recurrente y arteria tiroidea inferior en ambos lados.....	86.
TABLA 4. División del nervio laríngeo recurrente en ambos lados.....	88.
TABLA 5. Distribución anatómica de las glándulas paratiroides	90.
TABLA 6. Cirugías neuromonitorizadas.....	91.
TABLA 7. Laringoscopia postquirúrgica en pacientes neuromonitorizados.....	92.
TABLA 8. Parálisis laríngeas unilaterales con y sin neuromonitorización.....	94.
TABLA 9. Hipoparatiroidismo temporal y definitivo.....	95.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Theodor Billroth.....	21.
FIGURA 2. William Halsted.....	22.
FIGURA 3. Theodor Kocher.....	22.
FIGURA 4. Charles H. Mayo.....	23.
FIGURA 5. Frank Lahey.....	23.
FIGURA 6. Esbozo tiroideo.....	25.
FIGURA 7. Conducto tirogloso.....	26.
FIGURA 8. Configuración externa tiroidea.....	27.
FIGURA 9. Área VI y eje vascular cervical.....	28.
FIGURA 10. Fascia colli, venas yugulares anteriores y músculos pretiroideos superficiales.....	30.
FIGURA 11. Músculo pretiroideo profundo.....	31.
FIGURA 12.1, 12.2. Tráquea cervical, esófago cervical, glándulas paratiroides, arteria tiroidea inferior y nervio laríngeo recurrente.....	32.
FIGURA 13. Relación de nervio laríngeo recurrente y arteria tiroidea inferior. Retroarterial, interarterial y prearterial.....	38.
FIGURA 14. Nervio laríngeo inferior no recurrente.....	38.
FIGURA 15. Tipos de nervio laríngeo inferior derecho no recurrente.....	39.
FIGURA 16. Nervio laríngeo recurrente derecho e izquierdo.....	39.
FIGURA 17. Distribución paratiroidea.....	41.
FIGURA 18. Disección y levantamiento de colgajos cervicales.....	44.
FIGURA 19. Ligadura del polo superior y la vena tiroidea media.....	45.

FIGURA 20. Búsqueda del nervio laríngeo recurrente y ligadura de arteria tiroidea inferior.....	46.
FIGURA 21. Ligadura de pedículo inferior.....	47.
FIGURA 22. Conservación de glándulas paratiroides.....	47.
FIGURA 23. Estimulación del nervio laríngeo recurrente post-disección (R2).	48.
FIGURA 24. Relación del nervio recurrente y la arteria tiroidea inferior (IP: Intraoperatorio prospectivo, IR: intraoperatorio retrospectivo, C: cadavérico)	57.
FIGURA 25. A: Patrones de cruce neurovascular (arteria tiroidea inferior y nervio laríngeo recurrente). B: Topografía y distribución paratiroidea.....	71.
FIGURA 26. Diagrama de cajas que representa los valores medios de la edad. Asimétrico hacia arriba.....	74.
FIGURA 27. Diagrama de cajas (mediana) representativo de la distribución de la edad de la población incluida.....	75.
FIGURA 28. Distribución por sexo.....	75.
FIGURA 29. Diagrama de cajas que representa los valores medios según edad y sexo.....	76.
FIGURA 30. Diagrama de cajas (mediana) que muestra la distribución de la edad y la comparativa según sexo.....	76.
FIGURA 31. Antecedentes personales previos.....	77.
FIGURA 32. Indicación quirúrgica.....	78.
FIGURA 33. Tipo de cirugía realizada.....	79.
FIGURA 34. Pruebas radiológicas realizadas.....	80.
FIGURA 35. Sección muscular pretiroidea.....	81.
FIGURA 36. Hemostasia llevada a cabo.....	82.
FIGURA 37. Duración quirúrgica.....	83.

FIGURA 38. Retirada de drenaje.....	84.
FIGURA 39. Lateralidad nerviosa.....	85.
FIGURA 40. Relación de NLR y ATI en ambos lados.....	87.
FIGURA 41. Divisiones del NLR según lado.....	88.
FIGURA 42. Distribución paratiroidea.....	89.
FIGURA 43. Distribución paratiroidea bilateral y supero-inferior.....	90.
FIGURA 44. NMIO del NLR	91.
FIGURA 45. Laringoscopia en pacientes sometidos a NMIO.....	93.
FIGURA 46. Parálisis totales temporales y definitivas del NLR.....	94.
FIGURA 47. Hipoparatiroidismo temporal y definitivo según tiroidectomías totales o tiroidectomías totales y parciales.....	95.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

La tiroidectomía es uno de los procedimientos quirúrgicos más realizados a nivel mundial, y su evolución en los últimos años ha sido tan importante que ha supuesto cambios notorios, sobre todo desde el punto de vista tecnológico. No obstante, aun con estos avances, las complicaciones derivadas de esta cirugía pueden comprometer la vida del paciente y, a veces, ocasionan y generan secuelas que limitan el día a día del paciente. En los últimos años, los avances más importantes han sido la introducción de la neuromonitorización intraoperatoria (NMIO) del nervio laríngeo recurrente (NLR) y la aparición de dispositivos energéticos de sellado vascular. Estas tecnologías, junto con una técnica quirúrgica protocolizada, exhaustiva y sistemática, buscan disminuir las complicaciones temidas en la cirugía tiroidea.

Es fundamental llevar a cabo una cirugía segura; para ello, es necesario un perfecto conocimiento de la anatomía cervical, y concretamente, de las estructuras neurovasculares de la encrucijada cervicotorácica. Además, se hace imprescindible tener experiencia y crear unidades de cirugía tiroidea.

Las principales complicaciones derivadas de la tiroidectomía son la parálisis del NLR unilateral o bilateral, el hipoparatiroidismo transitorio o permanente y el hematoma sofocante. Por lo tanto, la vigilancia, comprensión y anticipación de las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias es de obligado cumplimiento para todos los cirujanos, así como el tratamiento inmediato y la resolución de las mismas.

OBJETIVO

Establecer una técnica quirúrgica de tiroidectomía segura y sistematizada, basada en la identificación del NLR a nivel del cruce con la arteria tiroidea inferior (ATI). Por lo tanto, el objetivo es marcar la ATI como principal punto de referencia en la identificación del NLR. Se establecerán tres patrones de cruce vasculonervioso (prearterial, retroarterial e interarterial) y se realizará un estudio comparativo en ambos lados, derecho e izquierdo, observando la frecuencia del cruce en cada lado. La finalidad es estudiar que patrón de cruce predomina en cada lado, con el fin de anticiparnos a una posible lesión nerviosa durante la cirugía.

Hay otros objetivos secundarios, como el análisis de otras variables anatómicas (divisiones del NLR y posición de las glándulas paratiroides), y la aplicación de nuevas tecnologías (NMIO y sistemas de sellado vascular) para mejorar la seguridad quirúrgica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio clínico retrospectivo llevado a cabo en el servicio de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Clínico Universitario de Valladolid (España) desde septiembre de 2011 a diciembre de 2021 (10 años y 3 meses) con la autorización ética previa al diseño del estudio (código CEIm 21-2296). Un total de 500 pacientes y 773 NLR (399 derechos y 374 izquierdos) fueron sometidos a tiroidectomía por el mismo cirujano y se analizaron distintas variables, como son la indicación de tiroidectomía, el tipo de cirugía realizada, el sistema de hemostasia, la NMIO, la posición de las glándulas paratiroides, las divisiones del NLR y la variable principal, que fue establecer el cruce del

NLR con la ATI. Se analizaron también las complicaciones derivadas y su relación con la NMIO y los dispositivos de sellado vascular.

RESULTADOS

1. Resultado del patrón de cruce del nervio laríngeo recurrente y arteria tiroidea inferior.

En los 500 pacientes estudiados, se disecaron 773 nervios, de los cuales 399 eran derechos y 374 izquierdos. Se identificaron 767 NLR (99,2%) de todos los nervios estudiados. En el lado derecho, la relación predominante de NLR y ATI era prearterial con un 51,1%; en un 30,5% el nervio se situaba entre la bifurcación de ATI y en un 15,5% en posición retroarterial, no visualizándose en un 1,5%. En el lado izquierdo, predominaba la posición retroarterial con un 70,3%, seguida de un 18,7% de la posición interarterial y un 10,6% delante de la ATI; solamente un 0,2% de los NLR izquierdos no se identificaron.

2. Resultado de la división del nervio laríngeo recurrente y comparativa en ambos lados.

En el lado derecho, el NLR presentaba una rama en el 53,2%, dos ramas en un 44,6% y tres o más ramas en un 2% de los casos. En el lado izquierdo también predominaba la rama única, con un 70,2%, seguido con el nervio bifurcado en un 27% y la presencia de 3 ramas o más en un 2,6%.

3. Resultado de la posición y distribución anatómica de glándulas paratiroides.

Las glándulas paratiroides superiores se localizaban predominantemente en la posición alta en un 84,1% de los casos y en posición media en un 15,9%. Por otro lado, las glándulas paratiroides inferiores se situaban en la posición media en un 29% de los casos y un 71% de ellas se localizaban a nivel inferior.

4. Resultados de la tiroidectomía con y sin neuromonitorización intraoperatoria.

De los 500 pacientes intervenidos, se neuromonitorizaron 372 (74,4%) y no se monitorizaron 128 (25,6%). La NMIO tuvo un valor predictivo negativo (VPN) y valor predictivo positivo (VPP) del 1 (100%) y 0,28 (28%) respectivamente. La sensibilidad fue del 100% y la especificidad del 87%.

5. Estudio y análisis de complicaciones según las distintas variables.

En los 773 nervios operados, hubo 10 parálisis temporales unilaterales (1,2%) y 6 parálisis definitivas unilaterales (0,7%). La complicación más frecuente fue el hipoparatiroidismo, hallándose una incidencia de hipoparatiroidismo temporal del 14% y permanente del 3,75% en el análisis global, y del 25% y 6,7% si analizamos solamente tiroidectomías totales.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones derivadas del estudio han sido las siguientes:

- La relación del NLR con la ATI es un punto de referencia seguro y consistente en la cirugía tiroidea, como así muestra la totalidad de NLR identificados, y es una técnica que utilizamos de forma estándar para tratar de evitar y minimizar las parálisis laríngicas. Por lo tanto, establecemos la ATI como guía principal en la identificación nerviosa.
- La posición neurovascular retroarterial predomina de forma global, con una frecuencia claramente más alta en el lado izquierdo. En el lado derecho, la disposición del NLR es más anárquico, aunque la variante prearterial es la más frecuente y está presente en la mitad de los casos. Aspectos fundamentales para la localización del NLR.
- En el análisis de la ramificaciones y divisiones nerviosas del NLR, observamos que es más frecuente la presencia de un tronco único; no obstante, si hay bifurcaciones, es esperable encontrarlas en el lado derecho.
- La localización predominante, casi en su totalidad, de la glándula paratiroides superior es la posición alta (a nivel de la entrada del NLR en la laringe), mientras que la posición de la glándula paratiroides inferior es más variable; no obstante, dos tercios de ellas se distribuyen a nivel inferior (grasa tirotímica).

- La utilización de la NMIO facilitó la identificación y disección del NLR, así como la toma de decisiones intraoperatorias en el grupo de pacientes neuromonitorizados; por lo tanto, mejoró la seguridad. Esta situación es más relevante en casos de divisiones nerviosas del NLR, especialmente en el lado derecho, donde la NMIO permitió la localización exacta de la rama principal. No obstante, podemos concluir varios aspectos:
 - La ventaja de la NMIO fue la elevada sensibilidad, especificidad y VPN (registro eléctrico positivo y motilidad cordal normal) tras comparar resultado eléctrico y laringoscopia postquirúrgica. Todos los pacientes con registro eléctrico positivo tenían motilidad laríngea normal.
 - Otra faceta fundamental fue la nula tasa de FN (resultado eléctrico positivo y parálisis cordal posterior), hecho que pone en riesgo la seguridad quirúrgica.
 - Las principales limitaciones fueron: que no redujo de forma global la tasa de parálisis laríngeas en el estudio, aunque es difícil extrapolar conclusiones por la heterogeneidad muestral y la baja tasa de parálisis laríngeas, y la tasa relativamente alta de FP (registro eléctrico negativo sin parálisis laríngea posterior), hallazgo que no pone en riesgo la seguridad.
- El uso de dispositivos de sellado vascular produjo una tasa de hemorragia prácticamente nula, por lo tanto, disminuyó de forma significativa el riesgo de sangrado, mejorando la seguridad del estudio.

- Por último, en el análisis de las complicaciones podemos reseñar las siguientes cuestiones:
 - No hubo ninguna parálisis laríngea bilateral y, por ende, ninguna traqueotomía, en gran medida por el protocolo de seguridad de NMIO.
 - Las tasas de parálisis laríngeas unilaterales temporales y permanentes son menores a la mayoría de las series revisadas.
 - El hipoparatiroidismo temporal es similar a la mayoría de los estudios, mientras que el índice del hipoparatiroidismo permanente es algo mayor.

I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento quirúrgico de las enfermedades tiroideas ha evolucionado lentamente a lo largo de los años. Aunque las tiroidopatías se conocían desde la antigüedad, la práctica quirúrgica se encontró con muchas barreras (al igual que otras especialidades quirúrgicas) limitando mucho su evolución. No fue hasta la primera mitad del siglo XIX cuando la cirugía tiroidea evolucionó y progresó, y en la primera mitad del siglo XX, el avance fue exponencial, en gran parte debido a la colaboración de cirujanos pioneros de Europa y América. Su aportación principal fue la introducción y el uso amplio de métodos de imagen modernos, la incorporación de pruebas diagnósticas citológicas preoperatorias y la estandarización de las técnicas quirúrgicas (incluyendo la disección de los ganglios linfáticos cervicales en el tratamiento del cáncer de tiroides). También se comenzó el estudio de la biología molecular del cáncer tiroideo [1].

1. HISTORIA DE LA CIRUGÍA TIROIDEA.

Hace más de 3500 años ya se describían anomalías tiroideas. Hay artículos chinos donde se mencionaba la presencia de bocio hace 2700 años a. C. (antes de Cristo). Algunas sociedades consideraban el bocio o el alargamiento del cuello algo atractivo en mujeres. Generalmente, la patología tiroidea era considerada como algo peyorativo y objeto de burlas y curiosidades. Esto ya se muestra recogido en numerosas representaciones artísticas a lo largo de la historia. No obstante, el conocimiento de las enfermedades tiroideas y sus causas era totalmente desconocido. Hay escritos chinos donde ya se usan esponjas y algas marinas (fuentes de yodo importantes) para el tratamiento del “alargamiento de la tiroides”, y en la época Romana se usaban las fuentes de yodo naturales para la misma patología [1].

La asociación de bocio y enfermedad orbitaria ya era descrita por médicos persas y filósofos como Avicena [2].

A pesar de la frecuencia de la enfermedad tiroidea, la glándula fue nombrada por primera vez en el siglo XVI por Bartolomeo Eustaquio de Roma como “glandulam thyroideam”. El término definitivo se atribuye a Thomas Warthon (1646) debido al término griego (thyreos), por su semejanza a un escudo. Leonardo Da Vinci (1500) y Andreas Vesalius (1543) ya realizan dibujos anatómicamente correctos de la glándula tiroides. El anatomista holandés Frederyck Ruysch sugirió que se la glándula secretaba líquido en las venas. En el siglo XVIII, el inglés Caleb Hillier Parry de Bath identificó el bocio exoftálmico y, posteriormente en 1835, Graves describió la tiroides como un reservorio vascular para prevenir la congestión cerebral [3].

El tratamiento quirúrgico de la glándula, y concretamente del bocio, ya se concebía en la antigüedad, principalmente en casos de muerte por asfixia provocada por la compresión tiroidea y sin conocimiento claro de la fisiología tiroidea. Se cuentan operaciones tempranas en Salerno durante los siglos XII y XIII (recogido por Roger Frugardi en 1170) con setones, hierros candentes y polvos cáusticos, con resultados fatales para el paciente [4].

Estos intentos quirúrgicos fueron horribles, con tasas de mortalidad altísima debido a hemorragias, asfixia, infección, gangrena, embolismo aéreo etc... [5]. En estos inicios quirúrgicos, el cirujano utilizaba como disector el dedo y las uñas para la exéresis de los tejidos. Esto hizo que en 1646 se encarcelará a un cirujano por estos procedimientos y la Academia Francesa de Medicina prohibiera esta cirugía en 1850 [6].

Es muy probable que la primera tiroidectomía parcial fuese realizada en 1791 por el cirujano francés Pierre- Joseph Desault; sin embargo, las mejoras técnicas hicieron que los resultados no fueran factibles hasta mediados del siglo XIX.

Durante las primeras décadas del siglo XIX, prevalecía la idea quirúrgica de citorreducción o enucleación, abandonándose posteriormente por ineficaz y peligroso. En 1811, William Blizard intentó suprimir la glándula por la ligadura de la arteria tiroidea superior, cayendo posteriormente en desuso por su ineficacia. Hasta 1849, la intervención se reservaba para casos severos de bocio debido a su alta mortalidad (>40%). La mejora en la cirugía fue de la mano de los avances de la anestesia, antisepsia, introducción de instrumentos quirúrgicos y la comprensión de la fisiología tiroidea [7]. Inicialmente, en grandes bocios con desviaciones traqueales, la anestesia local era la opción preferida [8]. La aparición del microscopio permitió el análisis del tejido tiroideo normal y patológico, y, por otra parte, el éxito del tratamiento del yodo en grandes bocios facilitó la percepción de la fisiología tiroidea [4].

El hipertiroidismo fue mencionado por Parry (1825), Robert Graves (1835) y Karl Adolfo von Basedow (1840). Los primeros tratamientos incluyeron leche de cabra y suero de animales tiroidectomizados, extractos de todo tipo de glándulas, inyección de vapor, agua hirviendo y otros tratamientos [6,7].

El hipotiroidismo fue descrito por Thomas Curling (1850) y en 1890 George Murray trata con éxito a pacientes con síntomas de hipotiroidismo con extractos de tiroides [3].

Las mejoras tecnológicas (pinzas hemostáticas arteriales) se introdujeron en 1870 en Europa y posteriormente en América, suponiendo un avance importante en esta cirugía. Hasta entonces, la cirugía tiroidea estaba cuestionada incluso por grandes cirujanos como Billroth o Samuel Gross (éste último lo consideraba como una “temeridad y carnicería”, y se decía que “ningún cirujano honesto y sensato se involucraría en esto” ...) [9].

Theodor Billroth (**Fig.1**) es considerado por médicos historiadores el cirujano más distinguido del siglo XIX. Fue uno de los pioneros en la cirugía tiroidea; no obstante, las tasas de mortalidad en sus primeras 20 cirugías eran del 40%, provocado por sepsis y hemorragia. La alta morbilidad le llevó a abandonar esta cirugía durante décadas [5].



Figura 1. Theodor Billroth [1].

Otro cirujano que contribuyó en la evolución de la cirugía tiroidea fue William Halsted (1852-1922), siendo uno de los cirujanos estadounidenses más destacados del siglo XIX y principios del XX (**Fig.2**).

Realizó las primeras cirugías en el Hospital Johns Hopkins y destaca que la principal limitación en la cirugía tiroidea era el desarrollo de pinzas hemostáticas arteriales. Las aportaciones de Halsted en la evolución de la cirugía tiroidea fueron: el desarrollo de una técnica quirúrgica estandarizada, el uso de pinzas y fórceps hemostáticos, la infiltración con anestesia local, el trabajo experimental con injertos tiroideos y paratiroides, y la publicación en 1920 del monográfico titulado “*The Operative Story of Goiter*” [1].

Theodor Kocher (1872) es considerado el padre de la cirugía tiroidea gracias al uso de técnicas antisépticas, hemostáticas y precisión en la disección. Inicialmente, diseño incisiones oblicuas a lo largo del borde anterior del esternocleidomastoideo (ECM), pasando por incisiones verticales en línea media hasta llegar a la incisión horizontal (**Fig.3**). Al principio, se usaba como anestésico cloroformo; posteriormente, se pasó a la anestesia local con cocaína, y finalmente, a la anestesia general. En 1917, a los 76 años de edad, aportó su cifra de 5000 tiroidectomías con una tasa de mortalidad del 0,5% [5]. Ya había descrito el cuadro clínico de hipotiroidismo postquirúrgico y lo denominó *caquexia strumipriva*. Al ver este hecho tras tiroidectomías totales, abogaba por lobectomías en enfermedades benignas, dejando las tiroidectomías totales para enfermedades malignas o patología compresiva traqueal. Señaló que cualquier órgano podía verse afectado por alteraciones en la función tiroidea y reconoció la lesión del nervio laríngeo recurrente y la tetania postoperatoria, haciendo hincapié en la disección extracapsular. Todo ello le llevó al Premio Nobel en 1909 por su trabajo “*Fisiología, patología y cirugía de la glándula tiroides*”.

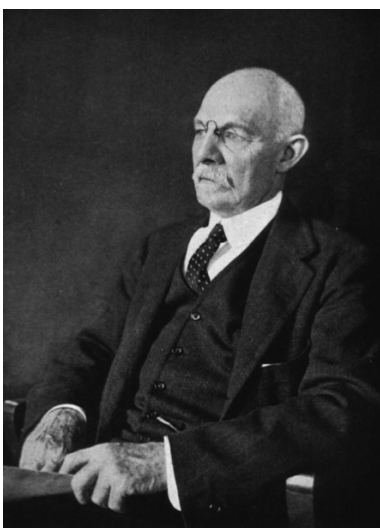


Figura 2. William Halsted [5].



Figura 3. Theodor Kocher [5].

Hubo otros cirujanos que desarrollaron la tiroidectomía durante el siglo XIX, tales como *Wölfler*, *Anton von Eiselsburg's* y *Jan Mickulicz* (quién hacía hincapié en la resección parcial de la tiroides). No obstante, no todos los cirujanos de la época eran defensores de la cirugía tiroidea [1].

Charles H. Mayo (1865-1939) fue pionero en la cirugía tiroidea en la primera mitad del siglo XX (**Fig.4**). En 1918, ya había realizado 5000 tiroidectomías. Es considerado el padre de la tiroidectomía estadounidense y, junto con *Henry Plummer*, usa el yodo como tratamiento prequirúrgico del hipertiroidismo. *George W. Crile* fue otro cirujano americano interesado en la cirugía del hipertiroidismo. *Frank Lahey* (1880-1953) propuso que la identificación y disección del nervio laríngeo recurrente (NLR) era la forma más segura de operar la tiroides y, en 1953, había realizado más de 10.000 tiroidectomías con una tasa de parálisis del NLR del 0,3% (**Fig.5**). [1].



Figura 4. Charles H. Mayo [1].



Figura 5. Frank Lahey [1].

Los principales avances durante el siglo XX fueron las transfusiones, el análisis estadístico de los tratamientos, la estadificación del cáncer tiroideo con el tratamiento más adecuado en función de la histología, las mejoras en anatomía patológica, el desarrollo de la citología por aspiración con aguja fina (PAAF), la introducción de la gammagrafía y la ecografía, así como una anestesia eficaz. En estos últimos años ha habido una mejora en la instrumentación quirúrgica, con la utilización de la neuromonitoreación intraoperatoria (NMIO) del NLR (disponible desde hace 40 años) en un intento de disminuir el riesgo de lesión del nervio. También se ha implementado el uso de dispositivos hemostáticos modernos que disminuyen las tasas de sangrado y agilizan la cirugía, la utilización de la tomografía computarizada (TC) o la resonancia magnética (RM) en bocios retroesternales, la introducción de la biología molecular, la cirugía mínimamente invasiva o la tiroidectomía videoasistida por abordajes remotos.

2. ANATOMÍA TIROIDEA Y PARATIROIDEA.

La glándula tiroides es fundamental en la regulación de varias funciones metabólicas, como la frecuencia y el gasto cardíaco, el catabolismo de los lípidos y el crecimiento esquelético, así como la producción de oxígeno y calor. También llamada cuerpo tiroides debido a su íntima vecindad con el cartílago laríngeo, cuya denominación etimológicamente significa “*semejante a una puerta*” o “*en forma de escudo*”. Es el mayor órgano glandular endocrino del cuerpo humano.

Desde el punto de vista ontogénico y filogénico, representa junto con la adenohipófisis, un órgano de secreción interna cuyo esbozo es más precoz. En el adulto, este primer esbozo tiroideo corresponde al *foramen caecum linguae*. Al descender este esbozo, en la porción más distal se forma una vesícula, conservando su unión al suelo de la boca a través del *ductus thyreoglossus*, el cual se oblitera y fragmenta entre la 6ª y 8ª semana del desarrollo (**Fig.6 y 7**). Parte del extremo caudal del conducto suele persistir, dando origen a una parte de la glándula, la pirámide o *lobus pyramidalis*. En algunas especies, como cordados, ciclostomos y teleósteos, ya existen glándulas faríngeas capaces de producir compuestos yodados [10,11].

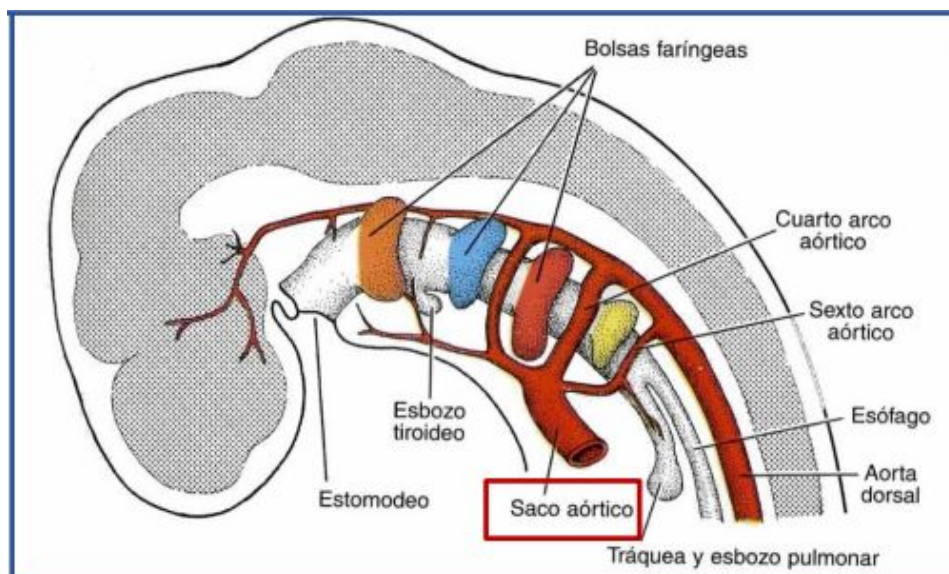


Figura 6. Esbozo tiroideo.

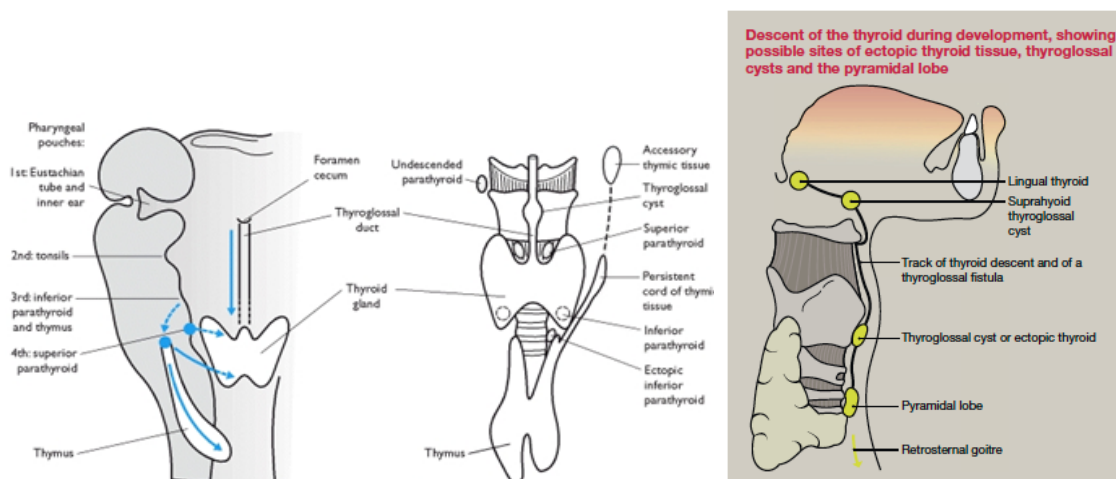


Figura 7. Conducto tirogloso [12].

Desde el punto de vista macroscópico, en el adulto es un órgano impar, medio y de disposición muy frecuente asimétrica.

2.1 CONFIGURACIÓN EXTERNA.

Presenta una disposición semianular de concavidad dorsal, por lo que rodea en parte a la tráquea y al esófago. Se encuentra situada en el “*cavum visceral*” cervical y se pueden distinguir una porción media ventral más estrecha, el istmo glandular, y dos porciones laterales más voluminosas, los lóbulos tiroideos, los cuales son más voluminosos en la porción caudal, sobrepasando al istmo. De ahí su semejanza a las alas de la mariposa o forma de H (**Fig. 8**). Los lóbulos tiroideos poseen dos polos (superior o vértice e inferior o base) y tres caras (anterolateral, inferomedial y posterior).

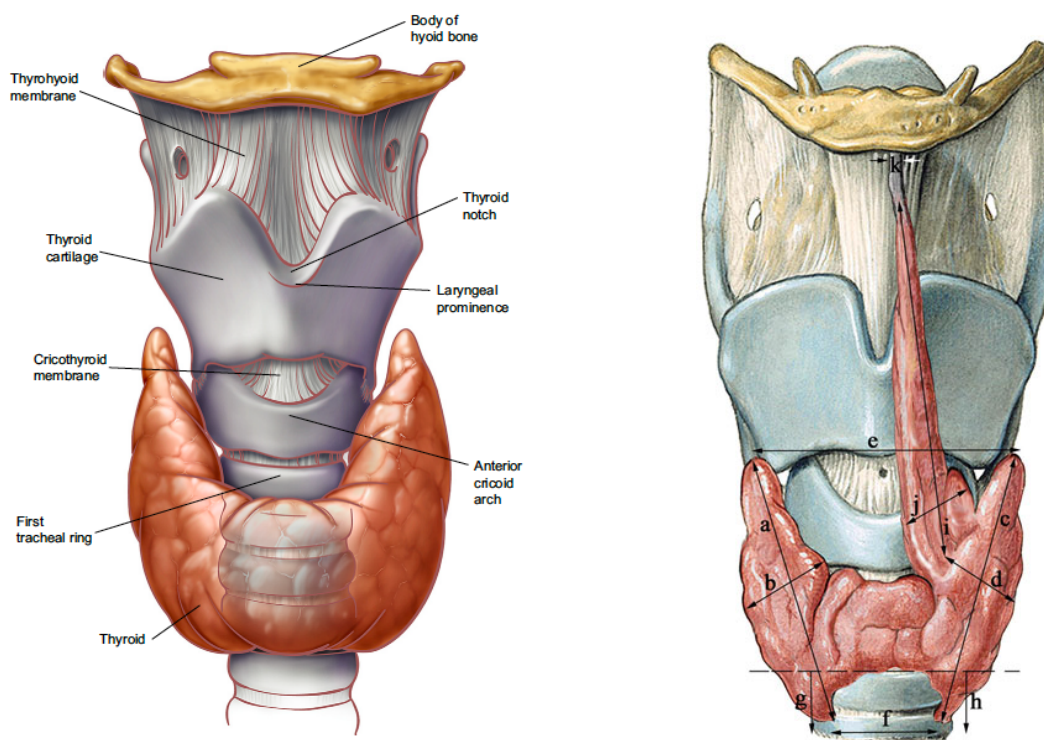


Figura 8. Configuración externa tiroidea [12, 13].

El color es variable, dependiendo del estado circulatorio, desde el gris-rosado con tintes amarillentos, rojo azulado, marrones o incluso violáceos en casos de estasis vascular. Su consistencia es blanda y friable, aunque en situaciones patológicas puede ser dura. En condiciones normales, no es palpable y su peso puede ser entre 20 y 60 gramos en el adulto. El volumen es variable en función de la edad, sexo (mayor en la mujer), y los cambios hormonales (gestación, menstruación...). La superficie no es del todo lisa, sino ligeramente mamelonada, en ocasiones con pequeños islotes de tejido tiroideo llamados lóbulos adyacentes de Barrera, pudiendo ser confundidos con paratiroides [10].

Se encuentra situado en el cavum visceral cervical o área VI (**Fig.9**) y, lateralmente, está rodeado por los músculos esternocleidomastoideos y el eje vascular cervical (arteria carótida común, vena yugular interna y nervio vago o X par craneal).

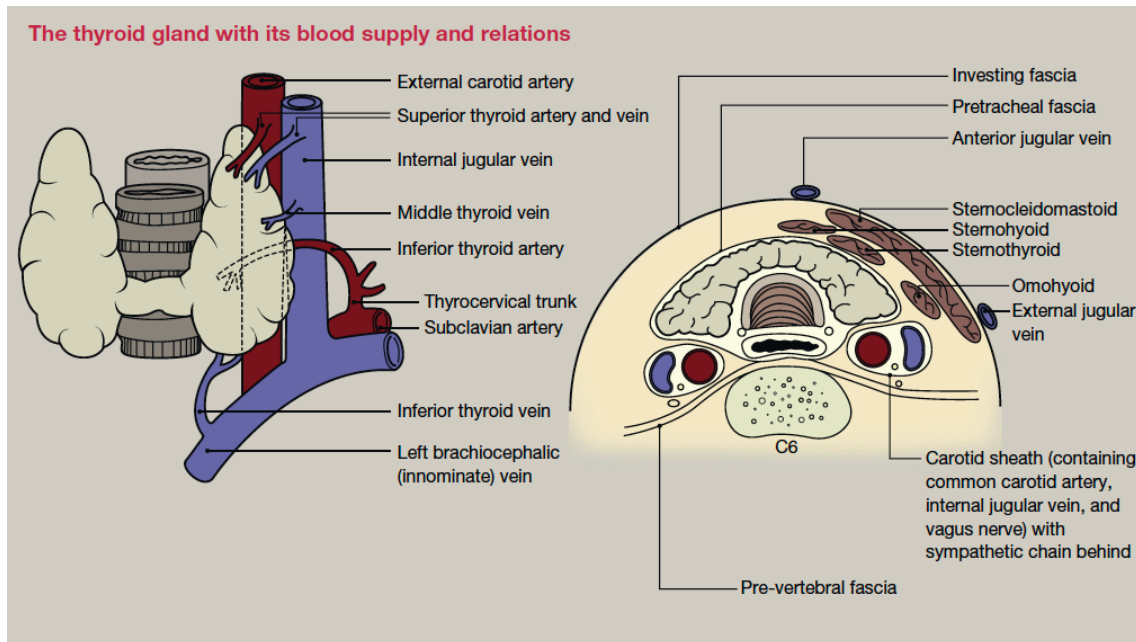


Figura 9. Área VI y eje vascular cervical [12].

La glándula tiroides está rodeada completamente por una lámina conjuntivo-vascular llamada “*vaina vascular peritiroidea*” o “*fascia peritiroidea*”, espesa a nivel de los pedículos vasculares y delgada a nivel de la cara anteroexterna. Entre esta vaina y la cápsula propia tiroidea existe un espacio virtual llamado espacio tiroideo de Cunneo y Lorin. Por detrás, la vaina se adhiere íntimamente a la tráquea, a la cara posterior del istmo y a la cara interna de cada lóbulo, formando el **ligamento mediano de Gruber** y el ligamento interno de Gruber o **ligamento de Berry**. Estos ligamentos se originan en el borde posterointerno de cada lóbulo y se fijan en los 3-4 primeros anillos traqueales. En su interior se encuentra la rama interna de la arteria tiroidea inferior y ramos del nervio recurrente. Algunas fibras del ligamento se dirigen a ambos lados del esófago, formando los tabiques sagitales de Charpy, y otras hacia la vaina del paquete vasculonervioso cervical [11].

2.2 RELACIONES ANATÓMICAS DE LA GLÁNDULA TIROIDES.

La glándula tiroides se encuentra íntimamente relacionada con estructuras a nivel superficial y profundo.

2.2.1 Relaciones superficiales o anterolaterales: De superficie a profundidad, nos

vamos a encontrar con las siguientes estructuras:

- Aponeurosis cervical superficial o *fascia colli superficial* (**Fig.10**).
- Venas yugulares anteriores (**Fig.10**).
- Musculatura pretiroidea con la aponeurosis cervical media o *fascia colli media*:
 - Esternocleidohioideo y omohioideo (superficial) (**Fig.10**).
 - Esternotiroideo (profundo) (**Fig.11**).
- Vaina peritiroidea o cápsula quirúrgica.

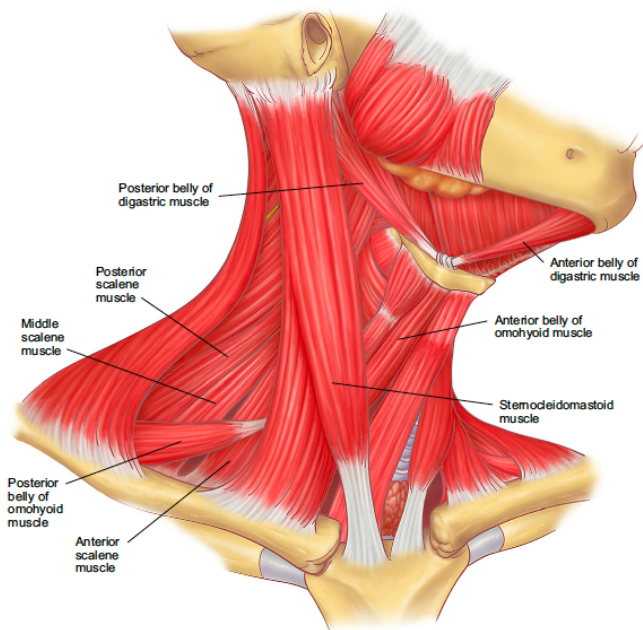
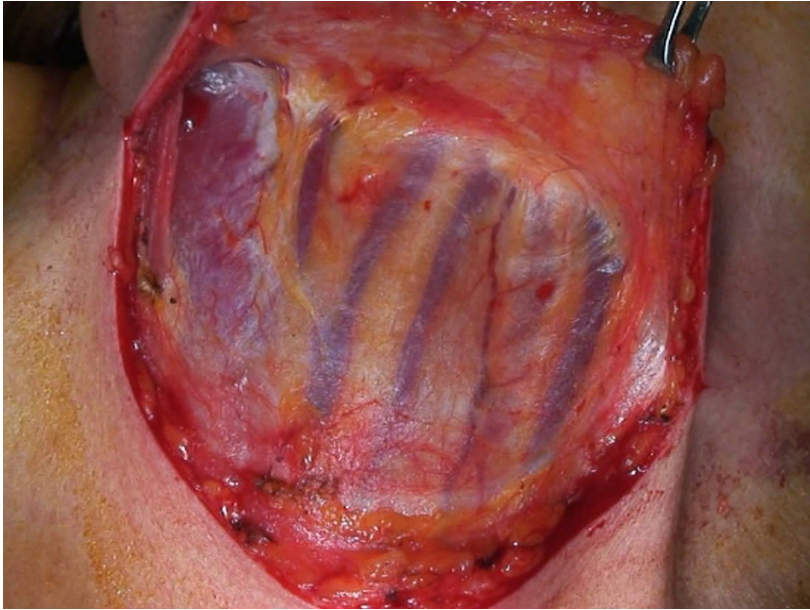


Figura 10. Fascia colli, venas yugulares anteriores y músculos pretiroideos superficiales

[13].

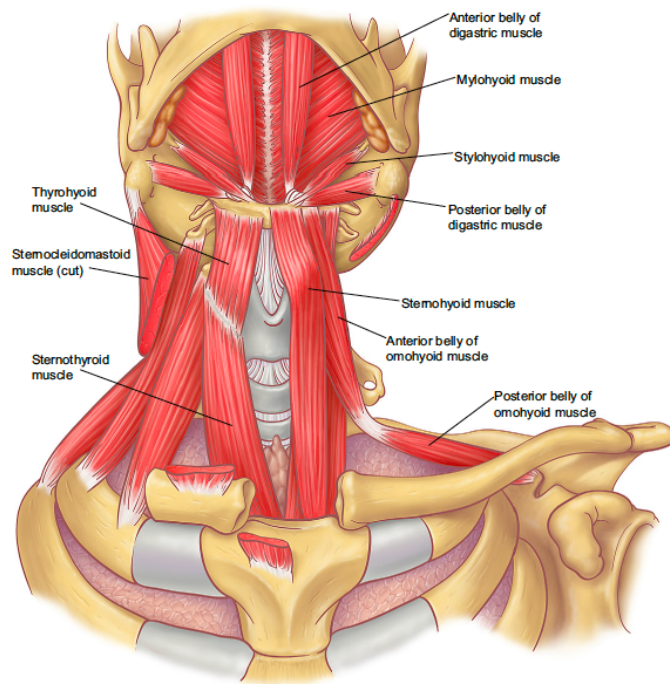


Figura 11. Músculo pretiroideo profundo [13].

A nivel de los bordes mediales de los músculos prelaríngeos, la glándula solo está cubierta por la *fascia colli media y superficialis*, adheridas entre sí, formando la línea alba. Entre los músculos esternocleidomastoideos, la musculatura prelaríngea y el istmo tiroideo, existe un espacio virtual denominado *espacio perivisceral cervical*, que se comunica por debajo con el mediastino anterior. El dedo introducido en dicho espacio puede explorar y exteriorizar la glándula, incluso en bocios endotorácicos [10].

2.2.2. Relaciones posteriores o profundas: A nivel posterior, la glándula se ancla a la tráquea a través de los ligamentos suspensorios tiroideos (ligamento de Berry y Gruber). En profundidad, las principales referencias son las siguientes:

- Tráquea cervical (2º- 4º anillos): en el niño, el istmo presenta una situación más alta, pudiendo cubrir el primer anillo, y en el adulto lo deja libre (**Fig.12.2**).

- Esófago cervical: inmediatamente detrás de la tráquea y lateralizado hacia la izquierda (**Fig.12.2**).
- Estructuras esenciales en la cirugía tiroidea:
 - Las glándulas paratiroides (localizadas entre la vaina peritiroidea y la cápsula propia del tiroides) (**Fig. 12.1**).
 - La arteria tiroidea inferior (**Fig.12.1**).
 - El NLR (localizado en el surco traqueo-esofágico) (**Fig.12.2**).

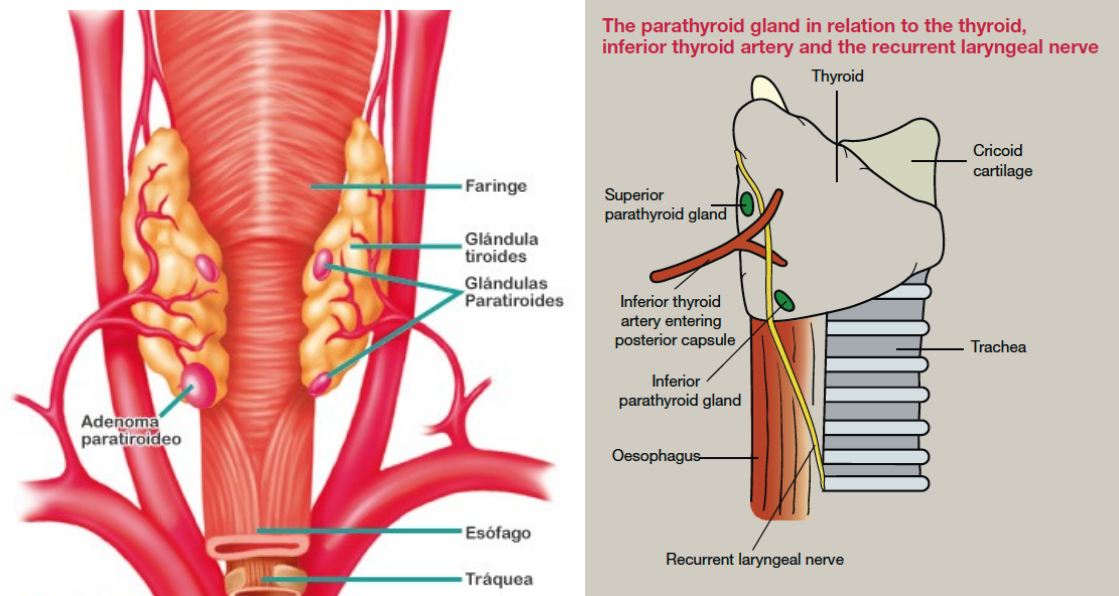


Figura 12.1, 12.2. Tráquea cervical, esófago cervical, glándulas paratiroides, arteria tiroidea inferior y nervio laríngeo recurrente [14].

- Eje vasculonervioso con la fascia vascular cervical (relación posterolateral): la arteria carótida primitiva (CP) internamente, la vena yugular interna (YI) lateralmente y el nervio vago o X par en el ángulo diedro.

- En profundidad se encuentran la musculatura prevertebral con la aponeurosis cervical profunda y los cuerpos vertebrales (límite posterior de bocios retroesofágicos y endotorácicos).

2.3 VASCULARIZACIÓN TIROIDEA.

La glándula tiroides posee una vascularización intensa, siendo la glándula endocrina con circulación sanguínea más rica y activa. Esta intensa vascularización arterial es un hecho llamativo, ya que tiene cuatro arterias voluminosas para un total de 30 gramos de peso medio.

El **soporte arterial** viene dado por:

- La **arteria tiroidea superior** (rama de la carótida externa): nace cercana o incluso en la misma bifurcación carotídea a la altura de la membrana tirohioidea. Discurre entre el músculo tirohioideo y omohioideo y se trifurca en las ramas anterior, posterior y externa.
- La **arteria tiroidea inferior (ATI)**: rama del tronco tiro-bicérvico escapular de Farabeuf (rama de la arteria subclavia). En su trayecto ascendente, pasa entre la arteria vertebral y el paquete vasculonervioso del cuello y alcanza el lóbulo lateral, dividiéndose en tres ramas: inferior, posterior e interna.
- Opcionalmente la **arteria tiroidea ima o media de Neubauer**.

El **soporte venoso** está formado por:

- **Dos venas tiroideas superiores**: drenan al tronco tirolinguofacial.
- **Dos venas tiroideas inferiores**: drenan al tronco venoso braquiocefálico izquierdo.

- **Dos venas tiroideas medias** (opcionales): venas voluminosas y cortas, a veces más de una, que desembocan en la vena yugular interna.

La arteria tiroidea inferior puede faltar y es más frecuente su ausencia en la mujer; se ha descrito que falta en 1 de cada 10 mujeres. Sin embargo, se ha observado que en casos de bocios es más voluminosa que la arteria tiroidea superior. Las venas más voluminosas de la glándula son las tiroideas inferiores o yugulares anteriores profundas de Tillaux, que desde el istmo alcanzan el tronco venoso braquiocefálico izquierdo. Su lesión traumática o quirúrgica conlleva el riesgo de embolia gaseosa, hecho que no ocurre en las venas tiroideas superiores.

Desde el punto de vista quirúrgico, es importante la relación del pedículo tiroideo superior con el *nervio laríngeo superior (NLS)*, sobre todo en la porción craneal del pedículo, llegando a formar parte del mismo, y la íntima relación de la arteria tiroidea inferior con el *NLR*, hechos que se explicarán posteriormente [1].

2.4 ANATOMÍA QUIRÚRGICA Y RELACIONES ANATOMO-QUIRÚRGICAS.

La cirugía de la glándula tiroides exige gran meticulosidad debido a múltiples aspectos: localización cervical con el riesgo que ello conlleva, gran vascularización y relación íntima con estructuras importantes (tráquea, esófago, laringe y paquete vasculonervioso cervical). Hay que tener en cuenta que la mayoría de las cirugías son por patología benigna tiroidea y las complicaciones que de ella surgen pueden ser muy severas y potencialmente letales.

Por todo esto, son necesarias varias premisas en la cirugía tiroidea: un perfecto control de la anatomía cervical, conocimiento de las variedades anatomopatológicas tumorales y los fenómenos endocrinológicos, precisión microquirúrgica en la identificación de los pedículos vasculonerviosos, así como la realización de exploraciones funcionales laríngeas debido a las complicaciones que la cirugía puede conllevar.

Por lo tanto, es imprescindible cumplir todos estos imperativos a fin de obtener una técnica quirúrgica limpia y rigurosa. Hay tres momentos y relaciones en la cirugía tiroidea de especial interés para el cirujano otorrinolaringólogo:

2.4.1. Relación de la rama externa del nervio laríngeo superior y el pedículo tiroideo superior.

Durante la disección y ligadura del pedículo tiroideo superior, es aconsejable la identificación de la rama externa del nervio laríngeo superior. Este nervio presenta relaciones variables con el pedículo tiroideo superior; suele caminar adosado a la cara externa del músculo constrictor inferior, por fuera de la cápsula tiroidea. En ocasiones, se adhiere a la arteria tiroidea superior, encontrándose entonces en el interior de la cápsula tiroidea y, menos frecuentemente, atraviesa las ramas de la dicha arteria. Inerva al músculo cricotiroideo, cuya contracción incrementa la tensión del pliegue vocal.

Para evitar la lesión de la rama externa del NLS, es imprescindible su identificación y, en el caso de que no sea posible, la individualización y ligadura del pedículo tiroideo superior lo más cercano al parénquima tiroideo, en función de la patología tiroidea que tratemos. La lesión de la rama externa de NLS produce la clínica de fonastemia, voz bitonal y fatiga vocal. Si se complementa con la lesión de la rama interna del mismo, además de lo anterior, se asocia déficit sensitivo laríngeo con riesgos de aspiraciones [10].

2.4.2 Relación del nervio laríngeo recurrente y la arteria tiroidea inferior.

En la cirugía tiroidea, es la relación topográfica más importante, ya que la identificación del nervio recurrente es imprescindible y obligatorio para el cirujano otorrinolaringólogo. Ambas estructuras, el nervio y la arteria, se cruzan, salvo en excepciones de nervios laríngeos inferiores no recurrentes. De ahí que el reconocimiento de la ATI sea de especial importancia para la posible ubicación y posterior disección del NLR. Clásicamente se decía que era útil para la identificación de la ATI la palpación del tubérculo de la apófisis transversa de la sexta vértebra cervical o tubérculo de Chassaignac. El nervio se puede descubrir a la altura de la mitad del polo inferior de la glándula tiroides, en el espesor de la grasa paratraqueal. Cuanto más abajo se identifique y se diseque, mayores serán los riesgos de lesionarle e incluso comprometer la vascularización centrípetas de la glándula paratiroides inferior. La recurrencia es distinta en ambos lados:

- El NLR derecho pasa por debajo del tronco arterial braquiocefálico, siendo, por lo tanto, su trayecto más oblicuo.
- El NLR izquierdo cruza por debajo del cayado aórtico, siguiendo un recorrido vertical y posterior.

Ambos nervios discurren en el surco traqueoesofágico, en íntima relación con la glándula tiroides, y se introducen en la laringe por debajo del músculo constrictor inferior de la faringe, siendo frecuente su división antes de la entrada laríngea.

En su identificación, la **ATI** es una de las principales referencias. Por lo tanto, a la hora de la ligadura arterial, hay que tener en cuenta dos aspectos: no ligar la arteria hasta no haber identificado el NLR, ya que nos sirve de guía, y ligarla pegada a la cápsula tiroidea para asegurar la vascularización paratiroidea.

Existen innumerables trabajos anatómicos y quirúrgicos que han intentado precisar la anatomía de los nervios recurrentes y sus relaciones con las arterias tiroideas inferiores. No obstante, el cruce entre ambas estructuras es variable. Podemos encontrar tres tipos de cruce entre el NLR y la ATI (**Fig.13**):

- **Retroarterial** (nervio detrás de ATI): En un 47% de los casos. Este caso predomina en el lado izquierdo.
- **Prearterial** (nervio delante de ATI): En un 28% de las ocasiones. Esta posición predomina en el lado derecho.
- **Interarterial**: En un 25% de los casos.

Por otro lado, el NLR se puede presentar como tronco único (46% de los casos) o desdoblado (54%). En este supuesto, la rama anterior o interna es la rama motora laríngea y la rama externa son fibras motoras esofágicas. En ocasiones, puede presentarse como trifurcado o de apariencia plexiforme.

La entrada del nervio en la laringe constituye una referencia fiable. Penetra por debajo de la arcada inferior del constrictor inferior y detrás del asta inferior del cartílago tiroides.

Hay que recordar que, en ocasiones, aunque es excepcional, el nervio laríngeo inferior ***no es recurrente*** y sale directamente del vago, no presentando su bucle infraclavicular. Esta entidad, si la hay, siempre se produce en el ***lado derecho*** (**Fig.14,15**). Se asocia a anomalías en el cayado aórtico, en especial a la ausencia de tronco arterial braquiocefálico, con salida de la arteria subclavia derecha directamente del cayado aórtico y con trayecto retroesofágico. Hay tres tipos de nervios laríngeos inferiores no recurrentes en función de la altura de la salida del nervio: I, IIa, IIb (**Fig.15**). En ocasiones, se produce

una disfagia denominada “*disfagia lusoria*” y se diagnostica mediante un estudio angiográfico [11,14]. El NLR derecho recurre a nivel del tronco arterial braquiocefálico y la arteria subclavia derecha, y el NLR izquierdo por debajo del cayado aórtico (**Fig.16**).

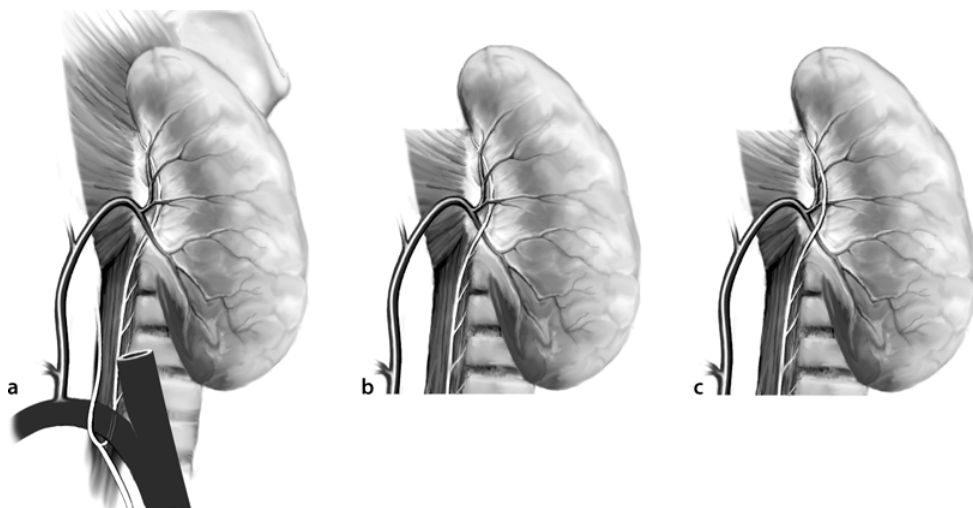


Figura 13. Relación de nervio laríngeo recurrente y arteria tiroidea inferior. A) Retroarterial, B) interarterial y C) prearterial.

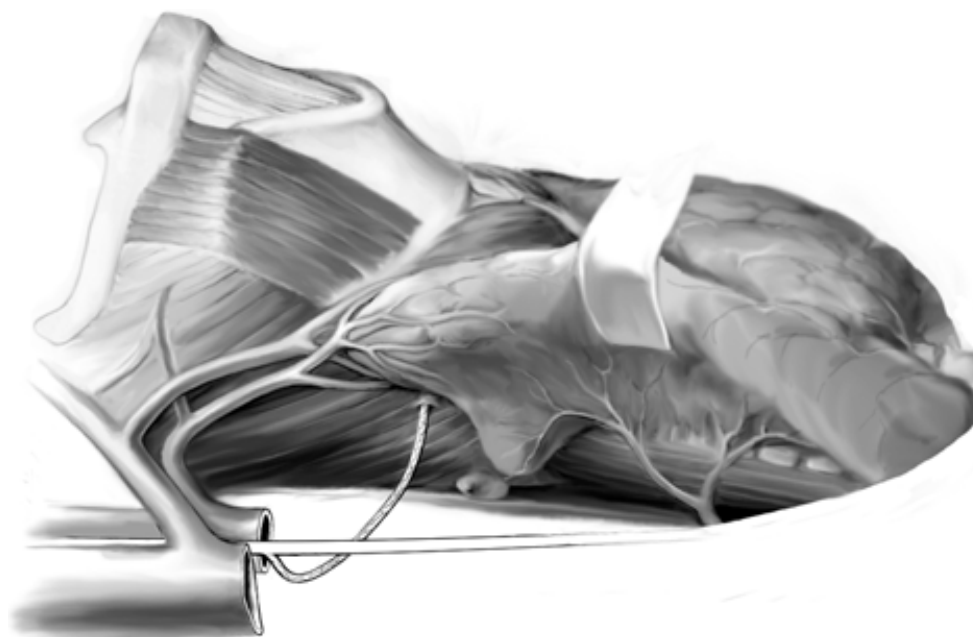


Figura 14. Nervio laríngeo inferior no recurrente.

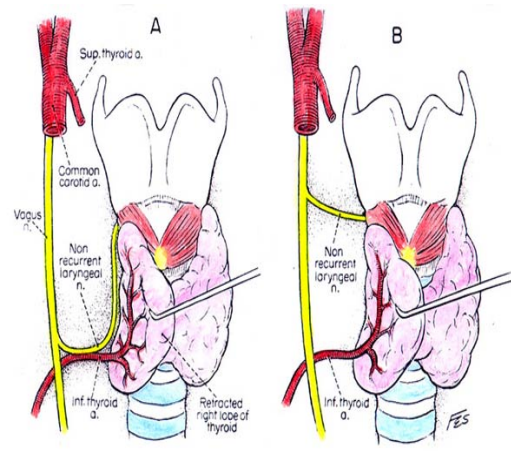
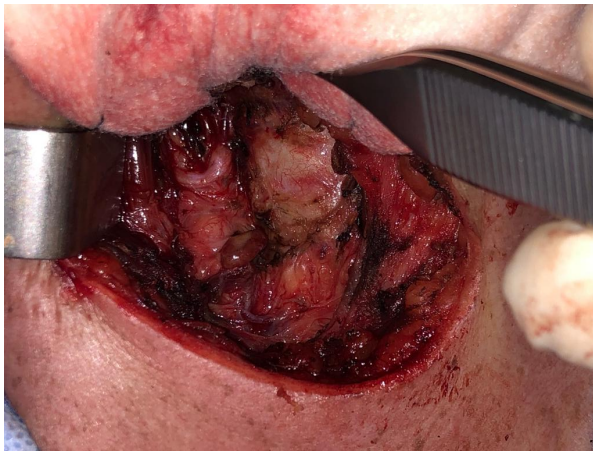


Figura 15. Tipos de nervio laríngeo inferior derecho no recurrente.

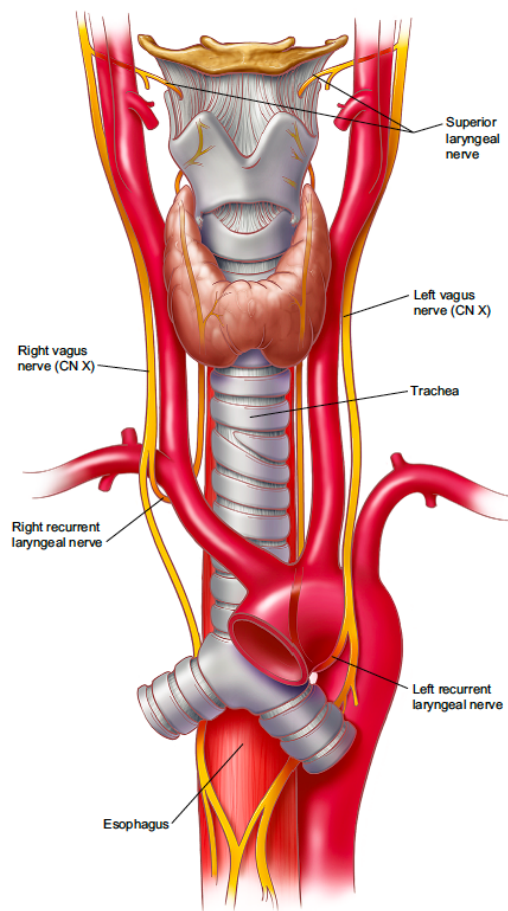


Figura 16. Nervio laríngeo recurrente derecho e izquierdo [13].

2.4.3 Identificación de las glándulas paratiroides.

Otro aspecto fundamental en la cirugía tiroidea es evitar el hipoparatiroidismo postquirúrgico. Desde el punto de vista embriológico, la paratiroides superior se origina de la 4ª bolsa faríngea (B4) y la inferior de la 3ª bolsa faríngea (B3). Su color es ocre-gamuza, de aspecto liso y brillante, y de consistencia elástica.

Dejando aparte los casos ectópicos, las glándulas paratiroides se localizan en el tejido celuloadiposo entre la vaina peritiroidea y la propia cápsula tiroidea, cerca de los bordes posteromediales de los lóbulos (**Fig.17**).

- **Las glándulas paratiroides superiores:** situadas en una zona limitada entre los tercios superior y medio de los lóbulos tiroideos. Su disposición suele ser simétrica.
- **Las glándulas paratiroides inferiores:** localizadas en un área de dispersión mayor (por debajo de la ATI) y en disposición prerrecurrential, con una distribución asimétrica.

Su vascularización es dependiente de la ATI a través de un terminal único. Por lo tanto, sea cual sea el tipo de tiroidectomía, está contraindicado ligar el tronco de la ATI. Siempre hay que ligar dicha arteria pegada al parénquima tiroideo para preservar la irrigación paratiroidea, y también es esencial la preservación del drenaje venoso.

En casos de dificultad y dudas de la vascularización paratiroidea, algunos autores proponen reimplantarlas en el ECM o en algún músculo del antebrazo. Una vez extraídas del lecho, las glándulas se introducen en suero para asegurarnos que no floten y no se confundan con grasa. A continuación, se trocean en una decena de fragmentos y

posteriormente se trasplantan en el lecho muscular. Parece que la reimplantación disminuye el riesgo de hipoparatiroidismo crónico [14,15].

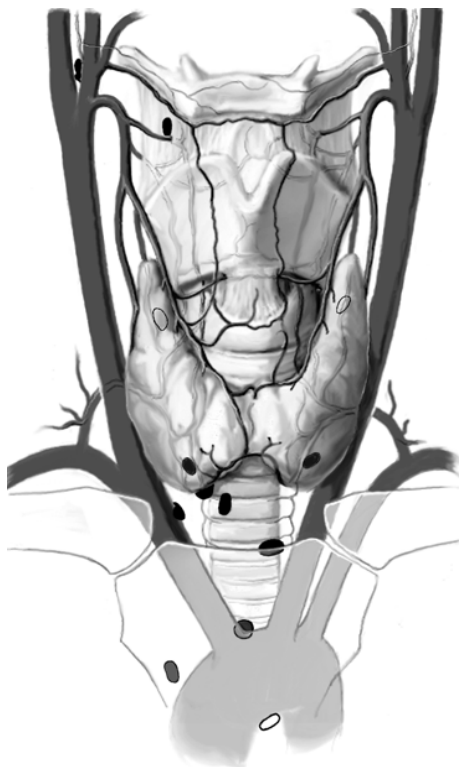


Figura 17. Distribución paratiroidea.

3. EVOLUCIÓN, AVANCES Y PUNTOS CLAVE EN LA CIRUGÍA TIROIDEA.

A lo largo de estos últimos 30-40 años, la cirugía tiroidea ha experimentado una evolución de forma exponencial, sobre todo en avances tecnológicos de sistemas de hemostasia y neuromonitorización del NLR. Aunque la tiroidectomía es un procedimiento frecuente y relativamente seguro, hay riesgos de complicaciones importantes y severas, como el hematoma asfixiante, la parálisis recurrential y el hipoparatiroidismo postquirúrgico. Todo esto hace que la cirugía tenga que ser sistematizada como cualquier otra cirugía, pero aquí con una importancia mayor.

La complicación más temida en la cirugía tiroidea es la parálisis del NLR, que produce cuadros de disfonía en parálisis unilaterales o incluso disnea en parálisis bilaterales, suponiendo un riesgo para la vida. De ahí que el reconocimiento y la preservación anatómica y funcional del NLR sean esenciales en toda tiroidectomía. La tasa de parálisis del NLR oscila entre el 0,5 y el 20% a nivel mundial; el riesgo de lesión recurrential depende de múltiples factores como la patología tiroidea, técnica quirúrgica, variables anatómicas y experiencia quirúrgica [16, 17,18].

Clásicamente, hay varias estructuras anatómicas y puntos de referencia que ayudan a la identificación del nervio, tales como el cruce con la ATI, su trayecto en el surco traqueoesofágico, existiendo diferencias en el lado derecho e izquierdo y la relación con el tubérculo de Zuckerkandl, si se encuentra presente. Es de especial importancia el conocimiento anatómico, así como la variabilidad en el trayecto y recorrido del NLR desde la salida de la base del cuello hasta su entrada en la laringe para evitar la lesión nerviosa [1]. Una estructura anatómica imprescindible en el reconocimiento del NLR es

la ATI (rama de la arteria subclavia). Ambas estructuras se encuentran íntimamente relacionadas y en algún punto se cruzan [19]. Lo habitual es que el nervio cruce a la arteria, ya sea en posición anterior (prearterial), posterior (retroarterial) o entre las ramas arteriales [16].

Por otro lado, la NMIO del NLR ayuda en la identificación anatómica y el estado funcional del nervio al final de la cirugía. Esta técnica de neurofisiología utilizada en cirugía tiroidea endocrina se remonta a 1970 y ha emergido en las últimas dos décadas [20]. El estímulo eléctrico aplicado es de 1 miliamperio (mA) y se recogen las señales eléctricas del NLR pre-disección (R1) y post-disección (R2) con un registro positivo (en el caso de presencia de señal eléctrica) o un registro negativo (en ausencia de señal eléctrica).

Otro avance importante ha sido los sistemas de hemostasia, los cuales han reducido las complicaciones hemorrágicas y han acortado el tiempo quirúrgico. Clásicamente, hasta la introducción en 1870 de las pinzas hemostáticas arteriales, la cirugía tiroidea estaba cuestionada por grandes cirujanos como Billroth o Samuel Gross, quienes la consideraban como “una temeridad o carnicería” [1]. El sangrado postquirúrgico es una de las complicaciones más temidas, siendo necesario reintervenciones inmediatas o de extrema urgencia, lo que pone en peligro el NLR y las glándulas paratiroides. Actualmente, una técnica quirúrgica adecuada, abordajes selectivos o mínimamente invasivos, la hemostasia cuidadosa, así como la introducción de sistemas novedosos de hemostasia, han disminuido las complicaciones hemorrágicas de forma notoria. Los dispositivos de sellado vascular pueden utilizar distintos tipos de energía y se pueden dividir en tres tipos (sistemas ultrasónicos, sistemas bipolares electrotérmicos que funcionan con radiofrecuencia e híbridos) [21].

Los puntos clave en la cirugía tiroidea son los siguientes:

- Hiperextensión cervical, como en otra cirugía de cuello (colocamos una sábana doblada debajo de los hombros).
- Posición en antitrendelemburg (sangrado y presión venosa menores).
- Incisión arciforme a 2 cm de la horquilla esternal y disección suprafascial.
- Levantamiento del colgajo cervical superior hasta el cartílago cricoides y disección del colgajo inferior, sobre todo en casos de bocios intratorácicos (**Fig. 18**).
- Fijación de ambos colgajos mediante compresas.
- Sección de la línea alba hasta identificar la cápsula tiroidea.

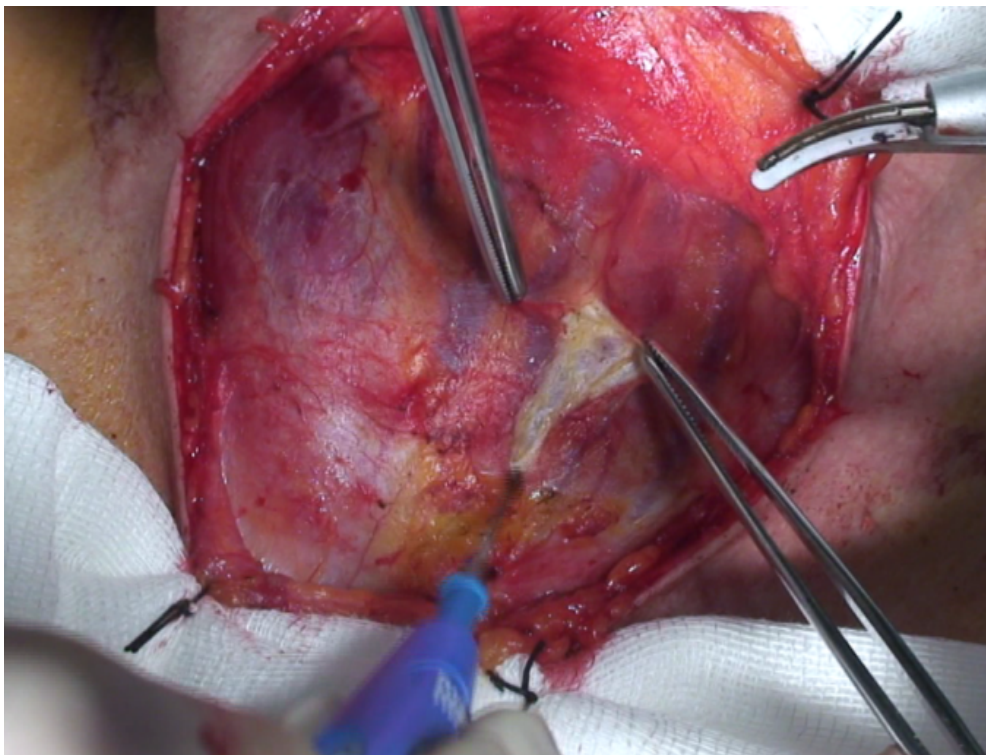


Figura 18. Disección y levantamiento de colgajos cervicales.

- Sección o no de los músculos pretiroideos. Se suelen seccionar en situaciones de grandes bocios cervicales o subesternales, reintervenciones, cuellos con

dificultades anatómicas, en patología oncológica avanzada y en la iniciación de la cirugía tiroidea.

- Ligadura del pedículo tiroideo superior (**Fig.19**).
- Movilización y liberación de la glándula con ligadura de la vena tiroidea media y disección capsular para conservar las paratiroides (**Fig.19**).

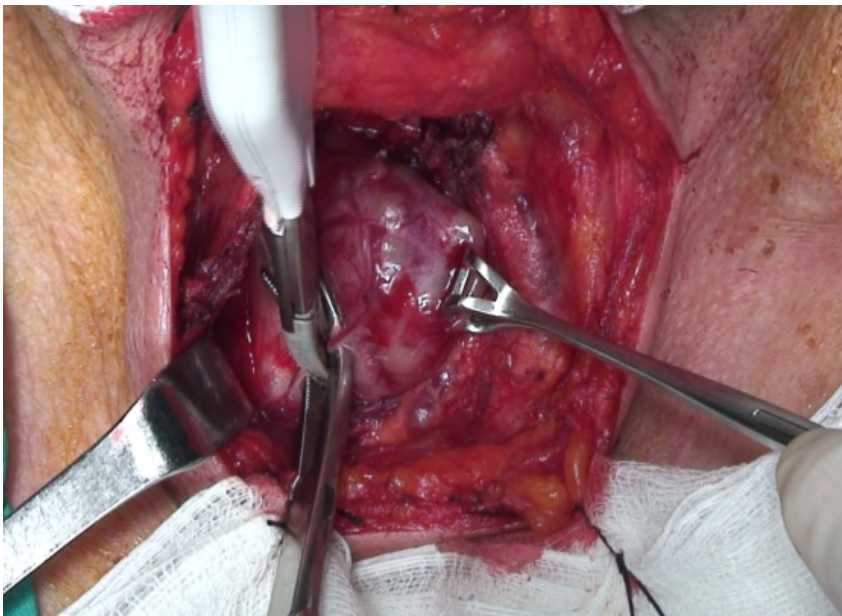
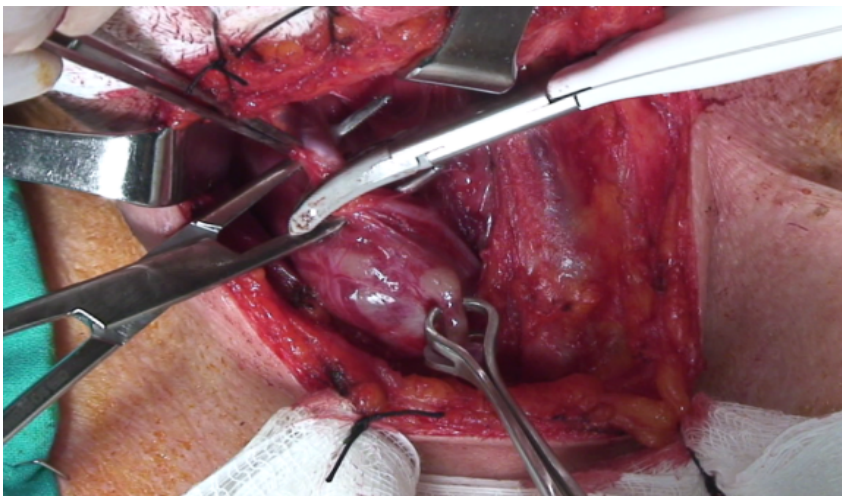


Figura 19. Ligadura del polo superior y la vena tiroidea media.

- Búsqueda, disección y neuroestimulación (R1) del NLR (oblicuo el derecho y vertical el izquierdo, ambos en el surco traqueoesofágico) (**Fig.20**).
- No ligar la ATI hasta no identificar el NLR (**Fig. 20**).
- Disección minuciosa del NLR caudo-craneal y hemostasia rigurosa (útil coagulación bipolar, sistemas de sellado y presión suave).

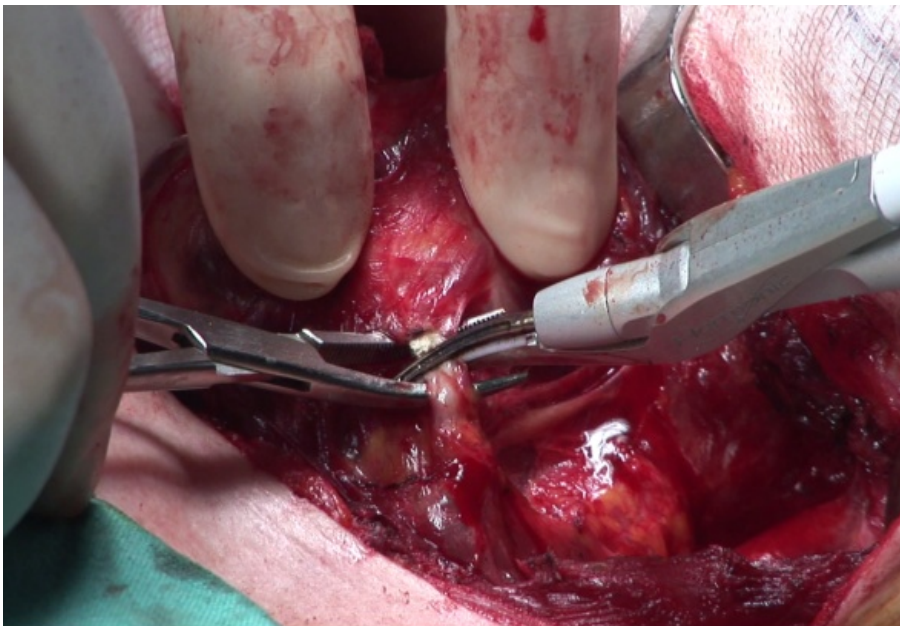
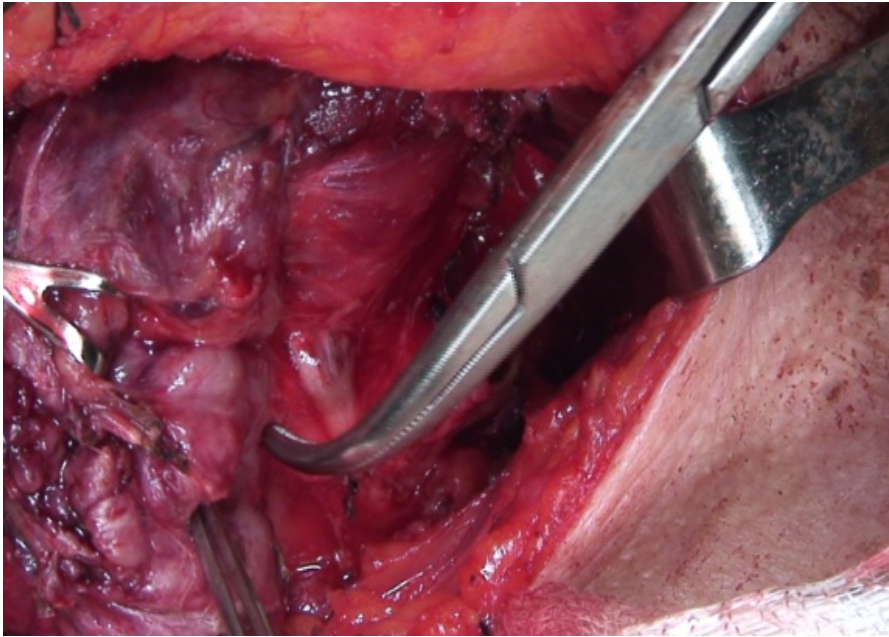


Figura 20. Búsqueda del nervio laríngeo recurrente y ligadura de arteria tiroidea inferior.

- Ligadura del pedículo venoso tiroideo inferior (**Fig.21**).

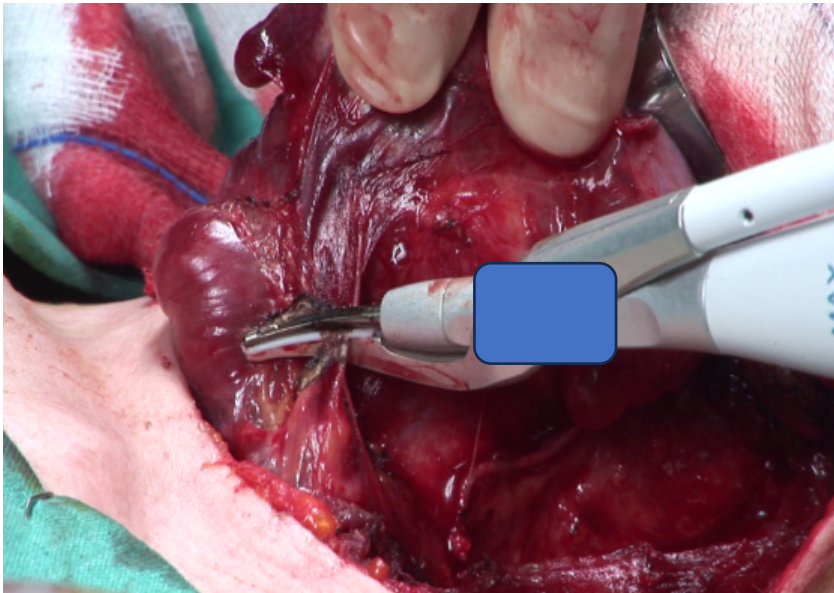


Figura 21. Ligadura de pedículo inferior.

- Identificación y conservación de las glándulas paratiroides, la superior detrás del NLR y la inferior anterior al NLR (**Fig.22**).

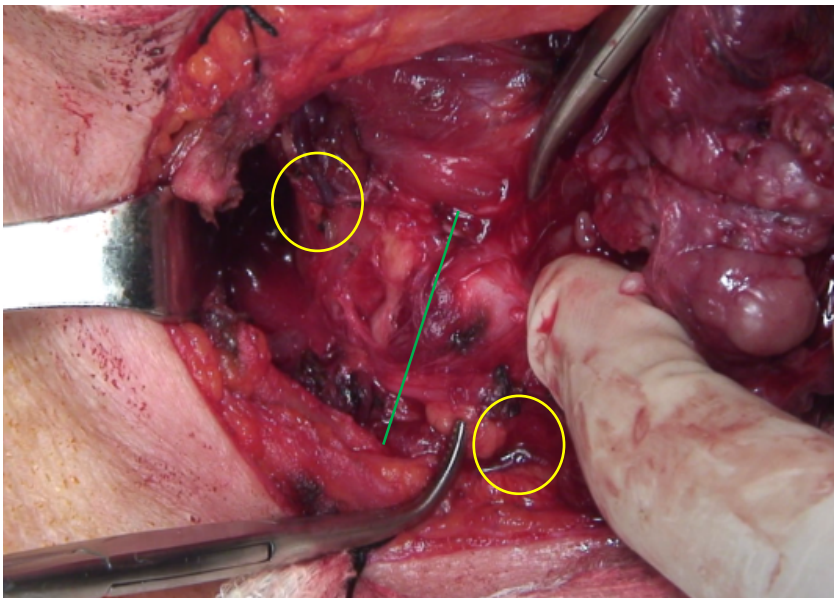


Figura 22. Conservación de glándulas paratiroides.

- Exéresis glandular.
- Neuroestimulación post-disección (R2) (**Fig. 23**).

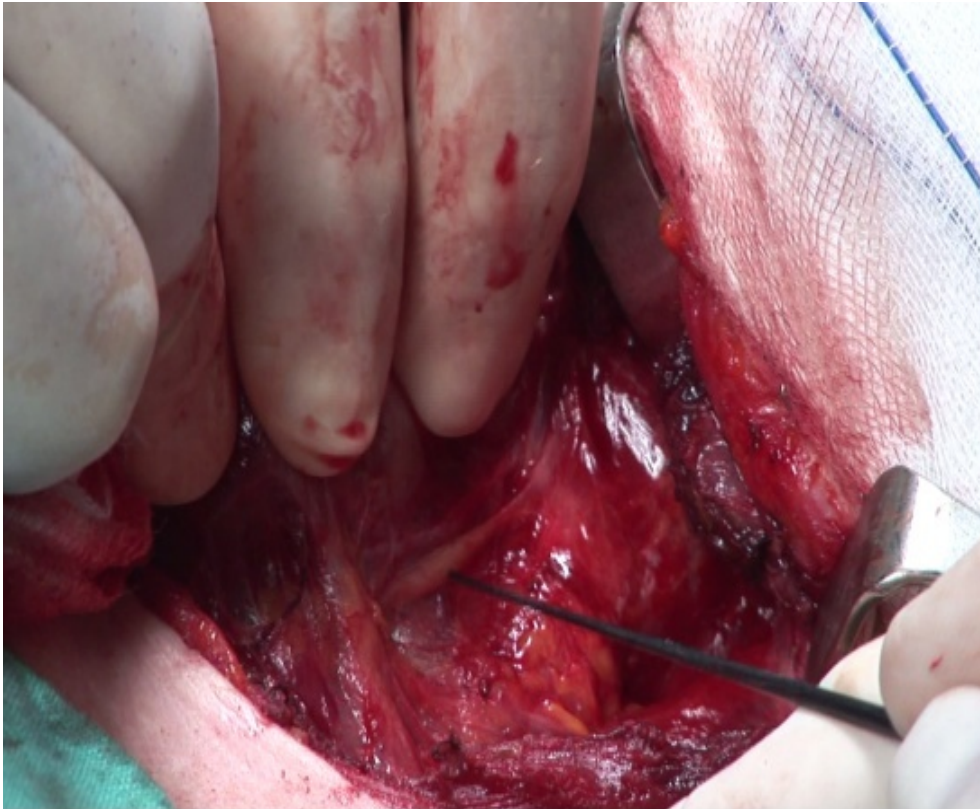


Figura 23. Estimulación del nervio laríngeo recurrente post-disección (R2).

- Hemostasia, maniobra de Valsalva, material hemostático y drenajes.
- Cierre por planos y sutura intradérmica.

4. CIRUGÍA SISTEMATIZADA Y SEGURIDAD PARA DISMINUIR COMPLICACIONES.

La tiroidectomía debe de ser una cirugía rigurosa y sistematizada con el fin de evitar complicaciones. Aparte de las complicaciones mayores ya descritas, como el hematoma sofocante, la parálisis recurrencial bilateral y el hipoparatiroidismo postquirúrgico, existen otras complicaciones menores, como son la disfonía provocada por la parálisis recurrencial unilateral, la fatiga vocal secundaria a la parálisis de la rama externa del nervio laríngeo superior, la infección de la herida quirúrgica, el seroma y el síndrome de hueso hambriento tras algunas paratiroidectomías. Por lo tanto, es crucial el reconocimiento precoz y el tratamiento inmediato para minimizar y disminuir las posibles complicaciones.

El origen del sangrado más frecuente suele ser la arteria tiroidea superior, aunque también es bastante frecuente la hemorragia en sábana, sobre todo en el lecho recurrencial. El tratamiento requerido es la revisión quirúrgica urgente y, solo en algunos casos de sangrado y hematoma superficial, el tratamiento es conservador y expectante [22].

La lesión del NLR unilateral es una complicación relativamente frecuente. La incidencia de lesiones transitorias suele ser del 5-8% y de parálisis permanentes entre el 0,1-3%. El hipoparatiroidismo postquirúrgico transitorio oscila en torno al 20-40% y el permanente entre el 0-3%. Hay varios factores que pueden predisponer y favorecer las complicaciones, como el hipertiroidismo, la patología tiroidea maligna, las reintervenciones, los bocios subesternales y la disección profiláctica o terapéutica del compartimento central [23].

Por todo lo anteriormente expuesto, se hace necesario que la tiroidectomía sea una cirugía sistemática, detallada y con alto nivel de seguridad, debido al riesgo quirúrgico y a la severidad de las complicaciones. Para prevenir o minimizar las complicaciones, es necesario un conocimiento exhaustivo de la anatomía cervical y una técnica quirúrgica cuidadosa y meticulosa.

La ventaja de la NMIO es la ayuda en la identificación anatómica y el conocimiento del estado funcional del NLR. La técnica de NMIO más usada es la intermitente, por su mayor facilidad, pero también se puede utilizar la monitorización continua, colocando un electrodo en el X par y permitiendo al cirujano conocer el sufrimiento nervioso continuo del NLR durante la disección [20,24]. El sistema de NMIO intermitente funciona a través de un estímulo eléctrico mediante un electrodo de estimulación (1 miliamperio) sobre el NLR o el X par, y dicha señal eléctrica produce una contracción muscular de los músculos intrínsecos laríngeos, la cual estimula a dos electrodos de superficie adosados al tubo endotraqueal [25]. Hay muchos estudios y metaanálisis que tratan de aclarar si la NMIO disminuye las tasas de parálisis laríngeas, y en muchos casos los resultados son contradictorios, sin establecer conclusiones aceptables [26]. La mayoría de las revisiones concluyen que disminuyen las tasas de parálisis unilaterales transitorias, no así las permanentes ni las bilaterales. No obstante, la principal limitación en los estudios es la baja tasa de parálisis, lo que hace necesario que los tamaños muestrales sean mayores, así como la heterogeneidad de las muestras [21].

Hay numerosos argumentos a favor de la NMIO, como son la ayuda en situaciones difíciles (reintervenciones, tumores localmente avanzados), nervios con trayectos anómalos o con ramificaciones, facilita la disección del NLR mediante comprobaciones sucesivas, informa sobre la funcionalidad del nervio al acabar la lobectomía y, por lo tanto, ayuda en la toma de decisiones si hay pérdida de señal en el primer lado de una tiroidectomía total, aumenta la confianza del cirujano, es útil a nivel docente y medicolegal, ayuda en el registro de datos y, realmente, cuanto más se usa, mejor se interpreta [27]. Por lo tanto, aumenta la seguridad del paciente. La *American Academy of Otolaryngology and Head and Neck Surgery* recomienda realizar NMIO porque reduce el tiempo de identificación del NLR, la incidencia de parálisis transitorias y ayuda a evitar las parálisis bilaterales [28].

Por todo lo dicho anteriormente, cabe hacerse varias preguntas en la cirugía tiroidea. En primer lugar, si realmente tiene utilidad la identificación del NLR. Esto parece algo esencial e imprescindible; no obstante, todavía no es un patrón que se encuentre estandarizado y protocolizado. Hay otras cuestiones que podemos analizar, como si la ATI es una referencia y guía fiable en la identificación del NLR, ver la frecuencia de divisiones o bifurcaciones nerviosas, hacer un estudio de la posición de las glándulas paratiroides o examinar otras variantes anatómicas.

Con respecto a la utilización de otras novedades tecnológicas, como pueden ser sistemas de monitorización nerviosa o dispositivos de hemostasia, nos podemos plantear si su uso son herramientas de ayuda y disminuyen o previenen algunas complicaciones que pueden comprometer la vida en esta cirugía.

I. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.

La tiroidectomía es el procedimiento quirúrgico más frecuente que se realiza dentro de la cirugía endocrina y uno de los más comunes en cirugía de cabeza y cuello. La técnica quirúrgica ha evolucionado lentamente a lo largo de los años, siendo en el siglo XIX y, sobre todo, en la primera mitad del siglo XX donde la evolución es exponencial.

La parálisis del NLR es una complicación seria y de especial trascendencia para los cirujanos otorrinolaringólogos después de la cirugía tiroidea y paratiroidea. Como cualquier otra complicación en esta cirugía, es escasa pero muy temida y potencialmente grave, sobre todo si es bilateral. Produce una alteración en la calidad de vida y puede conducir a un litigio. Se considera que su incidencia debe mantenerse alrededor del 1% y, en la mayoría de las series revisadas, se encuentra entre el 1 y el 20%. Las parálisis transitorias oscilan en torno al 5-10% y las permanentes alrededor del 3%. Su frecuencia es mayor en lesiones neoplásicas, reintervenciones y bocios intratorácicos. Debido a las repercusiones medicolegales de esta complicación, es necesario una exploración de la laringe pre y postoperatoria en todos los pacientes sometidos a cirugía de tiroides o paratiroides. El paciente debe ser informado que la parálisis puede ser una complicación quirúrgica o secuela cuando el tratamiento exige la lesión nerviosa.

Muchos estudios han demostrado que la identificación del NLR durante la cirugía tiroidea reduce el riesgo de lesión y daño recurrencial durante la disección, de ahí que, de forma sistemática, la mayoría de los cirujanos identifican el nervio durante la cirugía. Clásicamente, hay varias estructuras anatómicas y puntos de referencia que ayudan a la identificación del nervio, tales como el cruce con la ATI, su trayecto en el surco traqueoesofágico, existiendo diferencias en el lado derecho e izquierdo, y la relación con el tubérculo de Zuckerkandl si se encuentra presente.

Es de especial importancia el conocimiento anatómico, así como la variabilidad en el trayecto y recorrido del NLR desde la salida de la base del cuello hasta su entrada en la laringe, para evitar la lesión nerviosa.

En los últimos años, la aparición de nuevas tecnologías como la NMIO y los sistemas de sellado vascular han permitido una mejora notable en la cirugía tiroidea, disminuyendo el tiempo quirúrgico y aportando seguridad durante la misma. Existe una afirmación que dice: *“la mejor manera de encontrar un nervio recurrente es encontrar un cirujano acostumbrado a ello”*. El dispositivo tecnológico ayuda, pero nunca sustituye a la experiencia y la técnica cuidadosa.

La parálisis del NLR es la complicación principal y la que genera más estrés y ansiedad al paciente y al cirujano. Es fundamental disponer de protocolos de seguridad para evitar complicaciones mayores, como puede ser la parálisis bilateral del NLR. De ahí que la NMIO juega un papel transcendental en este aspecto.

No obstante, la mejor manera de evitar y reducir complicaciones es el perfecto conocimiento anatómico de la región tiroidea y cervical, disponer de referencias fundamentales durante la disección tiroidea y establecer una cirugía sistematizada y protocolizada. El primer punto de referencia para la identificación anatómica del NLR es la identificación de la ATI. Sin embargo, en ocasiones, las variantes anatómicas neurovasculares y las características patológicas de la glándula no lo hace fácil. Lo habitual es que el nervio cruce a la arteria, ya sea en posición anterior (prearterial), posterior (retroarterial) o entre las ramas arteriales. No obstante, la relación anatómica no es constante en ambos lados [16]. Hay algún metaanálisis que estudia la relación del NLR y la ATI en diferentes tipos de estudios (intraoperatorios retrospectivos, intraoperatorios prospectivos y cadavéricos) (**Fig. 24**).

Todas las circunstancias anteriormente expuestas motivan este estudio. En primer lugar, sería necesario confirmar si la identificación visual del NLR y el conocimiento de su situación anatómica respecto a la ATI permitirían la identificación y disección más segura del mismo. Además, sería fundamental conocer si la frecuencia de divisiones nerviosas y la posición de las glándulas paratiroides podrían minimizar las eventuales complicaciones. Por otro lado, el uso de distintas tecnologías, como la NMIO, puede facilitar y conocer el estado funcional del NLR antes, durante y después de su disección. Del mismo modo, permite confirmar, en caso de divisiones nerviosas, que ramas son las que tienen señal eléctrica y, por lo tanto, identificar anatómica y fisiológicamente la principal rama motora laríngea. Por último, planteamos si el uso de los sistemas de sellado y cierre vascular agiliza y sistematiza la cirugía, reduciendo el error humano y el riesgo de hemorragia. En definitiva, el presente análisis, con todas las variables anteriormente expuestas, intenta confirmar si la identificación visual del NLR a nivel del cruce con la ATI, y los sistemas de NMIO y sellado vascular, mejoran la seguridad en esta cirugía.

TABLE 1. Table of included studies with reported study prevalence of each type of recurrent laryngeal nerve to inferior thyroid artery relationship.

Study	Country	Type	No. of RLNs	% Anterior	% Posterior	% Between
Campos 2000 ¹	Brazil	C	142	28.2	24.6	47.2
Simon 1943 ⁸	USA	C	86	17.4	75.6	7.0
Stumolo 1999 ⁹	Italy	IR	280	31.1	43.2	25.7
Tang 2012 ¹⁴	China	C	160	41.3	48.1	10.6
Uen 2006 ¹⁵	Taiwan	C	120	14.2	65.8	20.0
Montared 2002 ¹⁶	USA	C	42	19.0	40.5	40.5
Freschi 1994 ¹⁷	Italy	IP	81	16.0	48.1	35.8
Asgharpour 2012 ¹⁹	England	C	246	32.9	35.8	31.3
Ardito 2004 ²⁰	Italy	IR	1856	7.1	69.1	23.9
Bachhuber 1943 ²¹	USA	C	200	14.5	44.0	41.5
Al-Salih 1989 ²⁴	Iraq	C	212	23.1	53.8	23.1
Altorjay 2009 ²⁵	Hungary	IP	1023	30.5	61.9	7.6
Aranles 2004 ²⁶	Brazil	C	21	33.3	66.7	0.0
Armstrong 1951 ²⁷	USA	C	100	34.0	43.0	23.0
Baldonini 2011 ²⁸	Argentina	C	52	55.8	30.8	13.5
Berlin 1929 ²⁹	USA	C	44	34.1	43.2	22.7
Berlin 1935 ³⁰	USA	IR	140	32.1	53.6	14.3
Bowden 1955 ³¹	England	C	55	20.0	43.6	36.4
Chang 1980 ³²	Taiwan	IR	100	24.0	56.0	20.0
Chen 2002 ³⁸	China	C	81	23.5	54.3	22.2
Chen 2005 ³⁴	China	C	94	34.0	40.4	25.5
Chen 2008 ³⁵	China	C	100	22.0	50.0	28.0
Clader 1957 ³⁶	USA	C	96	10.4	50.0	39.6
Costa 1997 ³⁷	Brazil	C	98	37.8	39.8	22.4
Dai 2014 ³⁸	China	IR	342	31.0	62.9	6.1
Dong 1986 ³⁹	China	C	48	8.3	58.3	33.3
Dufour 1954 ⁴⁰	France	C	52	23.1	46.2	30.8
Dwight 1886 ⁴¹	USA	IR	128	35.9	64.1	0.0
Fowler 1929 ⁴²	USA	C	400	26.0	65.5	8.5
Han 2003 ⁴³	China	C	120	28.3	60.0	11.7
Hirata 1992 ⁴⁴	Japan	C	784	19.5	45.0	35.5
Hunt 1968 ⁴⁵	Australia	C	142	31.0	61.3	7.7
Jáuregui 2000 ⁴⁶	Argentina	C	110	40.9	52.7	6.4
Jing 2007 ⁴⁷	China	C	100	43.0	46.0	11.0
Kaisha 2011 ⁴⁸	Kenya	C	146	37.0	51.4	11.6
Kózka 1985 ⁴⁹	Poland	C	140	37.1	54.3	8.6
Kratz 1973 ⁵⁰	USA	C	108	37.0	22.2	40.7
Kuo 2006 ⁵¹	China	C	91	20.9	59.3	19.8
Lee 2009 ⁵²	Korea	C	110	31.8	45.5	22.7
Lekacos 1992 ⁵³	Greece	IR	191	16.2	50.8	33.0
Lu 1987 ⁵⁴	China	IR + C	63	7.9	4.8	87.3
Lu 2012 ⁵⁵	China	IP	78	26.9	33.3	39.7
Lu 2012 ⁵⁶	China	C	100	22.0	43.0	35.0
Makay 2008 ⁵⁷	Turkey	IR	487	22.8	70.6	6.6
Matubis 2011 ⁵⁸	Philippines	C	108	29.6	59.3	11.1
Miscusi 2007 ⁵⁹	Italy	C	12	8.3	91.7	0.0
Morrison 1952 ⁶⁰	USA	C	200	27.5	46.5	26.0
Ngo Nyeki 2015 ⁶¹	Cameroon	IR	62	21.0	64.5	14.5
Nordland 1930 ⁶²	USA	C	61	42.6	31.1	26.2
Page 2003 ⁶³	France	IR	403	39.5	60.5	0.0
Papadatos 1978 ⁶⁴	Switzerland	C	478	20.1	40.0	40.0
Poyraz 2001 ⁶⁵	Turkey	C	48	16.7	37.5	45.8
Prior 1977 ⁶⁶	Italy	C	94	20.2	41.5	38.3
Ran 2003 ⁶⁷	China	C	100	32.0	39.0	29.0
Rustad 1954 ⁶⁸	USA	C	200	27.5	46.5	26.0
Salama 1992 ⁶⁹	Australia	C	144	19.4	44.4	36.1
She 1984 ⁷⁰	China	C	200	27.5	60.0	12.5
She 2005 ⁷¹	China	C	99	30.3	38.4	31.3
Skandalakis 1976 ⁷²	USA	C	203	20.7	41.9	37.4
Song 1978 ⁷³	China	C	135	15.6	41.5	43.0
Steinberg 1986 ⁷⁴	South Africa	C	180	32.2	61.1	6.7
Sultana 2006 ⁷⁵	Bangladesh	C	120	28.3	31.7	40.0
Sun 2001 ⁷⁶	China	C	100	32.0	39.0	29.0

Figura 24. Relación del nervio recurrente y la arteria tiroidea inferior (IP: Intraoperatorio prospectivo, IR: intraoperatorio retrospectivo, C: cadavérico). [29].

II. HIPÓTESIS

A pesar de que en la mayoría de las revisiones no hay datos que demuestren que la identificación visual del NLR en su cruce con la ATI, sus variantes anatómicas y la relación con las estructuras vasculares adyacentes sean guías y herramientas imprescindibles en esta cirugía, así como los resultados controvertidos y contradictorios sobre el uso de ciertas tecnologías, en el presente estudio intentamos demostrar los siguientes aspectos:

- El cruce del NLR con la ATI, la identificación de las ramificaciones y divisiones nerviosas, y el conocimiento de las posibles variantes neurovasculares son parámetros e indicadores precisos y fiables en cirugía tiroidea y paratiroidea.
- La NMIO del NLR permite realizar una cirugía con seguridad al conocer el estado funcional del nervio antes, durante y después de la disección.
- El uso de dispositivos energéticos de sellado y cierre vascular de forma sistemática es de enorme utilidad y una garantía para realizar una técnica quirúrgica sistematizada, segura, rápida y eficaz.

III. OBJETIVOS

En un total de 500 pacientes intervenidos de tiroidectomía y paratiroidectomía por un mismo cirujano, utilizando la misma sistemática quirúrgica durante un periodo de 10 años y 3 meses, se realizó un estudio retrospectivo analizando distintas variables anatómicas, estableciendo protocolos de seguridad e introduciendo nuevas tecnologías. Planteamos los siguientes objetivos con la finalidad de disminuir o reducir las complicaciones y garantizar una cirugía segura:

1. Establecer una técnica quirúrgica basada en la identificación visual del NLR a nivel del cruce con la ATI y plantear cual es la relación predominante en ambos lados (prearterial, retroarterial o entre la bifurcación de la ATI) con la finalidad de facilitar y sistematizar la identificación nerviosa, y disminuir la lesión recurrential.
2. Analizar las divisiones del NLR y comparar los resultados de ambos lados.
3. Estudiar la posición y distribución anatómica de las glándulas paratiroides estableciendo tres patrones con el objetivo de sistematizar su localización.
4. Instaurar un protocolo de seguridad basado en la NMIO del NLR analizando los resultados obtenidos en pacientes neuromonitorizados y comparando con aquellos en los que no se utilizó dicha tecnología.
5. Plantear si el uso de sellado y cierre vascular disminuye globalmente el riesgo de hemorragia postquirúrgica.

6. Analizar las complicaciones más frecuentes en esta serie (hipoparatiroidismo transitorio y definitivo, parálisis del NLR unilateral o bilateral, temporal o permanente) y comparar con la literatura existente.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

1. POBLACIÓN.

La población incluida en el estudio han sido 500 pacientes intervenidos de cirugía tiroidea y paratiroidea por un mismo cirujano en el servicio de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

Se obtuvo autorización previamente por el Comité Ético de Investigación de medicamentos (CEIm), con código 21-2296 para el diseño del estudio.

2. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se llevó a cabo un estudio clínico retrospectivo en el Servicio de ORL y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, en el periodo comprendido entre septiembre de 2011 y diciembre de 2021 (10 años y 3 meses).

Un total de 500 pacientes fueron intervenidos de tiroidectomía por un mismo cirujano. La edad media fue de 58 años, con un rango entre 19 y 84 años, con predominio del sexo femenino (410 mujeres y 90 varones). (Figuras 25, 26, 27 y 28).

Todos los pacientes fueron sometidos a videolaringoscopias previas de las cuerdas vocales, cirugía con anestesia general por un equipo quirúrgico experimentado y la misma técnica quirúrgica.

3. RECOGIDA DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los datos se obtuvieron en base a un protocolo elaborado, y los mismos fueron incorporados a una tabla de Excel (Microsoft Excel para MacBook Pro 2019).

El tratamiento y el análisis de los datos se llevaron a cabo mediante el programa estadístico IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 29.0 para Windows. Aquellos valores de $p < 0,05$ han sido considerados estadísticamente significativos.

Se utilizó una estadística descriptiva para las variables con datos cuantitativos, determinando la media y la desviación típica, y las variables cualitativas se presentan según su distribución de frecuencias.

Mediante el test Chi-cuadrado de Pearson, se ha analizado la asociación de las variables cualitativas. En el caso de que el número de celdas con valores esperados menores de 5 es mayor de un 20%, se ha utilizado el test exacto de Fisher o el test Razón de verosimilitud para variables con más de dos categorías.

Se estudiaron las siguientes variables:

- Lateralidad y posición nerviosa.
- Lateralidad y división nerviosa.
- Glándula paratiroides y distribución anatómica.
- NMIO y parálisis del NLR.

4. PUNTOS DE REFERENCIAS ANATÓMICOS.

Se tomó como principal referencia anatómica la ATI en la identificación del NLR, observando el cruce y las variables anatómicas de ambas estructuras. En ambos lados se estableció el cruce en tres patrones: prearterial, retroarterial o entre la bifurcación de la ATI y se describió la presencia de una o varias ramas anatómicas del NLR con el objeto de establecer una sistemática quirúrgica. Una vez identificado el NLR, se siguió el curso del mismo hasta su entrada en la laringe y su relación con otras referencias anatómicas. Esta sistematización quirúrgica tenía como objetivo principal facilitar la identificación y minimizar la parálisis del NLR. **(Fig.25).**

5. NEUROMONITORIZACIÓN INTRAOPERATORIA DEL NERVIO LARINGEO RECURRENTE.

Otra variable estudiada fue la NMIO del NLR y su influencia en la parálisis del mismo. El sistema de NMIO utilizado fue la neuromonitorización intermitente con electrodos de registro adosados al tubo endotraqueal y un electrodo de estimulación (NIM 3.0, Medtronic). El estímulo eléctrico aplicado fue de 1 miliamperio (mA) y se recogieron las señales eléctricas del NLR predissección (R1) y postdissección (R2) con un registro positivo (en el caso de presencia de señal eléctrica) o un registro negativo (en ausencia de señal eléctrica). Se estableció un protocolo para el manejo anestésico y quirúrgico. En caso de pérdida de señal (R1+/R2-) o ausencia de señal (R1-/R2-) se estableció un protocolo de verificación (posición del tubo, contacto de los electrodos, conexiones, parámetros del monitor, relajación del paciente, sonda de estimulación etc.).

Si la pérdida o ausencia de señal se mantenía tras comprobar el protocolo de verificación y si además ocurría en el primer lado de la tiroidectomía total, se difería la segunda lobectomía. Se realizó una laringoscopia postquirúrgica en todos los pacientes. En los pacientes neuromonitorizados, además, se comparó el resultado de la señal eléctrica y la laringoscopia posterior, estableciendo cuatro eventos: verdadero negativo (registro positivo R2, no parálisis), verdadero positivo (registro negativo R2, parálisis unilateral), falso positivo (registro negativo R2, no parálisis) y falso negativo (registro positivo R2, parálisis). Durante los primeros 3 años (2011-2014), la neuromonitorización se realizaba en casos seleccionados (grandes bocios cervicales, extensión retroesternal, cirugía oncológica ganglionar asociada, cirugía de revisión y parálisis laríngea contralateral). A partir del 2014, la NMIO se realizó de forma sistemática en todos los pacientes.

6. DISTRIBUCIÓN Y POSICIÓN ANATÓMICA DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES.

Se realizó una recogida de la posición anatómica de las glándulas paratiroides de todos los 500 pacientes, con el objetivo de estudiar la repercusión del hipoparatiroidismo postquirúrgico en relación a la distribución de las glándulas. Se tomó como referencia 3 posiciones anatómicas: la posición alta, localizada a nivel de la entrada del NLR en la laringe; la posición media, a nivel del cruce de NLR y ATI; y la posición baja, localizada a nivel de la grasa tirotímica. Las paratiroides superiores se distribuyen en una posición alta o media, y las inferiores en posición media o baja.

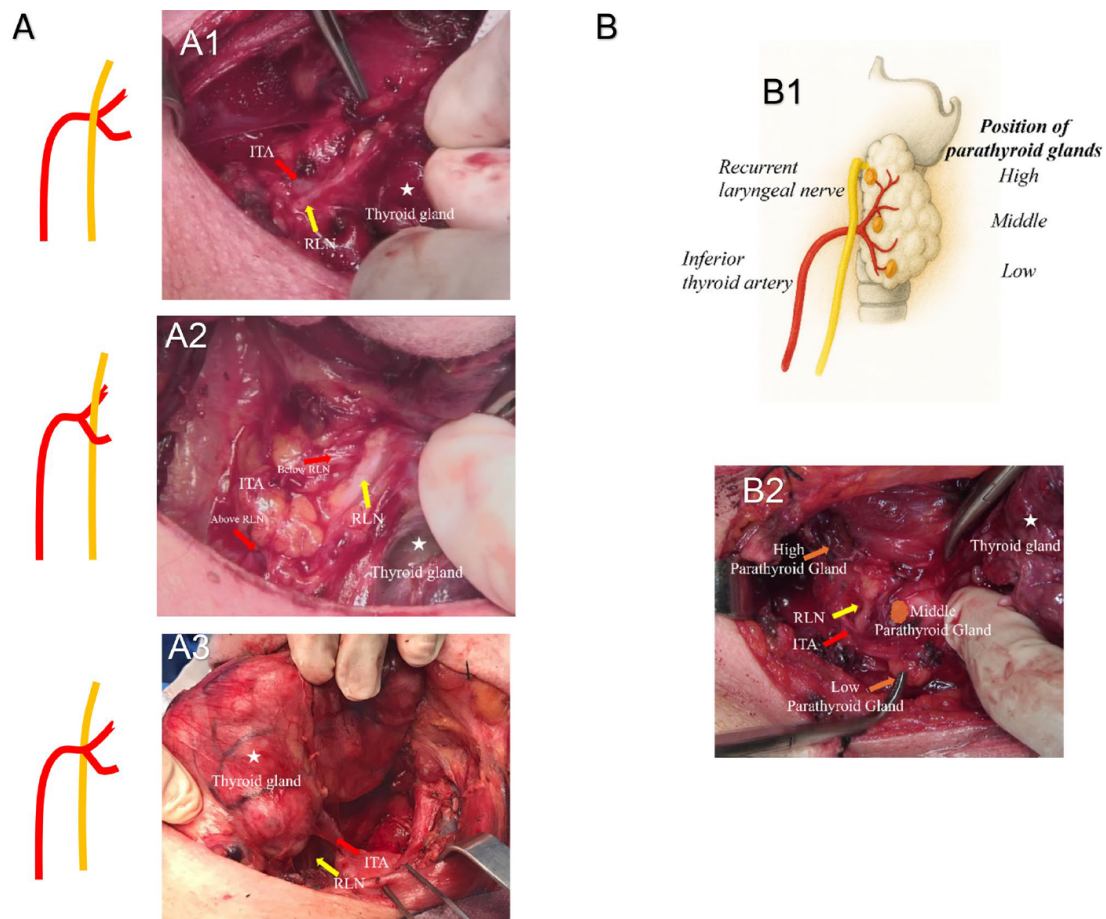


Fig. 1 Anatomical mapping of the recurrent laryngeal nerve (RLN) and parathyroid glands during thyroid surgery. Panel A illustrates the three main variants of the relationship between the RLN and ITA: prearterial (A1), interarterial (A2), and retroarterial (A3). Panel B shows the topographic classification of parathyroid glands into high, middle,

and low zones in relation to the RLN and ITA landmarks. This standardized mapping strategy facilitates reproducible identification of the RLN and the parathyroid glands during thyroid and parathyroid procedures.*RLN: Recurrent laryngeal nerve, ITA: Inferior thyroid artery

Figura 25. A: Patrones de cruce neurovascular (arteria tiroidea inferior y nervio laríngeo recurrente). B: Topografía y distribución paratiroidea.

Nota. Tomado de “Intraoperative mapping of the recurrent laryngeal nerve and parathyroid glands to improve thyroid surgery outcomes”, publicado en *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* por L. M. Torres Morientes, 2025, Editorial Springer.

V. RESULTADOS

Como hemos comentado, un total de 500 pacientes fueron intervenidos de cirugía tiroidea y paratiroidea por un mismo cirujano.

1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES.

1.1 Edad.

La edad media fue de 58 años, con un rango entre 19 y 84 años (**Fig. 26 y 27**).

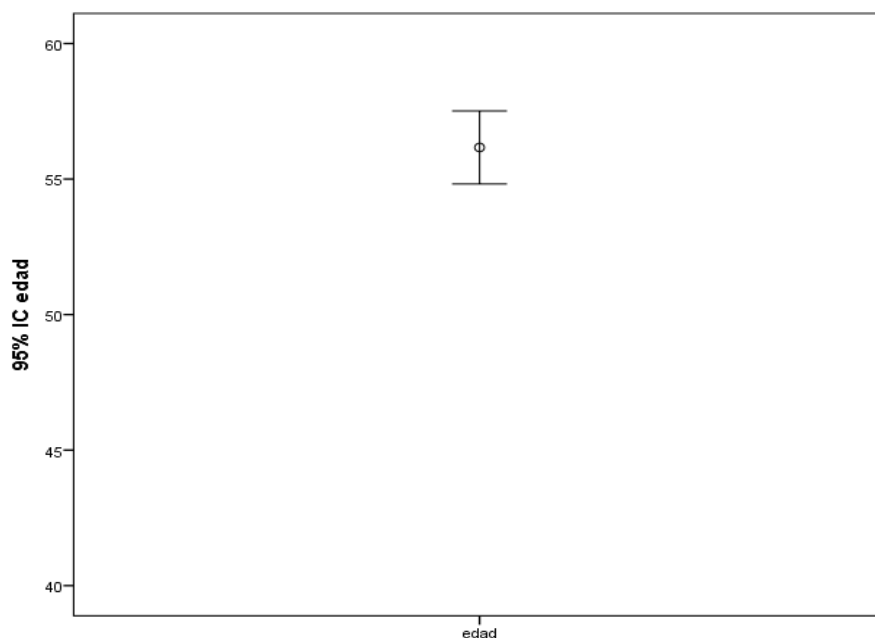


Figura 26. Diagrama de cajas que representa los valores medios de la edad. Asimétrico hacia arriba.

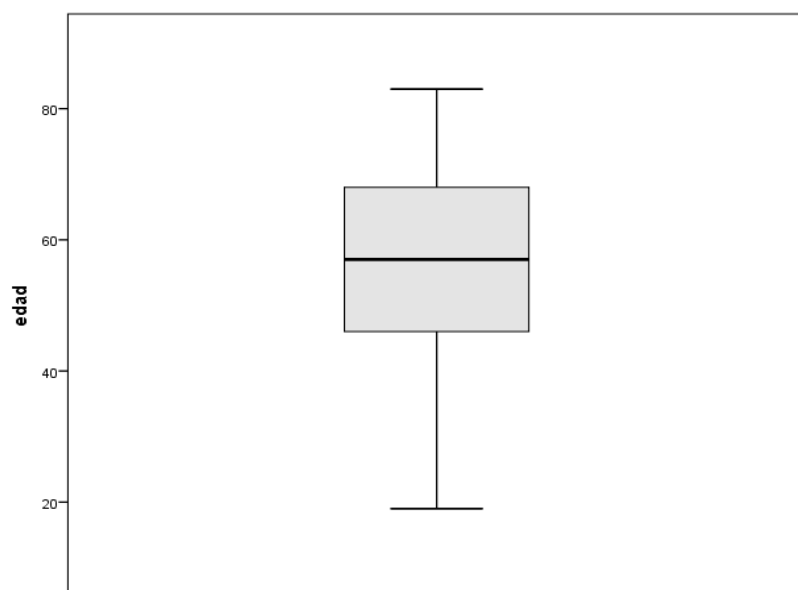


Figura 27. Diagrama de cajas (mediana) representativo de la distribución de la edad de la población incluida.

1.2 Sexo.

La prevalencia por sexo era mayoritariamente femenina; un 82% eran mujeres (410 pacientes) y el 18% restantes, varones (90 pacientes) (**Fig. 28,29 y 30**).

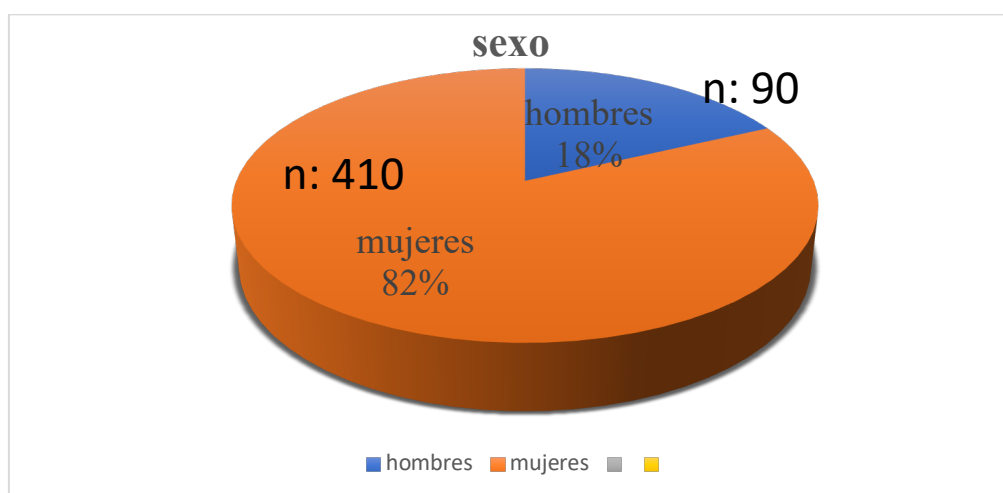


Figura 28. Distribución por sexo.

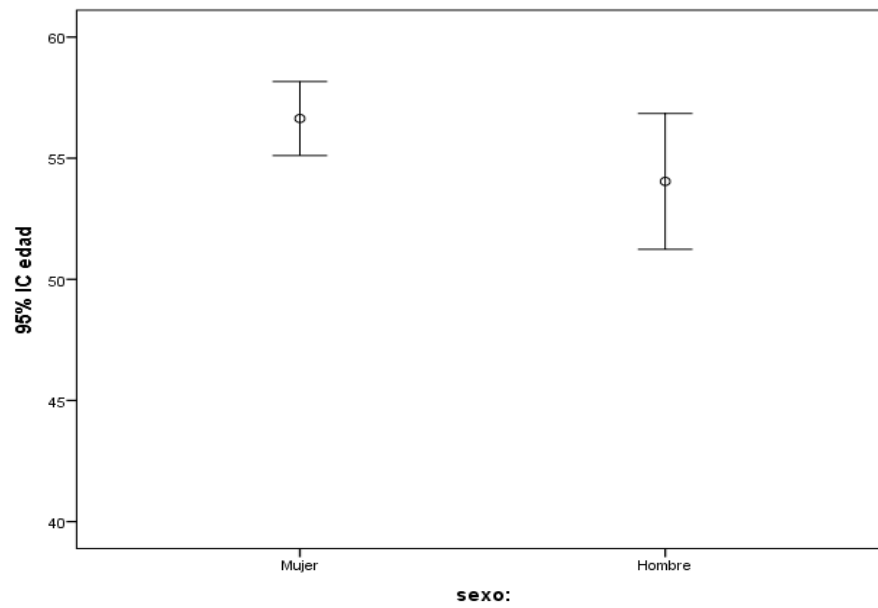


Figura 29. Diagrama de cajas que representa los valores medios según edad y sexo.

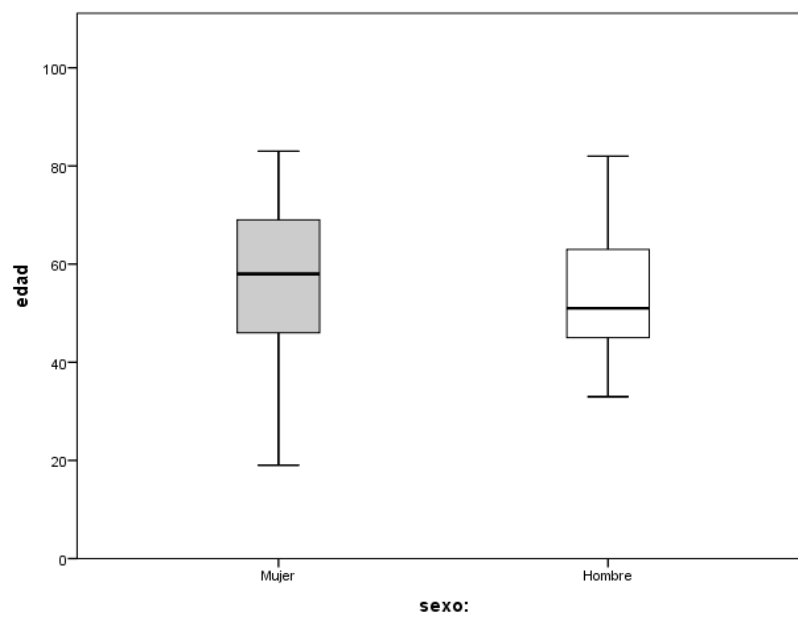


Figura 30. Diagrama de cajas (mediana) que muestra la distribución de la edad y la comparativa según sexo.

1.3 Antecedentes Personales.

Se valoró una variable cualitativa dicotómica (SI / NO). El 46% no tenía antecedentes de interés, siendo la HTA el principal antecedente personal, estando presente en 130 pacientes. En un 36% había antecedentes familiares de patología tiroidea y solamente el 11% tenía factores de riesgos de cáncer de tiroides (déficit de sal yodada, antecedentes familiares de cáncer tiroideo e irradiación cervical previa) (**Fig. 31**).

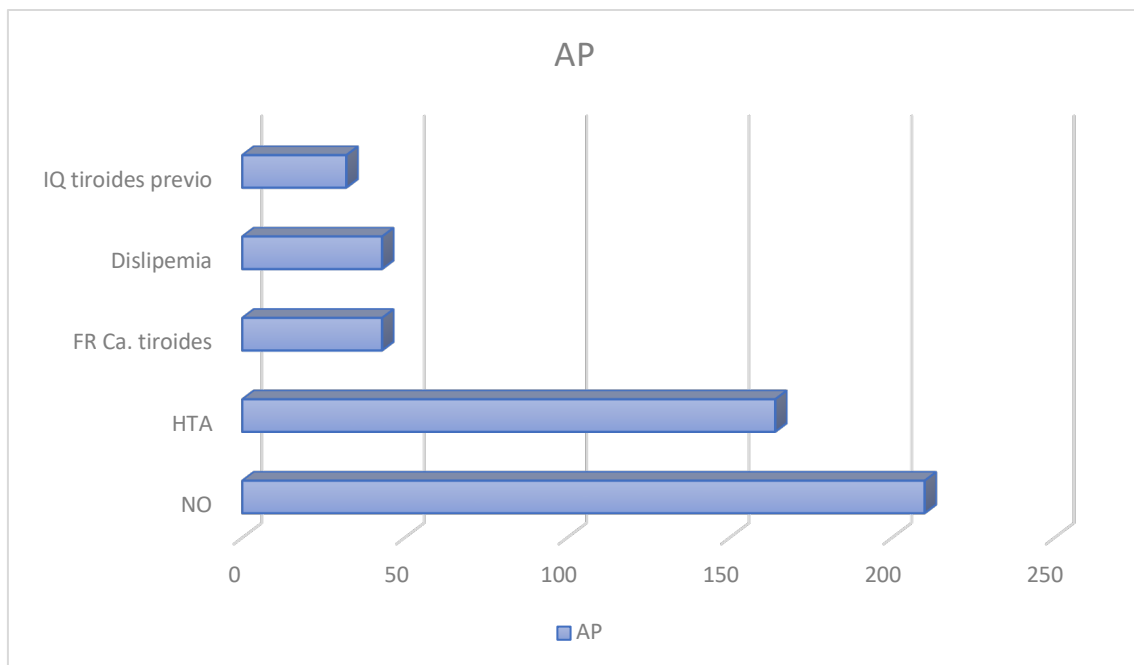


Figura 31. Antecedentes personales previos.

1.4 Indicación quirúrgica.

En la tabla 1 se recoge las indicaciones quirúrgicas, siendo el bocio multinodular bilateral eutiroideo la indicación quirúrgica principal, con una frecuencia de 124 pacientes, seguido del nódulo tiroideo único, bocio multinodular unilateral y cáncer papilar de tiroides, todos ellos con un porcentaje del 12% (**Fig. 32**).

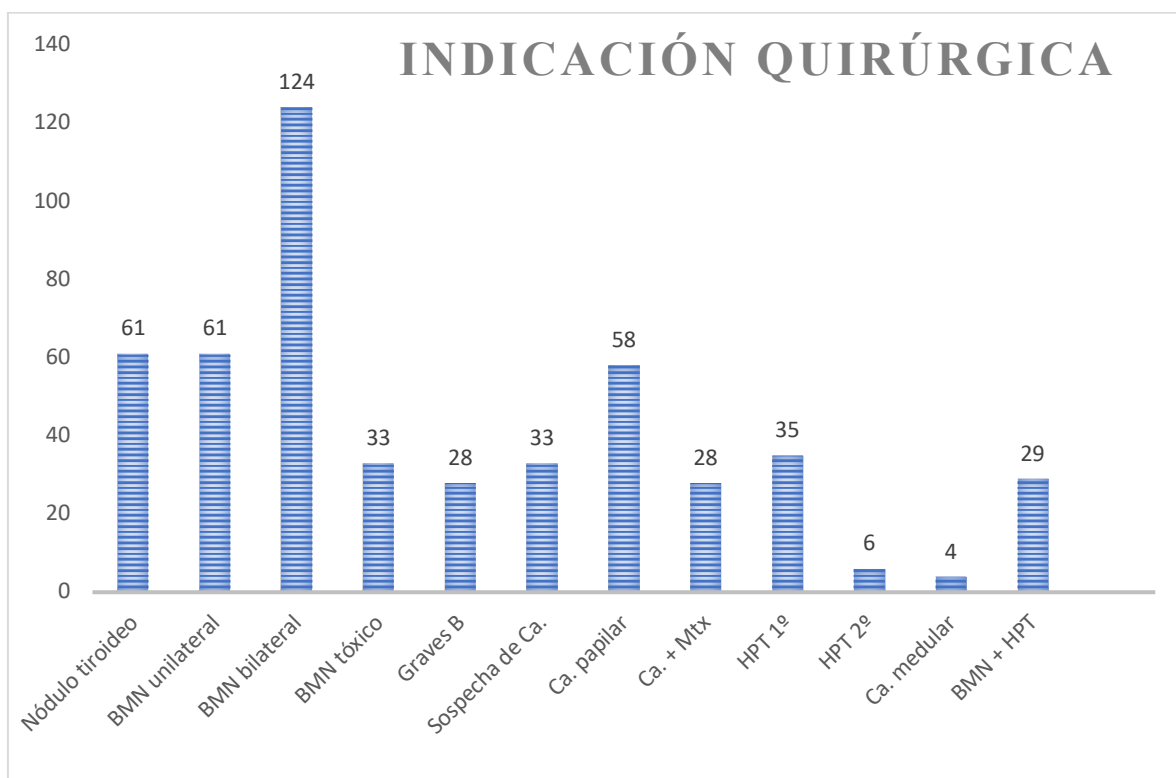


Figura 32. Indicación quirúrgica.

Tabla 1. Indicación quirúrgica.

	Número	Porcentaje			Número	Porcentaje
Nódulo tiroideo	61	12,2%		Carcinoma papilar	58	11,6%
BMN unilateral	61	12,2%		Carcinoma + metástasis	28	5,6%
BMN bilateral	124	24,8%		HPT 1º	35	7%
BMN tóxico	33	6,6%		HPT 2º	6	1,2%
Graves Basedow	28	5,6%		Carcinoma medular	4	0,8%
Sospecha carcinoma papilar	33	6,6%		BMN + HPT	29	5,8%

(BMN: Bocio multinodular, HPT: Hiperparatiroidismo)

1.5 Tipo de cirugía realizada.

El tipo de cirugía realizada más común fue la tiroidectomía total, llevada a cabo en 273 pacientes: 220 de forma aislada, 13 con disección central, 25 con disección lateral y 16 casos con paratiroidectomía asociada, seguida de hemitiroidectomía en 194 casos (176 hemitiroidectomías aisladas y 18 casos con paratiroidectomía asociada). Se operaron 2 istmectomías y 26 paratiroidectomías aisladas. Se asociaron vaciamientos terapéuticos laterales en 25 pacientes y vaciamientos selectivos centrales en 13 casos (**Fig. 33 y tabla 2**).

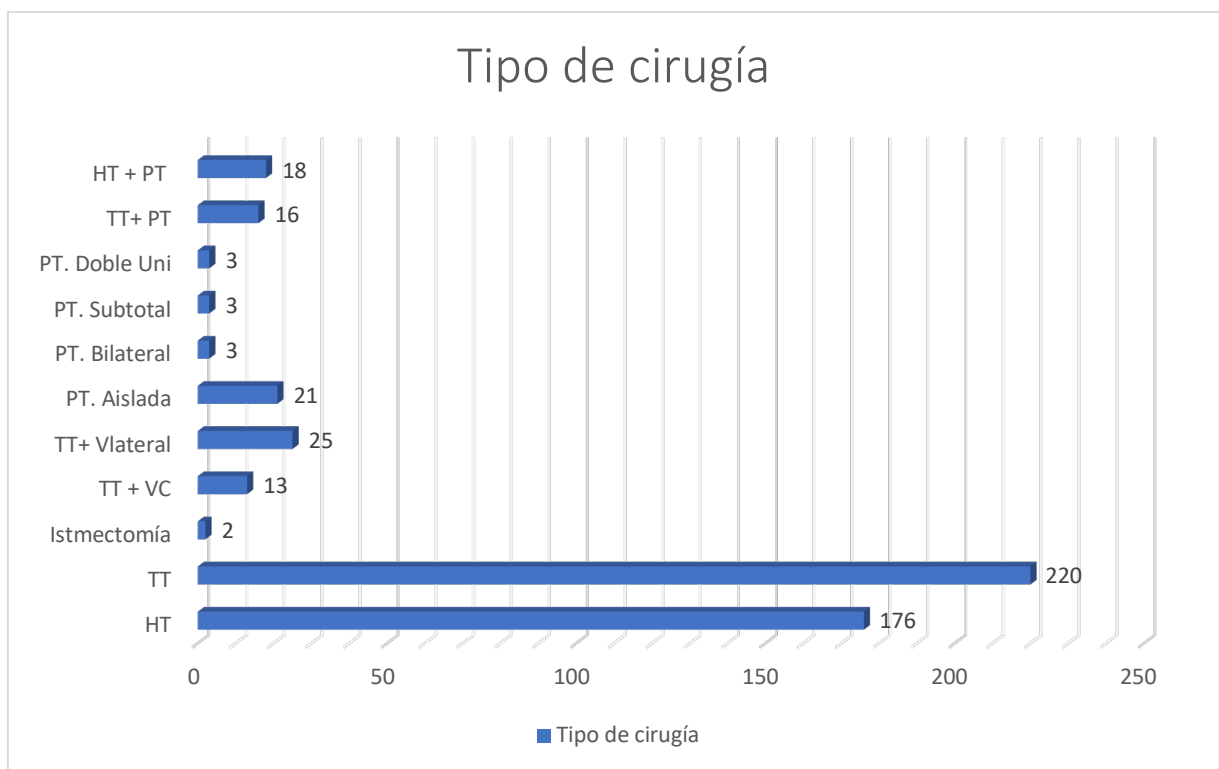


Figura 33. Tipo de cirugía realizada.

Tabla 2. Tipo de cirugía realizada.

	Número	Porcentaje			Número	Porcentaje
HT	176	35,2%		PT bilateral	3	0,6%
TT	220	44%		PT subtotal	3	0,6%
Ismectomía	2	0,4%		PT doble unilateral	3	0,6%
TT + VC	13	2,6%		TT + PT	16	3,2%
TT + VL	25	5%		HT + PT	18	3,6%
PT aislada	21	4,2%				

(HT: hemitiroidectomía, TT: tiroidectomía total, VC: vaciamiento central, VL: vaciamiento lateral, PT: paratiroidectomía)

1.6 Pruebas radiológicas realizadas.

Las pruebas radiológicas prequirúrgicas fueron ecografía en un 60%, ecografía y tomografía computarizada (TC) en un 17%, ecografía y gammagrafía en un 11% y TC aislada en un 7,4% de los casos (**Fig. 34**).

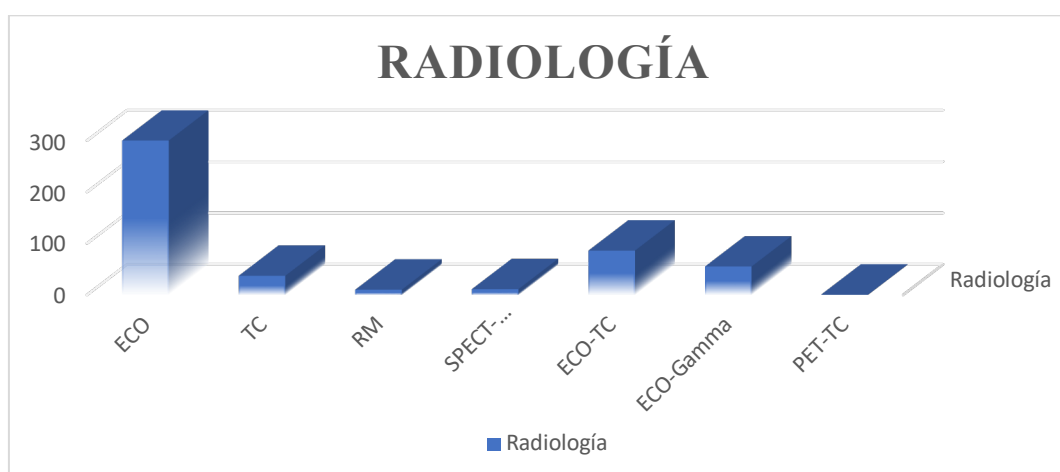


Figura 34. Pruebas radiológicas realizadas.

1.7 Sección muscular pretiroidea.

La técnica quirúrgica estándar fue de disección extracapsular; en el 63 % de los casos no se seccionaron los músculos pretiroideos, en un 27% la sección muscular fue unilateral y en un 10% se seccionaron ambos lados, como se observa en la figura 35.

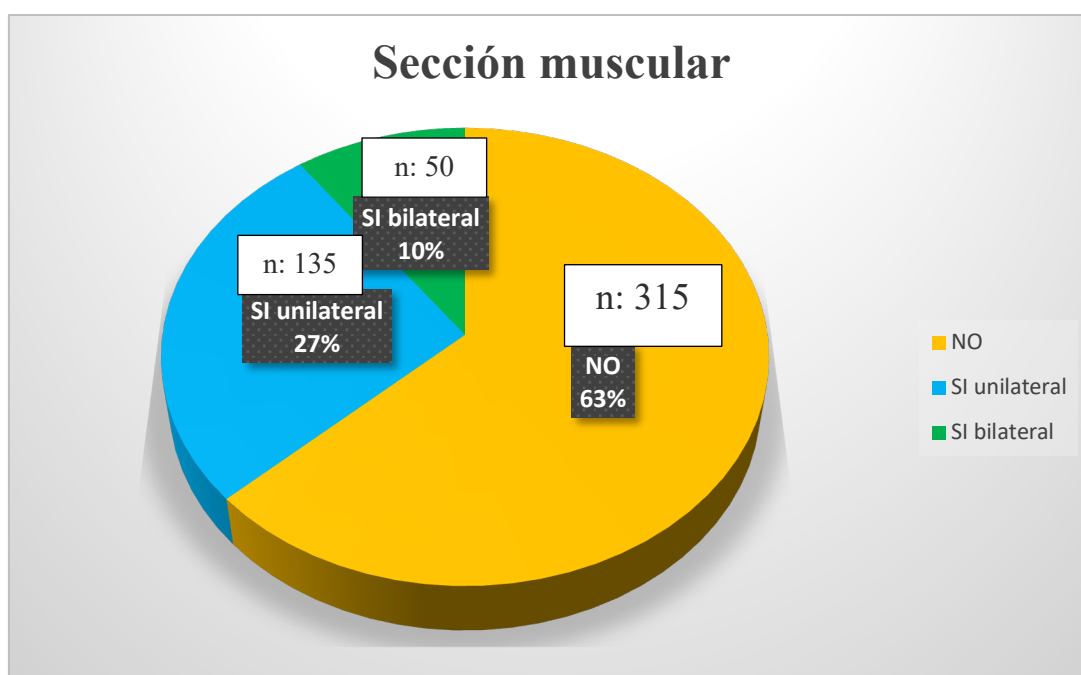


Figura 35. Sección muscular pretiroidea.

1.8 Sistema de hemostasia.

El sistema de hemostasia predominante fue sellado y bipolar (en 430 casos), asociando ligadura en 70 pacientes (**Fig. 36**).

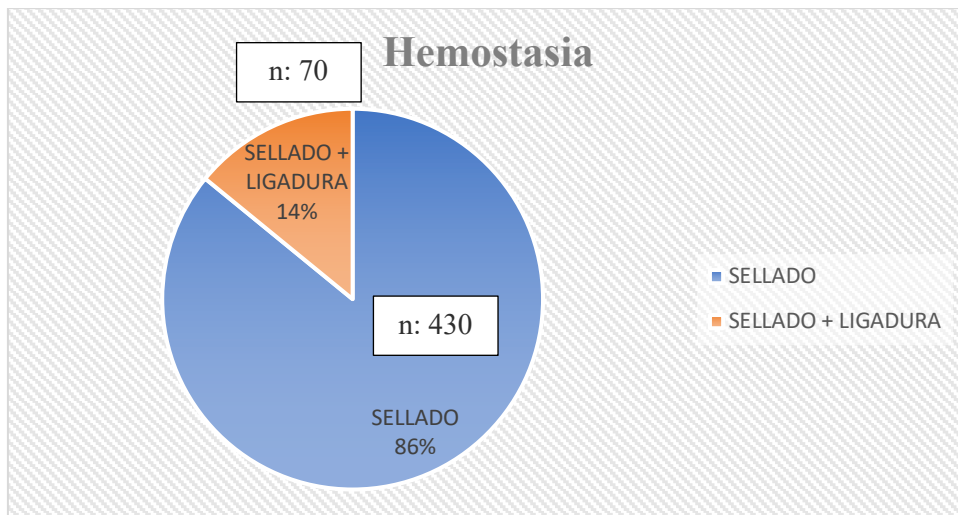


Figura 36. Hemostasia llevada a cabo.

Los pasos importantes en la cirugía fueron la ligadura de la vena tiroidea media (si la había), posteriormente la ligadura del pedículo tiroideo superior con la preservación anatómica de la rama externa del nervio laríngeo superior (solamente identificado en el 5,2% de los casos) y la identificación del NLR en su cruce con la ATI. Posteriormente, la disección del NLR hasta la entrada en la laringe, con o sin neuromonitorización, y la ligadura del pedículo tiroideo inferior. Un 23% de todos los tiroides operados eran bocios subesternales.

1.9 Duración quirúrgica.

La duración de la cirugía fue entre una y dos horas en un 58% de los casos, entre dos y tres horas en un 32%, más de tres horas en un 6% y menos de una hora en un 4% (**Fig. 37**).

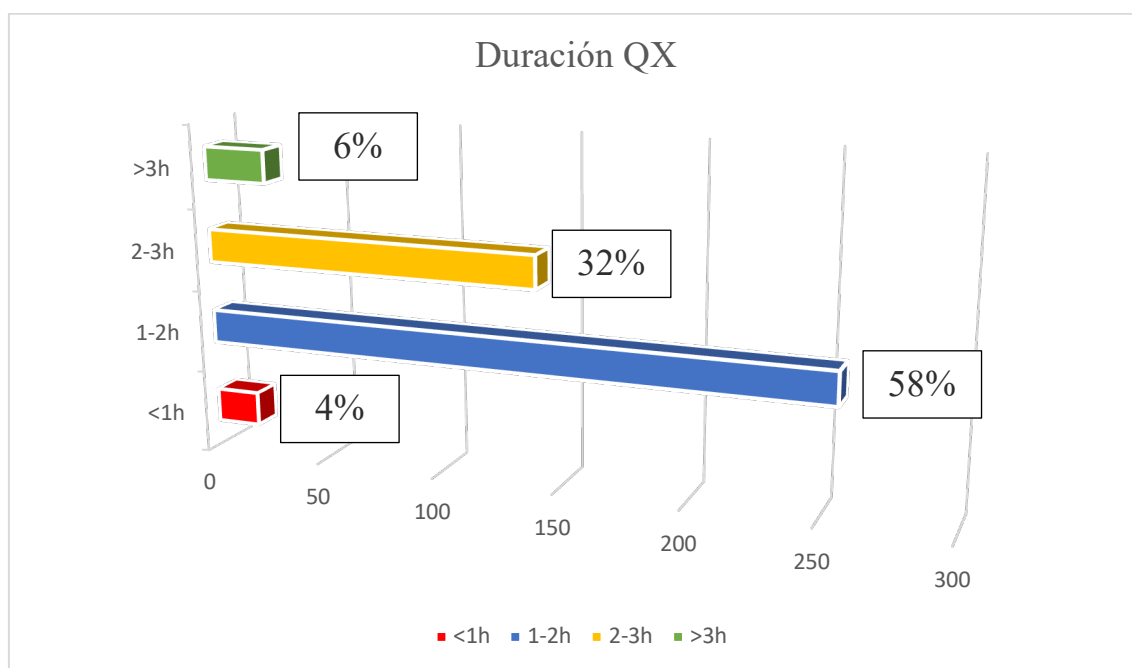


Figura 37. Duración quirúrgica.

De todas las tiroidectomías totales, un 57% fueron al servicio de Reanimación (REA); la tendencia en los últimos años era no llevarlos a esta unidad de vigilancia postquirúrgica.

1.10 Drenaje.

Todos los pacientes, a excepción de alguna paratiroidectomía aislada, llevaban drenaje tipo concertina (unilateral o bilateral). En un 32% de los casos, el drenaje se retiró entre el primer y segundo día, el 48% al tercer día y un 16% al cuarto día (**Fig.38**).



Figura 38. Retirada de drenaje.

Los principales resultados del estudio fueron los siguientes:

2. RESULTADO DE PATRÓN DE CRUCE DE NERVIO LARÍNGEO RECURRENTE Y ARTERIA TIROIDEA INFERIOR.

En los 500 pacientes estudiados, se disecaron 773 nervios, de los cuales 399 eran derechos y 374 izquierdos. Se identificaron 767 NLR (99,2%) de todos los nervios estudiados, de los cuales 6 nervios derechos eran nervios laríngeos inferiores no recurrentes (0,7% del total de los nervios). Los 6 NLR que no se identificaron se debían a istmectomías aisladas y paratiroidectomías selectivas (**Fig. 39**).

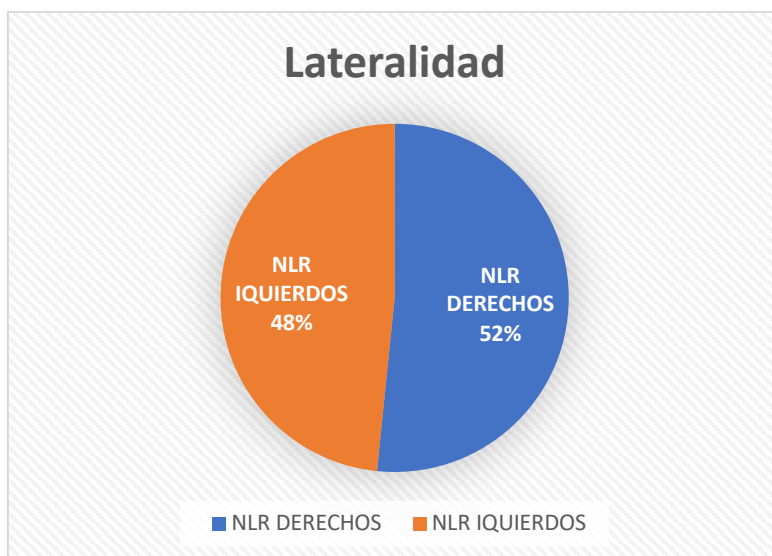


Figura 39. Lateralidad nerviosa.

El resultado de cruce neurovascular (ATI / NLR) se valoró como una variable cualitativa (prearterial, retroarterial, interarterial) con respecto a la lateralidad tiroidea.

Como se observa en la figura 40, en el lado derecho, la relación predominante de NLR y ATI era prearterial en un 51,1%; en un 30,5% el nervio se situaba entre la bifurcación de ATI y en un 15,5% en posición retroarterial, no visualizándose en un 1,5%.

En el lado izquierdo, predominada la posición retroarterial con un 70,3%, seguida en un 18,7% de la posición interarterial y en un 10,6% el NLR se situaba delante de la ATI; solamente un 0,2% de los NLR izquierdos no se identificaron (**tabla 3**).

Estos resultados mostraron una relación estadísticamente significativa ($p < 0,01$) entre el lado operado y el cruce neurovascular, observando que en el lado derecho es esperable encontrar un cruce prearterial y en el lado izquierdo una posición retroarterial.

Tabla 3. Relación de NLR y ATI en ambos lados.

	DERECHO Frecuencia (%)	IZQUIERDO Frecuencia (%)	p valor
Prearterial	204 (51,1%)	40 (10,6%)	< 0.01
Retroarterial	62 (15,5%)	263 (70,3%)	<0.01
Interarterial	122 (30,5%)	70 (18,7%)	<0.01
No-recurrente	6 (1,5%)	0 (0%)	0.048
No visualizado	5 (1,5%)	1 (0,2%)	0.25
Total	399 (100%)	374 (100%)	

(NLR: nervio laríngeo recurrente, ATI: arteria tiroidea inferior)

p valor < 0.05: estadísticamente significativo.

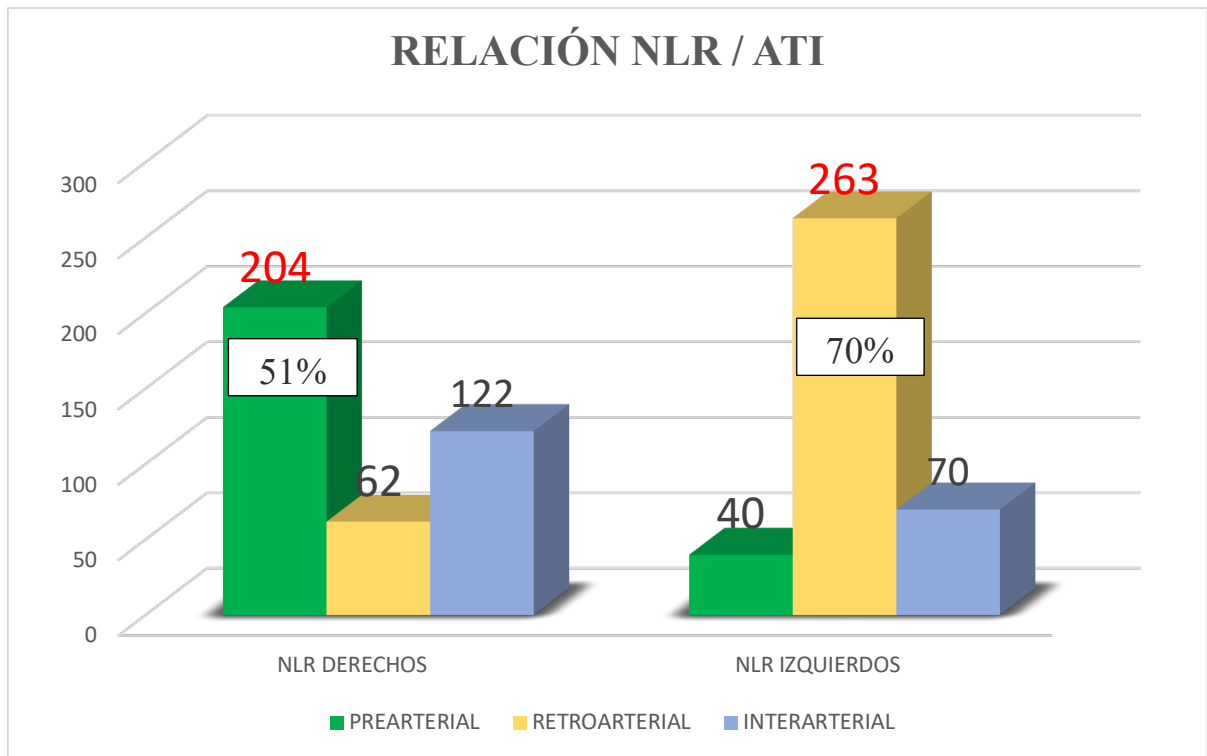


Figura 40. Relación de NLR y ATI en ambos lados.

3. RESULTADO DE LA DIVISIÓN DEL NERVIO LARÍNGEO RECURRENTE Y ESTUDIO COMPARATIVO EN AMBOS LADOS.

Otro aspecto anatómico estudiado fue la división del NLR antes de la entrada en la laringe (**Fig.41**).

La variable cualitativa división nerviosa (simple, bifurcado o trifurcado) se comparó con la lateralidad, encontrando en el lado derecho el NLR único en el 53,2%, desdoblado en un 44,6% y trifurcado en un 2% de los casos. En el lado izquierdo también predominaba la rama única con un 70,2%, seguido con el nervio bifurcado con un 27% y la presencia de 3 ramas o más en un 2,6% (**tabla 4**). Se excluyeron los nervios no recurrentes y aquellos que no se identificaron.

Se encontraron resultados estadísticamente significativos entre las divisiones y ramificaciones nerviosas y la lateralidad ($p < 0,01$). Por lo tanto, es esperable encontrar una rama única en el lado izquierdo, y si hay divisiones en el lado derecho.

Tabla 4. Divisiones del NLR en ambos lados.

	DERECHO Frecuencia (%)	IZQUIERDO Frecuencia (%)	p valor
RAMA SIMPLE	210 (53,2%)	262 (70,2%)	< 0.01
BIFURCADO	176 (44,6%)	101 (27%)	< 0.01
TRIFURCADO	8 (2%)	10 (2,6%)	0.72
TOTAL	394 (100%)	373 (100%)	

(NLR: Nervio laríngeo recurrente)

p valor < 0.05 estadísticamente significativo.

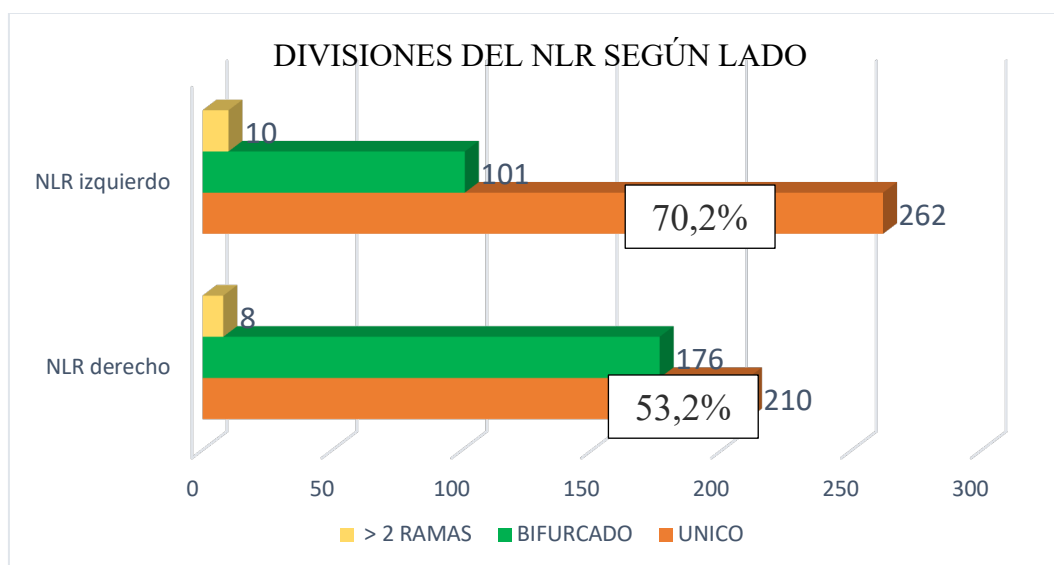


Figura 41. Divisiones del NLR según lado.

4. RESULTADO DE LA POSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES.

La tercera variable anatómica estudiada fue la posición de las glándulas paratiroides (**Fig. 42**). Las glándulas paratiroides superiores se localizaban predominantemente en la posición alta en un 84,1% de los casos y en posición media en un 15,9%. Un 19% de todas las paratiroides superiores no fueron vistas y solamente un 0,75% se reimplantaron. Por otro lado, las glándulas paratiroides inferiores se situaban en la posición media en un 29% de los casos y un 71% de ellas se localizaban a nivel inferior. No se identificó un 37% de todas las paratiroides inferiores y solamente se reimplantaron un 2,2% de todas ellas (**tabla 5**). El total de glándulas paratiroides identificadas fue 955, de las cuales se reimplantaron 19. Se observaron 542 paratiroides superiores (269 derechas y 273 izquierdas) y 413 paratiroides inferiores (230 derechas y 183 izquierdas), no llegándose a reconocer 390 (137 superiores y 253 inferiores) (**Fig.43**).

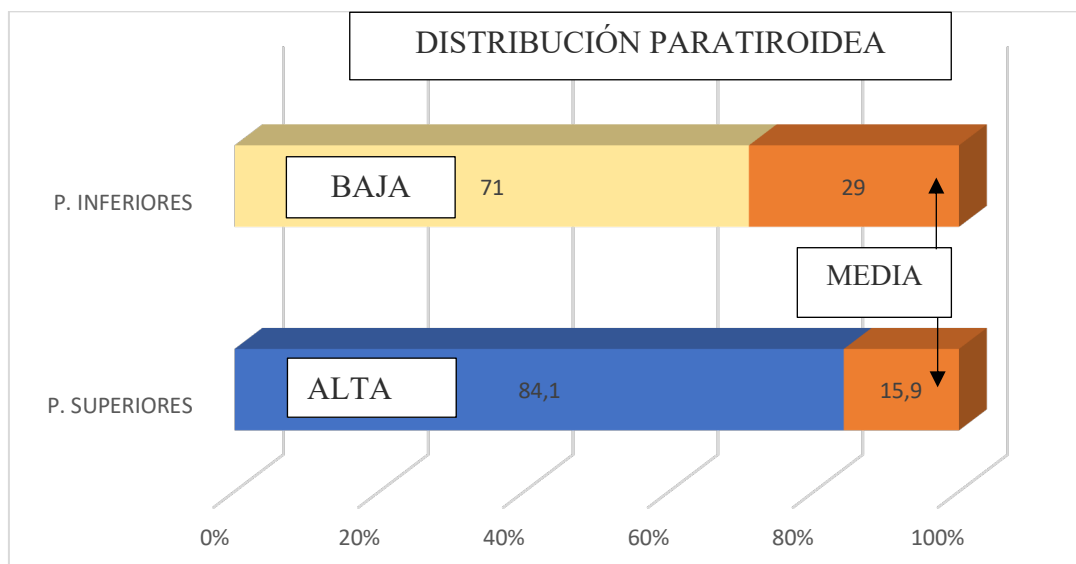


Figura 42. Distribución paratiroidea.

La variable cualitativa tipo de paratiroides (superior e inferior) se comparó con la posición paratiroidea (superior, media e inferior), obteniendo resultados estadísticamente significativos ($p < 0,01$). Por lo tanto, es esperable encontrar la paratiroides superior en la entrada del NLR (alta) y la inferior a nivel bajo. También se obtuvieron resultados con significación estadística ($p < 0,01$) al equiparar lateralidad derecha e izquierda (paratiroides superior e inferior) con la posición paratiroidea; es decir, si separamos ambos lados, los resultados son similares a los encontrados a nivel global.

Tabla 5. Distribución anatómica de las glándulas paratiroides

	Superior	Inferior
ALTA	84,1%	0%
MEDIA	15,9%	29%
BAJA	0%	71%

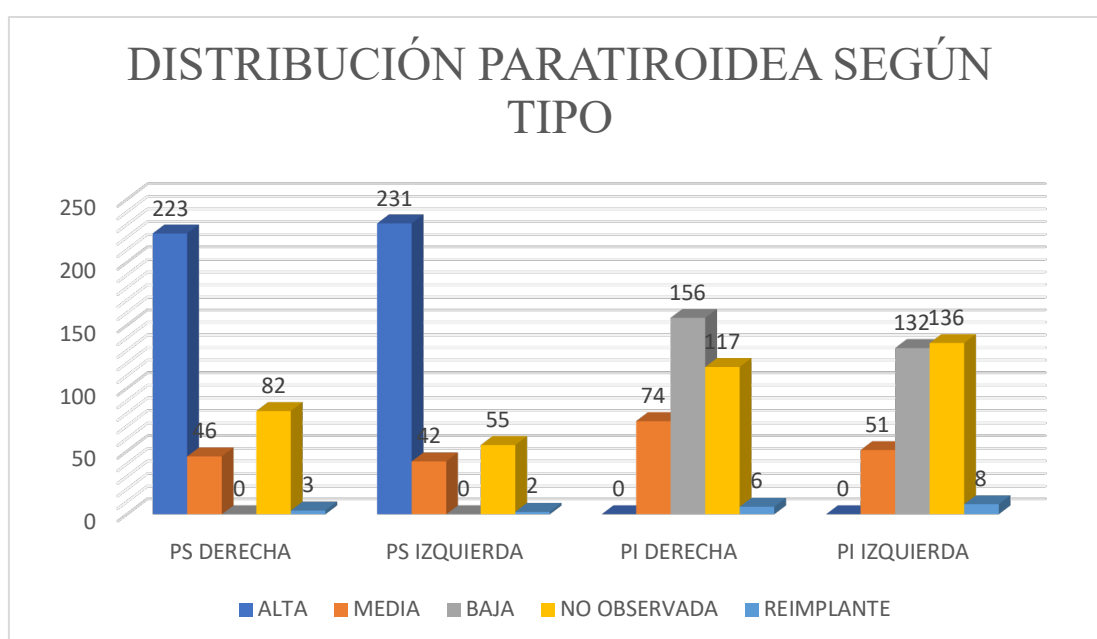


Figura 43. Distribución paratiroidea bilateral y supero-inferior.

5. RESULTADOS DE LA TIROIDECTOMÍA CON Y SIN NEUROMONITORIZACIÓN INTRAOPERATORIA.

Otra variable que se analizó fue la neuromonitorización (**tabla 6**). De los 500 pacientes intervenidos, se neuromonitorizaron 372 (74,4%) y no se monitorizaron 128 (25,6%), como se observa en la figura 44.

Tabla 6. Cirugías neuromonitorizadas.

	Número	Porcentaje
NMIO	372	74,4%
No NMIO	128	25,6%
	500	100%

(NMIO: neuromonitorización intraoperatoria)

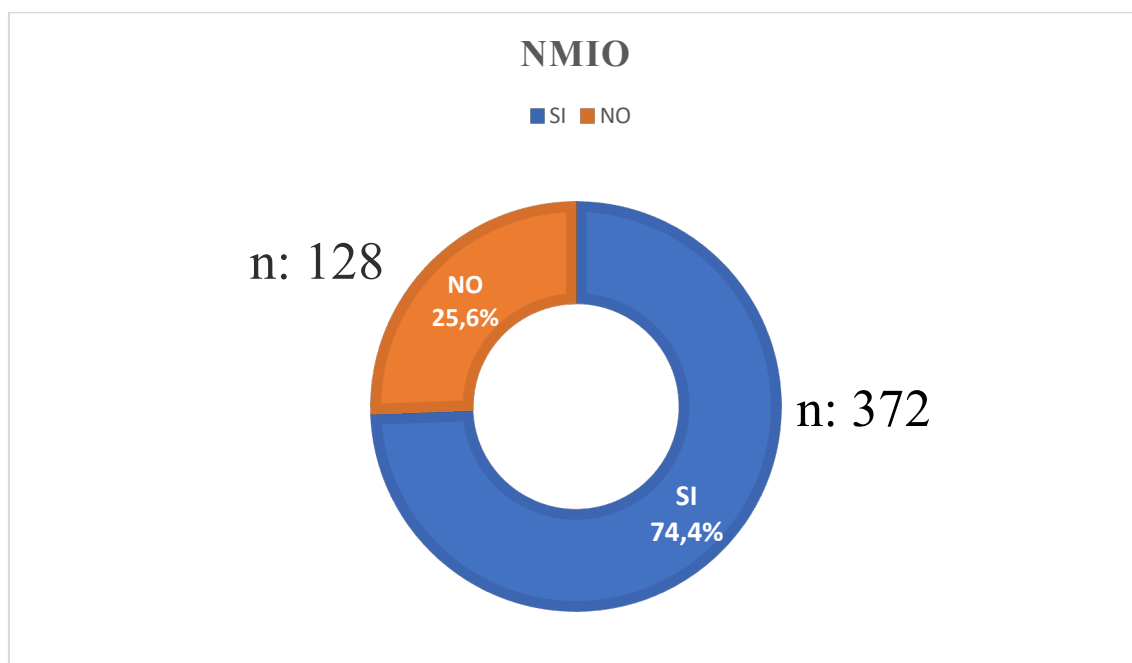


Figura 44. NMIO del NLR.

En la laringoscopia postquirúrgica de los pacientes neuromonitorizados, un 88,7 % eran verdaderos negativos (registros positivos sin parálisis laríngea), un 8% falsos positivos (registros negativos sin parálisis laríngea) y un 3,2 % verdaderos positivos (registros negativos con parálisis laríngea unilateral) (**Tabla 7, Fig. 45**).

La NMIO tuvo un valor predictivo negativo (VPN), es decir, la probabilidad de no tener parálisis laríngea en un registro positivo del 100%, y un valor predictivo positivo (VPP), que es la probabilidad de tener parálisis laríngea en un registro negativo, del 28%. La sensibilidad y especificidad de la NMIO fue del 100% y 87%, respectivamente.

Tabla 7. Laringoscopia postquirúrgica en pacientes neuromonitorizados (NMIO).

	Frecuencia	Porcentaje
VN (Registro + / No parálisis)	330	88,7%
VP (Registro - / Parálisis Unilateral)	12	3,2%
FP (Registro - / No parálisis)	30	8%
FN (Registro + / Parálisis)	0	0%
Total	372	100%

(VN: verdadero negativo, VP: verdadero positivo, FP: falso positivo, FN: falso negativo)

NMIO: Neuromonitorización intraoperatoria..

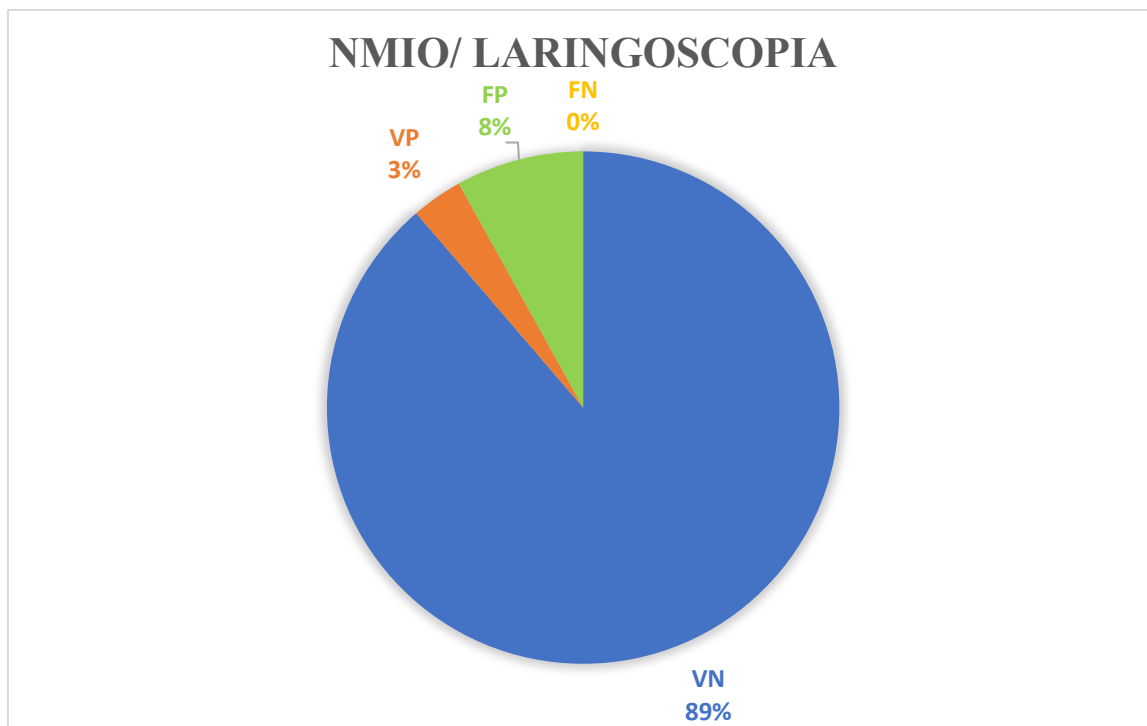


Figura 45. Laringoscopia en pacientes sometidos a NMIO.

6. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE COMPLICACIONES SEGÚN LAS DISTINTAS VARIABLES.

Otra variable estudiada es la parálisis laríngea y su relación con la NMIO. El análisis estadístico mostró que no existía una relación estadísticamente significativa entre ambos eventos ($p = 0,56$), por lo tanto, la NMIO no influía en la incidencia de parálisis laríngea. En los 773 nervios operados, hubo 10 parálisis temporales unilaterales (1,2%) y 6 parálisis definitivas unilaterales (0,7%), como se observa en la figura 46. El 80% de las parálisis temporales y definitivas ocurrieron con NMIO (**tabla 8**). De todas las parálisis definitivas, 5 de ellas se debían a patología oncológica y en un caso a una paratiroidectomía. No tuvimos ninguna parálisis laríngea bilateral (**Fig. 46**).

Tabla 8. Parálisis laríngeas unilaterales con y sin NMIO (neuromonitorización intraoperatoria).

	Pacientes n = 16			
	Temporales (10)		Definitivas (6)	
NMIO	8	(80%)	5	(80%)
Sin NMIO	2	(20%)	1	(20%)

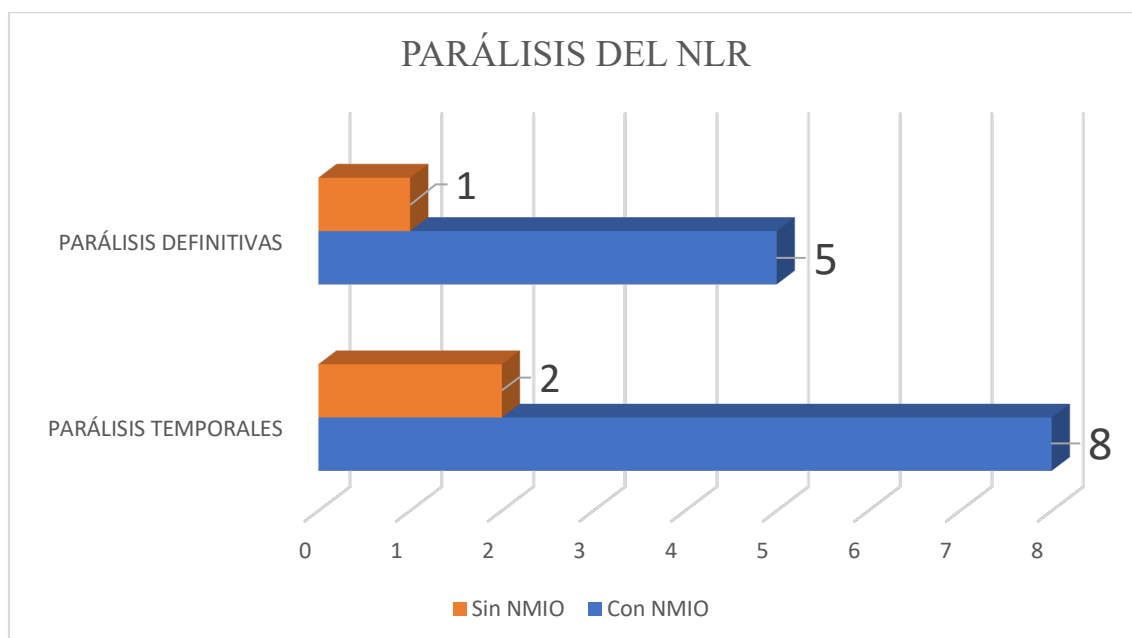


Figura 46. Parálisis totales temporales y definitivas del NLR.

La complicación más frecuente fue el hipoparatiroidismo, hallando una incidencia de hipoparatiroidismo temporal del 14% y permanente del 3,75% en el análisis global.

Del total de las 273 tiroidectomías totales intervenidas en este periodo, obtuvimos una incidencia de hipoparatiroidismo temporal y definitivo de 25% y 6,7%, respectivamente (tabla 9, Fig. 47).

Tabla 9. Hipoparatiroidismo temporal y definitivo.

	Frecuencia	Porcentaje total (500)	Porcentaje TT (273)
Hipoparatiroidismo temporal	70	14%	25%
Hipoparatiroidismo definitivo	18	3,75%	6,7%

(TT: tiroidectomía total)

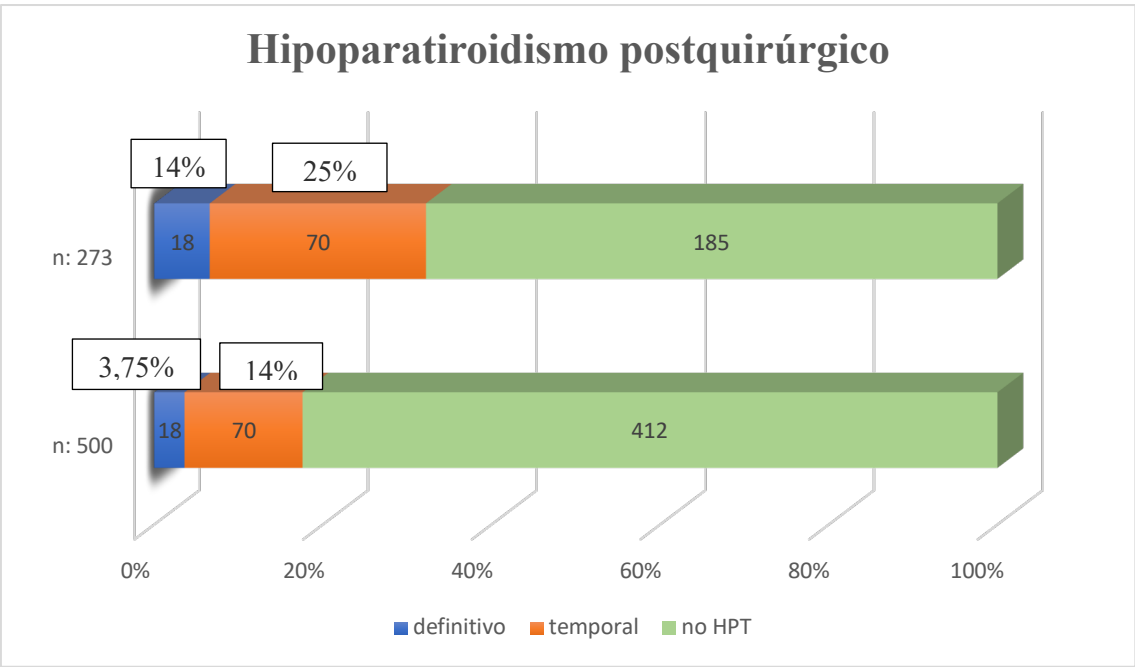


Figura 47. Hipoparatiroidismo temporal y definitivo según tiroidectomías totales o tiroidectomías totales y parciales.

Los niveles de la calcemia al alta en las 273 tiroidectomías totales fueron más de 9 mg / dL en un 31%, entre 8,5-9 mg / dL en un 37%, entre 8-8,5 mg /dL en un 23% y entre 7,5-8 mg/ dL en un 7,6%. Más del 90% tenían cifras calcio mayor a 8 mg / dL al alta. No obstante, no analizamos los pacientes suplementados con calcio oral al alta.

Solamente 1 paciente (0,2%) presentó una hemorragia postquirúrgica resuelta sin incidencias.

Las complicaciones más reseñables en cirugía paratiroidea aislada fueron dos parálisis laríngeas (una temporal y otra definitiva) y dos casos de síndromes de hueso hambriento. Otras complicaciones menos importantes fueron la infección postquirúrgica en 10 pacientes (2,2%), seroma en 5 casos (1,1%) y otras complicaciones más excepcionales, como el hombro doloroso en 5 pacientes tras 23 cirugías de vaciamiento cervical lateral asociado.

VI. DISCUSIÓN

La tiroidectomía es el procedimiento quirúrgico más frecuente que se realiza dentro de la cirugía endocrina y en la cirugía de cabeza y cuello. La complicación más temida en la cirugía tiroidea es la parálisis del nervio laríngeo recurrente (NLR), que produce cuadros de disfonía e incluso aspiraciones en parálisis unilaterales o disnea en parálisis bilaterales, suponiendo un riesgo para la vida. Por lo tanto, el reconocimiento y la preservación anatómica y funcional del NLR son esenciales durante la cirugía tiroidea. La tasa de parálisis del NLR oscila entre el 0,5 y el 20% a nivel mundial; el riesgo de lesión recurrential depende de múltiples factores, como la patología tiroidea, técnica quirúrgica, las variables anatómicas y la experiencia quirúrgica [16, 17,18].

1. PUNTOS DE REFERENCIA EN LA IDENTIFICACIÓN DEL NLR Y RELACIÓN ATI / NLR.

Muchos estudios han demostrado que la identificación del NLR durante la cirugía tiroidea reduce el riesgo de lesión y daño recurrential durante la disección, de ahí que, de forma sistemática, la mayoría de los cirujanos identifican el nervio durante la cirugía.

Clásicamente, hay varias estructuras anatómicas y puntos de referencia que ayudan a la identificación del nervio, tales como el cruce con la arteria tiroidea inferior (ATI), su trayecto en el surco traqueoesofágico, existiendo diferencias en el lado derecho e izquierdo, y la relación con el tubérculo de Zuckermandl, si se encuentra presente. Es de especial importancia el conocimiento anatómico, así como la variabilidad en el trayecto y recorrido del NLR, desde la salida de la base del cuello hasta su entrada en la laringe, para evitar la lesión nerviosa [1].

Por lo tanto, la identificación y la preservación del NLR son imprescindibles en la cirugía tiroidea. Para ello, es fundamental el conocimiento anatómico del nervio y sus posibles variantes anatómicas con el objetivo de evitar las lesiones durante la disección del mismo. Lo ideal para evitar la lesión del NLR es identificarlo y seguir su recorrido durante la disección del tiroides de forma cuidadosa, ya que el riesgo de lesión nerviosa permanente oscila entre el 1% y el 10% [30, 31,32]. En 1970, Riddel informó que la tiroidectomía es una cirugía de precisión y asemejó la parálisis laríngea post-tiroidectomía a una parálisis facial postquirúrgica. Por lo tanto, el principal problema durante la cirugía tiroidea es la parálisis laríngea, y se requiere un cirujano experimentado en la anatomía neurovascular cervical [33]. Según nuestro modelo, el método ideal para evitar la lesión del NLR es identificar el nervio y no evitarlo. Aunque esto todavía es algo controvertido, la identificación del NLR se propone como paso inicial en una tiroidectomía, y, según nuestro estudio, es un método idóneo para evitar las lesiones del mismo.

El primer y más importante punto de referencia para la identificación anatómica del NLR es la identificación de la ATI; sin embargo, en ocasiones, las variantes anatómicas neurovasculares y las características patológicas de la glándula no lo hacen fácil. Lo habitual es que el nervio cruce a la arteria, ya sea en posición anterior (prearterial), posterior (retroarterial) o entre las ramas arteriales, si las hay. No obstante, la relación anatómica no es constante en ambos lados [19].

El lugar donde más fácil se lesiona es a nivel del ligamento de Berry, de ahí que la identificación en esta zona no sea el lugar más seguro. Las lesiones más comunes suelen ser tracciones, lesiones térmicas y secciones nerviosas, aunque estas últimas con menor frecuencia.

En nuestro estudio, observamos que la relación retroarterial de ambas estructuras fue la más frecuente, con un total de 325 nervios (42%). El cruce prearterial en ambos lados ocurrió en 244 nervios (31,5%) y la posición nerviosa interarterial fue la menos común, observándose en 192 nervios disecados (24,8%).

En el lado derecho, predominó la posición prearterial, visualizándose en 204 NLR (51,1%). La relación interarterial se observó 122 nervios (30,5%) y solamente observamos el cruce retroarterial en 62 nervios (15,5%). Como era de esperar, en el lado izquierdo, la relación neurovascular predominante fue la retroarterial, observada en 263 nervios (70,3%), encontrándose un cruce interarterial en 70 casos (18,7%) y anterior a la ATI solamente en 40 pacientes (10,6%).

Estudios hechos por Saldanha et al. y Ardito et al. observaron que la relación más frecuente era la retroarterial, con un 89% y 61% de los casos, respectivamente [16,33]. Hisham y Lukman también observaron la misma relación con una frecuencia de la variante retroarterial del 83,8% [34]. En contraste, la revisión de Sturniolo et al. aportaba datos contrarios a la mayoría de los estudios, con la variante retroarterial con porcentajes del 22% y 36% en el lado derecho e izquierdo, respectivamente [35].

En nuestro estudio, la posición más frecuente era la retroarterial; sin embargo, no con una frecuencia tan alta, probablemente debido a que la posición del nervio entre la bifurcación de la arteria es considerada como variante retroarterial en las revisiones mencionadas. En la mayoría de los estudios se ha observado que la relación más frecuente era retroarterial, sobre todo en el lado izquierdo.

Por otro lado, con el objetivo de minimizar las lesiones nerviosas recurrenciales, se estudió la ramificación del NLR antes de la entrada en la laringe, observándose que en el lado derecho el nervio era único en 210 casos (53,2%), bifurcado en 176 casos (44,6%) y presentaba 3 o más ramas en 8 casos (2%). En el lado izquierdo se observó que 262 nervios presentaban un tronco único (70,2%). Ciento y un nervios estaban bifurcados (27%) y en 10 nervios se observaron 3 ramas (2,6%). Hay pocos estudios donde se analizan las ramificaciones del NLR antes de entrar en la laringe (16,34); no obstante, es fundamental identificar si se trata de un tronco único o presenta más ramas, dado que en este último caso la rama principal motora laríngea es la interna, siendo la las divisiones externas ramas motoras esofágicas. En nuestro estudio, observamos que en ambos lados predominaba el nervio único, con mayor prevalencia en el lado izquierdo (70,2%).

Además de la experiencia quirúrgica de cirujanos experimentados para identificar las divisiones, en estos casos es muy útil la neuromonitorización, ya que la rama interna presenta señal nerviosa y la externa no suele dar señal o es débil.

Lo habitual es encontrar el nervio a nivel del cruce con la arteria o inferiormente a esta, y se suele recomendar la ligadura de la ATI lo más pegado a la cápsula tiroidea para evitar la lesión nerviosa. Si no es posible, hay que identificarlo en la región superior, cercano a la entrada laríngea y al ligamento de Berry, zona donde más fácilmente se lesiona.

En todas nuestras disecciones, observamos el nervio izquierdo vertical y en el surco traqueoesofágico, y el derecho algo más oblicuo, como marcan todos los artículos. Hunt et al. en su revisión encontraron el NLR en el surco traqueoesofágico en el lado derecho e izquierdo en el 65% y 77%, respectivamente. Por lo tanto, también el surco traqueoesofágico se puede considerar un punto de referencia en la identificación del nervio [32].

2. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA NEUROMONITORIZACIÓN.

La NMIO del NLR se introdujo en la década de 1970 con el objetivo de intentar reducir las tasas de parálisis laríngeas. Desde entonces, hay varios estudios publicados tratando de aclarar si esta herramienta realmente ayuda y reduce las tasas de parálisis laríngeas, ya que los resultados en muchos de estos estudios clínicos son contradictorios y los metaanálisis no han establecido conclusiones aceptables [26]. Sin embargo, la mayoría de las revisiones afirman que la NMIO reduce las tasas de parálisis laríngeas temporales unilaterales, pero no la parálisis unilateral o bilateral permanente [21]. La principal limitación en los resultados de NMIO de nuestro estudio es la baja tasa de parálisis laríngeas, que requiere un mayor número muestral, así como la heterogeneidad de las muestras.

Existen numerosos argumentos a favor de la NMIO, como son la ayuda en la identificación del NLR en situaciones difíciles (reintervenciones, tumores localmente avanzados, nervios con trayectos anómalos o divididos). También permite y facilita la disección del NLR mediante controles sucesivos, así como nos proporciona información sobre la funcionalidad del nervio y, por lo tanto, ayuda en la toma de decisiones en casos de pérdida de señal en el primer lado de la cirugía (en tiroidectomías totales). Otros aspectos beneficiosos de la NMIO son que aumenta la confianza del cirujano y se interpretan mejor los resultados neurofisiológicos con un mayor uso. Es una técnica extremadamente útil de cara a la docencia, situaciones médico-legales y ayuda en el registro de datos. En resumen, la NMIO mejora la seguridad del paciente [27]. La Academia Americana de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello recomienda la realización de NMIO, ya que esta técnica reduce el tiempo de identificación del NLR, la incidencia de parálisis transitoria y ayuda en la prevención de parálisis bilaterales [28].

No obstante, también hay argumentos en contra de la NMIO, como son el hecho de que no reduce la tasa de parálisis permanente, la tasa relativamente alta de falsos positivos (registro negativo sin parálisis nerviosa) que interfiere en el desarrollo normal de la cirugía y el riesgo que supone para el paciente la tasa de falsos negativos (registro positivo con parálisis nerviosa). Todo esto, combinado con el coste del equipo, la falta de consenso y la heterogeneidad en su uso, hace que la NMIO sea limitada para algunos [53].

En 2018 se estableció un documento de consenso por miembros de la comisión de tiroides de la Sociedad Española de Otorrinolaringología (SEORL) sobre el uso de la NMIO, recomendando su uso en todos los casos y obligatorio en cirugías de alto riesgo. En casos de pérdida de señal en la primera lobectomía de una tiroidectomía total, permite la toma de decisiones y contribuye a reducir las parálisis bilaterales, incrementando, por lo tanto, la seguridad del paciente. La secuencia sería estimular el nervio vago predisección (V1), el NLR predisección (R1), el NLR postdisección (R2) y, por último, el vago postdisección (V2).

En nuestro estudio, realizamos la NMIO en 372 pacientes (74,4%). Durante los tres primeros años, lo realizamos en cirugías de alto riesgo y, a partir del 2014, se llevó en todas las cirugías de forma sistemática, ya que la complejidad, en la mayoría de las ocasiones, no podía ser valorada a priori. Observamos que la NMIO realmente no disminuyó la incidencia de parálisis laríngeas unilaterales; el 80% de las parálisis temporales y definitivas ocurrieron con NMIO (tabla 8). No obstante, esta es la principal limitación de nuestro estudio ya que hay un sesgo en la recogida de los datos. En primer lugar, el número de parálisis es muy bajo para poder extrapolar conclusiones y, además, esta técnica neurofisiológica fue realizada los primeros años en casos más complejos, donde es esperable encontrar mayor incidencia de complicaciones y, por último, el volumen de pacientes neuromonitoreados es mayor.

Por todo lo expuesto, es previsible hallar más parálisis laríngeas en el brazo con NMIO. Solamente recogimos las señales eléctricas R1 y R2 en el extremo proximal del NLR, cercano a la salida del vago. Con la recogida de las señales eléctricas a este nivel, evitamos la manipulación excesiva e innecesaria del X par y, por otro lado, reducimos el riesgo de falsos negativos (FN), los cuales pueden producirse por lesiones del NLR a nivel proximal y recogidas de señales eléctricas a nivel distal (cercanas a la entrada en la laringe). En nuestro estudio no hubo ningún FN (presencia de señal eléctrica y lesión nerviosa); sin embargo, la tasa de FP (ausencia de señal y motilidad cordal normal) fue del 8%. La situación más peligrosa son los FN, ya que puede pasar desapercibida una lesión del NLR con parálisis cordal asociada y continuar el acto quirúrgico. Este evento puede ser grave si se ocasiona en la primera lobectomía de una tiroidectomía total, exponiendo el NLR contralateral y también en casos de segundas lobectomías con parálisis laríngeas contralaterales conocidas. En casos de cirugía oncológica con disección cervical asociada o bocios muy voluminosos, también recogimos V1 y V2.

3. SELLADO VASCULAR.

Otro factor que interviene en la seguridad de la cirugía tiroidea es la hemorragia postoperatoria. La incidencia de sangrado y sus complicaciones ha disminuido con la introducción de los nuevos dispositivos de sellado vascular; no obstante, el riesgo de lesión térmica puede aumentar si no se usa de forma correcta. Para evitar el aumento de lesiones nerviosas, es necesario conocer el mecanismo y el funcionamiento, la distancia de seguridad a estructuras importantes y un aprendizaje adecuado. Por lo tanto, no debe usarse en las proximidades del NLR sin identificarlo primero, y la distancia no debe ser inferior a los 5 mm [25].

En nuestro estudio, utilizamos en todos los 500 pacientes el mismo sistema de sellado vascular (Ligasure TM small jaw). Se utilizó no solamente en el sellado, sino también en la disección y sección de los músculos pretiroideos (seccionados en el 37% de los casos). El sellado se realizó de forma sistemática en los pedículos vasculares superiores e inferiores y en las venas yugulares anteriores si los músculos pretiroideos eran seccionados. El sistema de hemostasia predominante fue sellado vascular y la pinza bipolar en 430 casos (86%), asociando ligadura tradicional en 70 pacientes (14%). Tradicionalmente, la sección de los músculos pretiroideos ha sido una de las causas de hemorragia postquirúrgica; la disminución de la incidencia de sección muscular y la sección con sistema de sellado ha disminuido la incidencia de sangrado de dichos músculos. La incidencia de sangrado postoperatorio en nuestro estudio fue del 0,2% (1 paciente), por debajo de la mayoría de las series que oscilan en torno al 1%. Esto indica que el uso sistemático de sistemas de sellado vascular asociado a la preservación muscular pretiroidea contribuye a la reducción del riesgo de sangrado. Al igual que ocurre con la NMIO, los resultados con los sistemas de sellado vascular son difíciles de extrapolar y comparar debido a la escasez de ensayos clínicos aleatorizados y sesgos en la muestra (tipo de cirugía, experiencia quirúrgica etc.). En términos generales, estos sistemas de hemostasia ofrecen claras ventajas al reducir tiempo, simplificar el procedimiento quirúrgico, minimizar la pérdida de sangre, facilitar la cirugía en espacios reducidos y reducir o eliminar el número de ligaduras tradicionales, eliminando así el error humano [54]. Algunos estudios sugieren la aplicación de parches hemostáticos que reducen el sangrado, pero sin resultados estadísticamente significativos [55].

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE COMPLICACIONES.

Otro aspecto a discutir son las complicaciones tras la cirugía tiroidea derivadas del estudio.

El hipoparatiroidismo, con la consecuente hipocalcemia, es la complicación más frecuente. En la mayoría de los estudios, la hipocalcemia transitoria se encuentra en torno al 1-40% y la definitiva se sitúa sobre el 3%. El hipoparatiroidismo permanente o definitivo fue del 3,75% si analizamos todas las cirugías, similar a la mayoría de las series, y sube a un 6,7% si recogemos solo las tiroidectomías totales de dicha serie (por encima de la media). Esta diferencia puede deberse probablemente a sesgos en los diseños de los estudios, donde se recogen tasas de hipoparatiroidismo incluyendo tiroidectomías totales y parciales. La incidencia de hipoparatiroidismo temporal es del 14% en todas las cirugías y del 25% en las tiroidectomías totales, acorde a los resultados bibliográficos.

Independiente de los factores de riesgo que incrementan el hipoparatiroidismo, es imprescindible la correcta identificación y protección de las glándulas durante la cirugía [36]. El presente análisis trata de establecer un patrón en la identificación de las glándulas paratiroides, estableciendo tres posiciones, con el objetivo de facilitar la identificación glandular. Como se observa en la muestra, la variable alta y baja recogen el 84,1% y 71% de las glándulas paratiroides superiores e inferiores respectivamente. Últimamente se han introducido otras técnicas para preservar las paratiroides (como la autofluorescencia e inmunofluorescencia) [37, 38,39]; no obstante, no ha demostrado claramente su beneficio y en nuestro estudio no lo utilizamos. La preservación de la vascularización es crucial; mediante la disección capsular paratiroidea y su coloración al final de la cirugía, nos puede predecir el funcionamiento posterior. Así, el aspecto marrón oscuro nos indica el estasis venoso. Por el contrario, la palidez nos indica la isquemia arterial [40].

El autotrasplante paratiroideo se reserva para casos de paratiroidectomías inadvertidas, aunque para algunos autores no reduce el hipoparatiroidismo permanente [41,42].

La principal y la más temida complicación es la parálisis del NLR, con la consecuente parálisis laríngea. Las principales causas de parálisis laríngeas son tracción o estiramiento, contusión, calentamiento, pinzamiento, ligadura, sutura o corte del nervio [43]. La región anatómica donde más fácilmente se lesiona es a nivel del ligamento de Berry, unos dos centímetros antes de penetrar en la laringe [44]. Como ya se ha explicado con anterioridad, la principal referencia anatómica del NLR es la ATI; hay otras referencias menos consistentes, como el tubérculo de Zuckerkandl o el surco traqueoesofágico. A la hora de la búsqueda y disección del NLR, además de estas referencias anatómicas, hay que tener en cuenta otros factores, como son las ramificaciones del mismo (la división anterior o interna es la principal rama motora laríngea), el trayecto diferente en cada lado (oblicuo el derecho y vertical el izquierdo), la variabilidad provocada por las patologías tiroideas (grandes bocios retroesternales o la patología oncológica) o la presencia de un nervio laríngeo inferior derecho no recurrente [45]. Clásicamente, se ha considerado el tamaño del bocio un factor de riesgo de complicaciones, aunque hay artículos que no muestran una asociación clara [46].

La incidencia de parálisis laríngea unilateral temporal en la mayoría de las series es menor al 10% (puede variar entre el 1 y el 30%) y la permanente entre el 0,3-3%. Las parálisis laríngeas bilaterales son menores del 1% y, actualmente, siguiendo protocolos de seguridad, en torno al 0% [47, 48, 49, 50,51]. No obstante, estos valores pueden estar sesgados, ya que estas cifras dependen de la indicación quirúrgica, cirugía oncológica asociada, cirugía de revisión etc. Por lo tanto, la incidencia de complicaciones y de parálisis laríngeas es proporcional a la complejidad de la cirugía [52].

En nuestra serie la incidencia de parálisis temporal fue del 1,2% y la definitiva del 0,7%, ambas por debajo de la mayoría de revisiones. Si analizamos el nivel de complejidad de las cirugías, observamos que un 23,9% se debe a patología oncológica (carcinoma papilar, medular, cirugía ganglionar asociada, sospecha de cáncer tiroideo) y un 11,5% hipertiroidismos (enfermedad de Graves Basedow y bocio tóxico). Estas situaciones incrementan el riesgo de lesión del NLR.

Sin embargo, observamos que en paratiroidectomías selectivas aisladas la incidencia de parálisis temporal y definitiva fue significativamente superior (3,8% en ambos casos), se puede atribuir a la variabilidad del trayecto del NLR provocado por el adenoma paratiroideo.

Por último, no hay que obviar otras complicaciones menos frecuentes, pero también importantes, como la lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior, que provoca fatiga vocal (no analizado en nuestra muestra), la presencia de seromas o infecciones postquirúrgicas, o complicaciones raras como el síndrome de hueso hambriento, paratirotoxicosis, perforaciones traqueales o esofágicas, hombro doloroso u otras lesiones nerviosas.

VII. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones derivadas del estudio han sido las siguientes:

- La relación del NLR con la ATI es un punto de referencia seguro y consistente en la cirugía tiroidea, como así muestra la totalidad de NLR identificados, y es una técnica que utilizamos de forma estándar para tratar de evitar y minimizar las parálisis laríngeas. Por lo tanto, establecemos la ATI como guía principal en la identificación nerviosa.
- Existe una relación estadísticamente significativa entre el patrón de cruce neurovascular y la lateralidad (aspectos fundamentales para la localización del NLR):
 - La posición neurovascular retroarterial predomina de forma global, con una frecuencia claramente más alta en el lado izquierdo.
 - En el lado derecho, la disposición del NLR es más anárquico, aunque la variante prearterial es la más frecuente y está presente en la mitad de los casos.
- El análisis de la ramificaciones y divisiones nerviosas del NLR reveló resultados estadísticamente significativos al comparar la lateralidad y las divisiones. La presencia de un tronco único es más frecuente; sin embargo, si se encuentran bifurcaciones, es más probable que ocurran en el lado derecho.

- La localización predominante, casi en su totalidad, de la glándula paratiroides superior es la posición alta (a nivel de la entrada del NLR en la laringe), mientras que la posición de la glándula paratiroides inferior es más variable; no obstante, dos tercios de ellas se distribuyen a nivel inferior (grasa tiroítmica).

- La utilización de la NMIO facilitó la identificación y disección del NLR, así como la toma de decisiones intraoperatorias en el grupo de pacientes neuromonitorizados; por lo tanto, mejoró la seguridad. Esta situación es más relevante en casos de divisiones nerviosas del NLR, especialmente en el lado derecho, donde la NMIO permitió la localización exacta de la rama principal. No obstante, podemos concluir varios aspectos:
 - La ventaja de la NMIO fue la elevada sensibilidad, especificidad y VPN (probabilidad de no tener parálisis laríngea en un registro positivo) tras comparar resultado eléctrico y laringoscopia postquirúrgica. Todos los pacientes con registro eléctrico positivo tenían motilidad laríngea normal.

 - Otra faceta fundamental fue la nula tasa de FN (resultado eléctrico positivo y parálisis cordal posterior), hecho que pone en riesgo la seguridad quirúrgica.

- Las principales limitaciones de la NMIO fueron: que no redujo de forma global la tasa de parálisis laríngicas en el estudio, aunque es difícil extrapolar conclusiones por la heterogeneidad muestral y la baja tasa de parálisis laríngicas, y la tasa relativamente alta de FP (registro eléctrico negativo sin parálisis laríngea posterior), hallazgo que no pone en riesgo la seguridad.
- El uso de dispositivos de sellado vascular produjo una tasa de hemorragia prácticamente nula, por lo tanto, disminuyó de forma significativa el riesgo de sangrado, mejorando la seguridad del estudio.
- Por último, en el análisis de las complicaciones podemos reseñar las siguientes cuestiones:
 - No hubo ninguna parálisis laríngea bilateral y, por ende, ninguna traqueotomía, en gran medida por el protocolo de seguridad de NMIO.
 - Las tasas de parálisis laríngicas unilaterales temporales y permanentes son menores a la mayoría de las series revisadas.
 - El hipoparatiroidismo temporal es similar a la mayoría de los estudios, mientras que el índice del hipoparatiroidismo permanente es algo mayor.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Sakorafas G. Historical Evolution of Thyroid Surgery: From the Ancient Times to the Dawn of the 21st Century. *World J Surg.* 2010; 34 (8):1793-804.
2. Nabipour I, Burger A, Moharreri MR, Azizi F. Avicenna, the first to describe thyroid-related orbitopathy. *Thyroid.* 2009; 19 (1):7-8.
3. Ahmed AM, Ahmed NH. History of disorders of thyroid dysfunction. *East Mediterr Health J.* 2010;11(3):459-69.
4. Gibbings AE. The history of thyroidectomy. *J R Soc Med.* 1998; 33(Suppl 33): 3-6.
5. Becker WF. Presidential address: Pioneers in thyroid surgery. *Ann Surg.* 1977; 185 (5): 493–504.
6. Orloff LA, Parangi S. History of thyroid surgery in the last century. *Thyroid.* 2023; 33(9): 1029-38.
7. Halsted WS. The operative story of goiter. *Johns Hopkins Hosp Rev.* 1920; 19:71-257.
8. Rogers-Stevane J, Kauffman GL. A historical perspective on surgery of the thyroid and parathyroid glands. *Otolaryngol Clin North Am.* 2008; 41:1059-67.
9. Gross SD. A system of surgery, vol II, 4th edn. Lea HC, Philadelphia. 1886; 394-5.
10. Infante E, Puchades A, Sánchez del Campo F. Anatomía de la glándula tiroides y paratiroides. *Patología y tratamiento quirúrgico de las glándulas tiroides y paratiroides.* 2003; 5-28.
11. Suárez C, Rodrigo JP. Características clínicas y evolutivas de los tumores de tiroides. *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y Cuello.* 2ª Edición. Tomo IV. Cirugía oncológica de cabeza y cuello y de la base del cráneo. 2009; 3775- 806.

12. Ozgur Z, Celik S, Govsa F, Ozgur T. Anatomical and surgical aspects of the lobes of the thyroid glands. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2011; 268 (9):1357–63.
13. Deslauriers J. Anatomy of the neck and cervicothoracic junction. *Thorac Surg Clin*. 2007; 17 (4): 529-47.
14. Martínez J, Martínez A, Herranz J, Veiras C. Tratamiento quirúrgico de los tumores de tiroides. Terapia médica y con radioisótopos. Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y Cuello. 2ª Edición. Tomo IV. Cirugía oncológica de cabeza y cuello y de la base del cráneo. 2009; 3807- 32.
15. Tran Ba Huy P, Kania R. Tiroidectomía. *Enciclopedia Médico-Quirúrgica*. Tomo II. Cirugía Otorrinolaringológica y Cérvico-Facial. 2005; E- 46-460.
16. Saldanha M, Jayaramaiah SK, Aroor R, Bhat VS, Varghese S. Relationship of recurrent laryngeal nerve with inferior thyroid artery. *Otorhinolaryngology Clinics: An International Journal*. 2019;11(2).
17. Calo PG, Pisano G, Medas F, Pittau MR, Gordini L, Demontis R, et al. Identification alone versus intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: experience of 2034 consecutive patients. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 43(1):16.
18. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Brauckhoff M, Machens A. Intra-operative monitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg*. 2008; 32(7):1358-66.
19. Rustad WH, Morrison LE. Revised anatomy of the recurrent laryngeal nerves: surgical importance based on the dissection of 100 cadavers. *Laryngoscope*. 1952; 62(3): 237-49.
20. Zhang D, Pino A, Caruso E, Dionigi G, Sun H. Neural monitoring in thyroid surgery is here to stay. *Gland Surg*. 2020; 9 (Suppl 1): S43-S46.

21. Pardal JL. Evidencia y recomendación. ¿La neuromonitorización intermitente es útil para la reducción de las parálisis de nervio laríngeo recurrente en la cirugía del tiroides? Rev. ORL. 2017; 8 (1): 47-51.
22. Pontin A, Pino A, Caruso E, Pinto G, Melita G, Maria DP et al. Postoperative bleeding after thyroid surgery: care instructions. Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2019; 53 (4): 329-36.
23. Randolph GW, Dralle H, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, Brauckhoff M et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. Laryngoscope. 2011; 121(suppl 1): S1–S16.
24. Lale A, Öz B, Akcan AC, Sözüer EM, Arıkan TB, Gök M. Determination of risk factor causing hipocalcaemia afther thyroid surgery. Asian J Surg. 2019; 42(9): 883-9.
25. Konturek A, Szpyra B, Stopa- Barczynska M, Barczynski M. Energy-bases deviced for hemostasis in thyroid surgery. Gland Surg. 2020; 9(Suppl 2): S153-S158.
26. Henry BM, Graves MJ, Vikse J, Sanna B, Pękala PA, Walocha JA et al. The current state of intermittent intraoperative neural monitoring for prevention of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy: a PRISMA-compliant systematic review of overlapping meta-analyses. Langenbecks Arch Surg. 2017; 402 (4): 663-73.
27. Pardal JL, Ochoa C, Cuello JJ, Martín MA. Precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea. Rev. Soc. Otorrinolaringol. Castilla Leon Cantab. La Rioja. 2013; 4(23):175-93.

28. Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, Rosenfeld RM, Angelos P, Barkmeier-Kraemer J et al. Clinical practice guideline: Improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;148 (6 Suppl): S1-37.
29. Henry BM, Vikse J, Graves MJ, Sanna S, Sanna B, Tomaszewska IM et al. Variable relationship of the recurrent laryngeal nerve to the inferior thyroid artery: a meta-analysis and surgical implications. *Head Neck.* 2017; 39 (1): 177-186.
30. Proye CA, Carnaille BM, Goropouls A. Nonrecurrent and recurrent laryngeal nerve: a surgical pitfall in cervical exploration. *Am J Surg.* 1991; 162(5): 495-6.
31. Henry JF, Audiffret J, Denizot A, et al. The nonrecurrent inferior laryngeal nerve: review of 33 cases including two on the left side. *Surgery* 1988;104(6):977–984.
32. Hunt PS. A reappraisal of the surgical anatomy of thyroid and parathyroid glands. *Br J Surg* 1968;55(1):63.
33. Ardito G, Revelli L, D'Alatri L, Lerro V, Guidi ML, Ardito F. Revisited anatomy of the recurrent laryngeal nerves. *Am J Surg.* 2004; 187 (2): 249-53.
34. Hisham AN, Lukman MR. Recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: a critical appraisal. *ANZ J Surg* 2002;72(12):887-9.
35. Sturniolo G, D'Alia C, Tonante A, et al. The Recurrent Laryngeal Nerve Related to Thyroid Surgery. *Am J Surg* 1999;177(6):485-8.
36. Jin S, Sugitani I. Narrative review of management of thyroid surgery complications. *Gland Surg.* 2021;10(3):1135-1146.
37. Pace-Asciak P et al. The utility of parathyroid autofluorescence as an adjunct in thyroid and parathyroid surgery 2023. *Head Neck.* 2023; 45(12):3157-3167.
38. Ladurner R, Lerchenberger M, Al Arabi N, Gallwas J, Stepp H, Hallfeldt K. Parathyroid Autofluorescence-How Does It Affect Parathyroid and Thyroid Surgery? A 5 Year Experience. *Molecules.* 2019; 24 (14):2560.

39. Abbaci M, De Leeuw F, Breuskin I, Casiraghi O, Lakhdar AB, Ghanem W et al. Parathyroid gland management using optical technologies during thyroidectomy or parathyroidectomy: A systematic review. *Oral Oncol.* 2018; 87:186-96.
40. Lorente-Poch L, Sancho JJ, Ruiz S, Sitges- Serra A. Importance of in situ preservation of parathyroid glands during total thyroidectomy. *Br J Surg.* 2015; 102(4): 359-67.
41. Sitges-Serra A, Lorente-Poch L, Sancho J. Parathyroid autotransplantation in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg.* 2018; 403(3): 309-15.
42. Tartaglia F, Blasi S, Giuliani A, Merola R, Livadoti G, Krizzuk D et al. Parathyroid autotransplantation during total thyroidectomy. Results of a retrospective study. *Int J Surg.* 2016; 28 Suppl 1: 79-83.
43. Gambardella C, Polistena A, Sanguinetti A, Patrone R, Napolitano S, Esposito D et al. Unintentional recurrent laryngeal nerve injuries following thyroidectomy: ¿Is it the surgeon who pays the bill. *Int J Surg.* 2017; 41 Suppl 1: 55-9.
44. Kaisha W, Wobenjo A, Saidi H. Topography of the recurrent laryngeal nerve in relation to the thyroid artery, Zuckerkandl tubercle, and Berry ligament in Kenyans. *Clin Anat.* 2011; 24 (7): 853- 7.
45. Bakaliniis E, Makris I, Demesticha T, Tsakotos G, Skandalakis P, Filippou D. Non-Recurrent Laryngeal Nerve and Concurrent Vascular Variants: A Review. *Acta Med Acad.* 2018; 47 (2): 186-92.
46. Gómez-Ramírez J, Heras PC, Jiménez RA, Saez LDJ, Pineda EY, Syro CZ et al. Large goiters and postoperative complications: ¿does it really matter? *Langenbeck's Arch Surg.* 2023; 408 (1): 213.

47. Pardal JL, Parente P, Arroyo MM, Maza JM, Granell J, Martínez JM. et al. Recommendations on the use of neuromonitoring in thyroid and parathyroid surgery. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2018; 69(4):231-242.
48. Hermann M, Alk G, Roka R, Glaser K, Freissmuth M. Laryngeal recurrent nerve injury in surgery for benign thyroid diseases: effect of nerve dissection and impact of individual surgeon in more than 27,000 nerves at risk. *Ann Surg.* 2002; 235(2): 261-8.
49. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: their management and avoidance. *Ann Surg.* 1938;108(4): 545-62.
50. Joliat GR, Guarnero V, Demartines N, Schweizer V, Matter M. Recurrent laryngeal nerve injury after thyroid and parathyroid surgery: Incidence and postoperative evolution assessment. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96(17): e6674.
51. Torrico P, González R. Parálisis laríngea postoperatoria en cirugía de tiroides y paratiroides. *Revista ORL.* 2020; 11:195-215.
52. Hayward NJ, Grodski S, Yeung M, Johnson WR, Serpell J. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review. *ANZ J Surg.* 2013; 83 (1-2):15-21.
53. Henry LR, Abad JD, Stojadinovic A. The voice, not the nerve, is the functionally relevant endpoint. *J Surg Oncol.* 2012;106(8):1005-6.
54. Pardal JL. Evidencia y recomendación. ¿Harmonic ultracision ofrece ventajas en tiroidectomía? *Rev. ORL.* 2016; 7 (4): 237-241.
55. Polychronidis, G. Hüttner FJ, Contin P, Goossen K, Uhlmann L, Heidmann M et al. Network meta-analysis of topical haemostatic agents in thyroid surgery. *Br J Surg.* 2018; 105 (12): 1573-1582.

ANEXO I. ARTÍCULOS.

Los artículos incluidos a continuación, derivados de la tesis doctoral, se presentan en su versión *preprint* (manuscrito original enviado a revistas correspondientes). Su inclusión tiene como propósito documentar los resultados derivados de la investigación y se añaden únicamente como material complementario.

ARTÍCULO 1. Neurovascular anatomy review in thyroid and parathyroid surgery. Surgical procedure to minimize adverse events.

ARTÍCULO 2. Complicaciones en cirugía tiroidea y paratiroidea. Serie retrospectiva.

ARTÍCULO 3. Safety in thyroid surgery: neuromonitoring and vascular sealing.

ARTÍCULO 4. Intraoperative mapping of the recurrent laryngeal nerve and parathyroid glands to improve thyroid surgery outcomes.

ARTÍCULO 1

TÍTULO: *“Neurovascular anatomy review in thyroid and parathyroid surgery. Surgical procedure to minimize adverse events”.*

AUTORES: Luis Miguel Torres Morientes, Eduardo Tamayo Gómez, María San-Millán González , Juan Losada Campa , María Fe Muñoz Moreno , Jaime Santos Pérez.

Publicado en: *Rev. ORL, 2024, 15, e32079, 1-8.*

DOI: <https://doi.org/10.14201/orl.32079>.

Versión incluida: *preprint* (manuscrito original enviado).

NEUROVASCULAR ANATOMY REVIEW IN THYROID AND PARATHYROID SURGERY. SURGICAL PROCEDURE TO MINIMIZE ADVERSE EVENTS.

Luis Miguel Torres Morientes (1), Eduardo Tamayo Gómez (2), María San-Millán González (1), Juan Losada Campa (1), María Fe Muñoz Moreno (3), Jaime Santos Pérez (1).

1. University Clinical Hospital of Valladolid. Otolaryngology (ENT) Department, Spain.

2. BioCritic, Grupo de Investigación Biomédica en Cuidados Críticos, Valladolid, Spain.

Department of Surgery, Faculty of Medicine, Universidad de Valladolid, Valladolid, Spain.

Anesthesiology and Critical Care Department, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, Spain

Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Instituto de Salud Carlos III, Madrid, Spain.

3. University Clinical Hospital of Valladolid. Research Support Department, Spain.

ABSTRACT

- Introduction:

Recurrent laryngeal nerve (RLN) injury is the most important complication in thyroid surgery and its side effects vary from dysphonia in unilateral laryngeal paralysis to stridor in bilateral laryngeal paralysis. Therefore, the anatomical identification and functional preservation of the nerve is essential in thyroid surgery.

A variety of landmarks have been classically considered for this nerve's identification, including the inferior thyroid artery (ITA), Zuckerkandl's tubercle and Berry's and Gruber's ligaments. This study's main objective is to identify the anatomical relationship between the recurrent laryngeal nerve and the inferior thyroid artery in order to determine the surgical procedure that best avoids recurrent injury.

- Material and methods:

This study reviews 400 thyroidectomies performed by the same surgeon - including total thyroidectomies, hemithyroidectomies and parathyroidectomies - from September 2011 to February 2020. The relationship between the recurrent nerve's positions regarding the inferior thyroid artery was divided into prearterial, retroarterial or interarterial (between the bifurcation of branches of the artery). Other secondary variables were studied, including RLN branching, neuromonitoring, and parathyroid gland positions and their influence on post-surgical hypoparathyroidism. In total, 625 recurrent laryngeal nerves were dissected.

- Results:

A total of 400 patients underwent surgery. Total thyroidectomy was performed in 223, hemithyroidectomy with or without isthmectomy in 149, isolated isthmectomies in 2 and parathyroidectomies in 26 patients. A total of 625 recurrent laryngeal nerves (RLN) were dissected, 620 (99.6%) nerves were identified, being 6 of them non-recurrent right laryngeal nerves (0.9%). On the right side the predominant nerve position was prearterial (48.9%) and on the left side the retroarterial crossing was predominant (67.6%). Other variables studied were the anatomical divisions of RLN before entering the larynx, observing nerve bifurcations in 45.7% of right nerves and 28.6% of left RLN. Superior parathyroid glands were positioned in 83.7% of the cases in a high position, inferior parathyroid glands were positioned in a low position in 70% of cases. Neuromonitoring was performed in 68% of RLN and the rates of unilateral transient and permanent laryngeal paralysis were 1.2% and 0.8% respectively.

- Conclusions:

The anatomical relationship between RLN and the inferior thyroid artery (ITA) is the main landmark in recurrent laryngeal nerve's surgical identification. It helps the anatomic preservation of RLN by decreasing and avoiding the feared potential nerve injuries and their subsequent complications.

- Key words:

Recurrent laryngeal nerve, inferior thyroid artery, thyroidectomy.

INTRODUCTION:

Thyroidectomy is the most frequent surgical procedure performed within endocrine and head and neck surgery. Its surgical technique has evolved slowly over the years, with revolutionary changes during the 19th and the first half of the 20th century. Thyroid pathology was first mentioned 2700 years before Christ and Theodor Kocher is considered to be thyroid surgery's pioneer. Galen of Pergamon was the first anatomist to describe the recurrent laryngeal nerve (RLN) as a branch of a cranial nerve. Later, Vesalius (2) and Willis (3) described the anatomy of laryngeal nerves and specifically the RLN. Subsequently Lahey, in 1923, emphasized the importance of a standardized technique for the identification of the RLN during thyroid surgery (1).

RLN is a mixed nerve with motor, sensory and parasympathetic branches. The motor branch innervates all of the intrinsic laryngeal muscles, except for the cricothyroid muscle which is innervated by the external branch of the superior laryngeal nerve. Before entering the larynx, the RLN branches to the cricopharynxgeus muscle and the inferior constrictor muscle (2).

The most feared complication in thyroid surgery is RLN palsy. Complications range from minor dysphonia to aspiration in unilateral palsies or even dyspnea in bilateral palsies, which is potentially life-threatening. Therefore, identification and functional preservation of RLN is essential during thyroid surgery (3).

The rate of RLN palsy ranges from 0.5 to 20% worldwide (in these surgeries specifically)
The risk of recurrent laryngeal nerve injury depends on multiple factors such as thyroid

pathology, surgical technique, anatomical variables and surgical experience (1-3)).

Many studies have shown that identification of the RLN during thyroid surgery reduces the risk of injury and recurrent damage during dissection, hence most surgeons routinely identify the nerve during surgery. Classically, there are several anatomical structures and landmarks that help in RLN identification, such as the intersection of the nerve with the inferior thyroid artery (ITA), its course in the tracheoesophageal groove, with significant differences on the right and left side, and, if the Zuckerkandl's tubercle is present, the relationship to its position. Anatomical knowledge is of special importance, as well as its variability in the path and route of the RLN from the base of the neck to its entrance into the larynx to avoid nerve injury (4).

As previously mentioned, a fundamental anatomical structure in the recognition of RLN is the ITA (branch of the subclavian artery). Both structures are closely related and anatomically cross one-another (4)

In anatomical dissection studies, branching patterns have been observed in up to 43% of cases on both sides, divided into one or several nerve branches, and these must be taken into account. In these cases, the laryngeal motor branches are usually the anterior or internal ones. It has been reported that the distance from cricoid cartilage inferior border to the division into one or several branches ranges from 0.5 -1 cm (5).

RLN trajectory can be altered according to other variables such as the presence of neoplasms that can encompass the nerve, cervical or substernal compressive goiters with risk of displacement, and even inflammatory phenomena and thyroiditis. In rare

exceptions the right RLN exits directly from the vagus nerve and does not present recurrence through the right subclavian artery (< 1%). These cases can associate vascular anomalies such as the presence of a retroesophageal right subclavian artery. Classically these anatomical changes have been linked to the clinical presentation of "dysphagia lusoria". In these situations, the nerve is more vulnerable and susceptible to injury during surgery (6,7).

The entrance of the RLN in the larynx is the area where it has an intimate relationship with the thyroid gland and the thyroid suspensory ligaments (Berry and Gruber's ligaments). This area presents an important vascularization and is the place where the nerve is most easily injured either by traction, thermal damage or even nerve section (8).

The aim of the study is to analyze the relationship of the RLN with ITA during thyroid surgery, as well as to see the nerve divisions and the anatomical arrangement of the parathyroid glands, with the purpose of trying to minimize postoperative complications such as recurrent injury and hypoparathyroidism.

MATERIAL AND METHODS:

A retrospective clinical study was conducted in *Hospital Clínico Universitario de Valladolid* (Department of Otolaryngology (ENT)/Head and Neck Surgery) from September 2011 to February 2020 (9 years and 3 months). Ethical authorization was obtained prior to this study's design (CEIm code 21-2296).

A total of 440 patients underwent thyroidectomy by the same surgeon. The mean age was 58 years with a range between 19 and 84 years of age. The prevalence by sex was mostly

female, 81.8% were women (357 patients) and the remaining 18.9% were men (83 patients). Forty-six percent had no relevant previous medical history. Hypertension was the main pathology (130 patients). 36% of the patients had a family history of thyroid cancer and only 11% had at least one of these risk factors for thyroid cancer (iodized salt deficiency, family history and previous irradiation).

The different indications for surgical treatment in our patient sample are shown in Table 1. The most common surgical indication was bilateral euthyroid multinodular goiter with a frequency of 114 patients. The second most common causes were all tied at 12%, being a single thyroid nodule, unilateral multinodular goiter and papillary thyroid cancer.

Table 2 shows the type of surgery performed. Total thyroidectomy was performed in 253 patients, hemithyroidectomy with or without isthmectomy in 159 patients, isolated isthmectomies in 2 patients and isolated parathyroidectomies in 26 patients. Lateral therapeutic lymph node dissections were performed in 23 patients and central selective lymph node dissections were required in 10 cases. Some radiological tests were performed before surgery: ultrasound in 62% of patients, ultrasound and computed tomography (CT) in 17%, ultrasound and scintigraphy in 12% and isolated CT in 5.8% of cases.

All patients underwent surgery under general anaesthesia with vocal-cord-videolaryngoscopy beforehand. The standard surgical technique was extracapsular dissection (in 64% of cases the prethyroid muscles were not sectioned, in 26% a unilateral section of the muscles was performed and in 10% a bilateral section was required), performed on all patients.

The predominant hemostasis system used during these surgeries was sealed systems and bipolar coagulation (in 378 cases), associating ligation in 62 patients.

The most important surgical steps were middle thyroid vein's ligation (if present), ligation of the superior thyroid pedicle with anatomical preservation of superior laryngeal nerve's external branch (only identified in 5.2% of cases) and identification of the RLN at its intersection with the ITA.

The ITA was considered the main anatomical reference in the identification of the RLN. On both sides, the crossing between RLN and ITA was established in three patterns; prearterial, retroarterial or interarterial, as well as the presence of one or more anatomical branches of the RLN with the aim of establishing a systematic surgical approach.

Once the RLN was identified, its trajectory was followed up to its entry into the larynx and its relationship with other anatomical references. Other secondary variables were studied such as intraoperative neuromonitoring (NIM) of RLN and its influence on its paralysis (70 % of the dissected RLN were neuromonitored) as well as the anatomical position of the parathyroid glands and its repercussion on post-surgical hypoparathyroidism. Three anatomical positions worked as references: the high position located at the level of the entrance of the RLN in the larynx, the middle position at the level of the intersection between RLN and the ITA and the low position located at the level of the thyrotympanic fat.

RESULTS:

In the 440 patients studied, 695 nerves were dissected (365 right RLN and 330 left RLN). We were able to identify 690 RLNs (99.2%) of all the nerves studied, of which 6 right nerves were non-recurrent lower laryngeal nerves (0.8% of the total RLNs). The 5 RLNs that were not identified were due to isolated isthmectomies and selective parathyroidectomies. On the right side, the predominant relationship between the RLN and ITA was prearterial (50%), in 30,6% of these cases the nerve had an interarterial position and in 15,8% of the nerves were in a retroarterial position. The nerve was not identified in 1%.

On the left side the retro-arterial position predominated by 69%, followed by 21,8% interarterial and 8,7% prearterial position. Only 0.3% of the left RLN were not identified (Table 3). Sub-sternal goiters accounted for 23% of all thyroids operated on.

Another anatomical aspect studied was the division of the RLN before entry. There were no statistical differences between the sides, finding on the right side a single RLN in 52,1% of the cases, bifurcated RLN in 46,1% and trifurcated RLN in 1.6% of the cases. On the left side, the single branch also predominated with 69,9%, followed by the bifurcated nerve with 27.6% and the presence of 3 or more branches in 2.4% (Table 4). Non-recurrent nerves and those that were not identified were excluded

The third anatomical variable studied was the position of the parathyroid glands (Table

5). The upper parathyroid glands were predominantly located in the high position in 83.7% of the cases and in the middle position in 16.20%. Nineteen percent of all upper parathyroid glands were not seen and only 0.75% were reimplanted.

On the other hand, the lower parathyroid glands were located in the middle position in 30% of the cases and 70% of them were located inferiorly, 37% of all the lower parathyroid glands were not identified and only 2.2% of them were reimplanted.

Another variable analyzed was neuromonitoring (Table 6). Of the 440 patients operated on, 307 (70%) were neuromonitored. In the post-surgical laryngoscopy of the neuromonitored patients, 87.6% were true negatives (positive recordings without laryngeal paralysis), 9.4% false positives (negative recordings without laryngeal paralysis) and 2.9% true positives (negative recordings with unilateral laryngeal paralysis) (Table 7). In the 695 operated nerves there were 8 unilateral temporal palsies (1.2%) and 5 unilateral definite palsies (0.8%). Seventy-five percent of the temporary and 80% of the definitive palsies occurred with neuromonitoring. Of all the definitive paralyzes, 4 were due to oncological pathology and one was a parathyroidectomy.

DISCUSSION:

Identification and preservation of the recurrent laryngeal nerve is essential in thyroid surgery. For this purpose, anatomical knowledge of the nerve and its possible anatomical variants is essential in order to avoid injury during its dissection. The ideal way to avoid injury to RLN is to identify it and follow its recurrence during thyroid dissection carefully, since the risk of permanent nerve injury ranges between 1-10% (8). In 1970, Riddel

reported that thyroidectomy is a precise surgery and compared post-thyroidectomy laryngeal paralysis to post-surgical facial paralysis. Therefore, the main problem during thyroid surgery is laryngeal paralysis and a surgical knowledge of cervical neurovascular anatomy is required (9). Although still somewhat controversial, identification of the RLN is proposed as the initial step in a thyroidectomy and according to our model it's the only method to avoid injury to the RLN.

The first and most important landmark for RLN anatomical identification is the inferior thyroid artery (ITA). However, it can be difficult to identify due to the neurovascular anatomical variants and the pathological characteristics of the gland. It is not unusual for the nerve to cross the artery, either anteriorly (prearterial), posteriorly (retroarterial) or between the arterial branches (interarterial). However, the anatomical relationship between these two structures is not consistent on both sides (1).

The easiest place to injure the nerve is at the level of Berry's ligament, hence identification of the nerve in this area is risky. The most common injuries are usually tractions, thermal injuries and, less frequently, sections.

In our study we observed that a retroarterial relationship was the most frequent with a total of 286 nerves (41.1%). Prearterial crossing between RLN and ITA on both sides occurred in 214 nerves (30.7%). The interarterial nerve position was the least common, in 184 dissected nerves (26,4%).

On the right side the prearterial position predominated, being visualized in 185 nerves (50%), the interarterial position was observed in 112 nerves (30,6%) and the retroarterial position was found in 58 nerves (15,8%). On the left side the predominant nerve position was retroarterial, observed in 228 nerves (69%), the interarterial position was seen in 72 cases (21,8%) and anterior to the ITA in 29 patients (8,7%). Studies by Saldanha et al and

Ardito et al observed that the most frequent relationship was retroarterial with 89% and 61% of cases respectively (1,9). Hisham and Lukman also observed the same relationship with a frequency of the retroarterial variant of 83.8% (10). In contrast, the review by Sturniolo et al provided data contrary to the majority of studies, with the retroarterial variant with percentages of 22% and 36% on the right and left sides, respectively (11).

In our study the most frequent position was retroarterial, however, not with such a high frequency, probably because the interarterial position is considered as a retroarterial variant in the aforementioned reviews. In most studies, as mentioned above, the most frequent relationship was retroarterial, especially on the left side.

On the other hand, with the aim of minimizing recurrent nerve lesions, the branching of RLN before entering the larynx was studied and it was observed that on the right side the nerve was single in 185 cases (52,1%), bifurcated in 164 cases (46,1%) and presented 3 or more branches in 6 cases (1.6%). On the left side it was observed that 230 nerves had a single trunk (68,9%), 91 nerves were bifurcated (27.6%) and 8 nerves had 3 branches (2.4%). There are few studies where the branches of RLN are observed before entering the larynx (1,10), nevertheless, it is fundamental to identify if it is a single trunk or if it presents more branches since in this latter case the main laryngeal motor branch is the internal one being the external divisions esophageal motor branches.

In addition to the surgical experience in order to identify the divisions, neuromonitoring is very useful in these cases since the internal branch presents nerve signal and the external branch usually gives a weak or no signal. In our study we observed that the single nerve was predominant on both sides, perhaps with a higher prevalence on the left side (69,9%).

It is not uncommon to find the nerve at the level of the junction with the artery or inferior to it and it is usually recommended to ligate the ITA as close as possible to the thyroid capsule to avoid nerve injury. If this is not possible, it must be identified in the superior region close to the entrance and Berry's ligament, the area where it is most easily injured.

In concurrence with the medical literature, we observed the left nerve having a vertical trajectory in the tracheoesophageal groove and the right nerve having a more oblique trajectory in all of our dissections.

In their review, Hunt et al found the RLN in the tracheoesophageal groove on the right and left side in 65% and 77% of cases respectively. Therefore, the tracheoesophageal groove can also be considered an anatomical landmark in this nerve's identification (8).

CONCLUSIONS:

According to the medical literature, many safe surgical techniques have been described for the identification of RLN in order to decrease the rates of laryngeal paralysis. The main anatomical landmark is the crossing of the RLN with the ITA. Other landmarks to take into consideration are Zuckerkindl's tubercle, Berry's ligament or the tracheoesophageal groove. In-depth knowledge of the cervical neurovascular anatomy and its possible variants is essential in order to try to ensure the anatomical and functional integrity of the RLN. In our study we concluded that the relationship of the RLN to the ATI is a safe and consistent landmark in thyroid surgery and its identification should be a standard technique to try to avoid and minimize laryngeal paralysis.

TABLE 1: Surgery indication

	Frequency	Percentage
Thyroid nodule	56	12,7%
Unilateral MNG (Multinodular goiter)	56	12,7%
Euthyroid Bilateral MNG	114	25,9%
Toxic MNG	28	6,3%
Graves-Basedow	23	5,2%
Suspected thyroid cancer	28	6,3%
Papillary thyroid carcinoma	53	12%
Carcinoma + lymph node metastases	23	5,2%
1°HPT (Hyperparathyroidism)	30	6,8%
2° HPT	3	0,6%
Medular carcinoma	2	0,4%
MNG + HPT	24	5,4%
Total	440	100%

(MNG: Multinodular goiter, HPT : Hyperparathyroidism)

TABLE 2: Type of surgery performed

	Frequency	Percentage
Hemithyroidectomy	143	33,5%
Total Thyroidectomy (TT)	205	46,5%
Isthmectomy	2	0,4%
TT + Central neck dissection	10	2,2%
TT+ lateral neck dissection	23	5,2%
Isolated parathyroidectomy	19	4,3%
Bilateral parathyroidectomy	2	0,4%
Subtotal parathyroidectomy	2	0,4%
Unilateral double parathyroidectomy	3	0,6%
TT + Parathyroidectomy	15	3,75%

Hemithyroidectomy + Parathyroidectomy	16	3,4%
Total	440	100%

(TT: Total Thyroidectomy)

TABLE 3: RLN and ITA relationship.

	RIGHT		LEFT	
	Number	Frequency	Number	Frequency
Prearterial	185	50%	29	8,7%
Retroarterial	58	15,8%	228	69%
Interarterial	112	30,6%	72	21,8%
Non-recurrent	6	1,6%	0	0%
Not visualized	4	1%	1	0,3%
TOTAL	365	100%	330	100%

TABLE 4: RLN branches

	RIGHT		LEFT	
	Number	Frequency	Number	Frequency
Single branch	185	52,1%	230	69,9%
Bifurcated	164	46,1%	91	27,6%
Three or more branches	6	1,6%	8	2,4%
TOTAL	355	100%	329	100%

TABLE 5: Position of the parathyroid glands

	Upper/Superior	Lower/Inferior
High	83,7%	0%
Medium	16,2%	30%
Low	0%	70%

TABLE 6: Neuromonitoring

	Frequency	Percentage
No	133	30%
YES	307	70%
Total	440	100%

TABLE 7: Neuromonitoring / laryngoscopy

	Frequency	Porcentaje
TN (+ register / No paralysis)	269	87,6%
TP (- register / Unilateral Paralysis)	9	2,9%
FP (- register / No paralysis)	29	9,4%
FN (+ register / Paralysis)	0	0%
Total	307	100%

TN: true negative

TP: true positive

FP: fake positive

FN: fake negative

BLIBIOGRAPHY:

1. Saldanha M, Jayaramaiah SK, Aroor R, Bhat VS, Varghese S. Relationship of recurrent laryngeal nerve with inferior thyroid artery. *Otorhinolaryngology Clinics: An International Journal*, Volume 11 Issue 2 (May–August 2019).
2. Calo PG, Pisano G, Medas F, et al. Identification alone versus intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: experience of 2034 consecutive patients. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2014;43(1):16. DOI: 10.1186/1916-0216-43-16.
3. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, et al. Intra-operative monitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg* 2008;32(7):1358–1366. DOI: 10.1007/s00268-008-9483-2.
4. Sakorafas G. Historical Evolution of Thyroid Surgery: From the Ancient Times to the Dawn of the 21st Century. *World J Surg* (2010) 34:1793–1804.
5. Rustad WH, Morrison LE. Revised anatomy of the recurrent laryngeal nerves: surgical importance based on the dissection of 100 cadavers. *Laryngoscope* 1952;62(3):237–249. DOI: 10.1288/00005537- 195203000-00001.
6. Proye CA, Carnaille BM, Goropouls A. Nonrecurrent and recurrent laryngeal nerve: a surgical pitfall in cervical exploration. *Am J Surg* 1991;162:495–496. DOI: 10.1016/0002-9610(91)90271-E.
7. Henry JF, Audiffret J, Denizot A, et al. The nonrecurrent inferior laryngeal nerve: review of 33 cases including two on the left side. *Surgery* 1988;104(6):977–984.
8. Hunt PS. A reappraisal of the surgical anatomy of thyroid and parathyroid glands. *Br J Surg* 1968;55(1):63. DOI: 10.1002/bjs.1800550119.

9. Ardito G et al. Revisited anatomy of the recurrent laryngeal nerves. The American Journal of Surgery 187 (2004) 249–253.
10. Hisham AN, Lukman MR. Recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: a critical appraisal. ANZ J Surg 2002;72(12):887–889. DOI:10.1046/j.1445-2197.2002.02578.x.
11. Sturniolo G, D’Alia C, Tonante A, et al. The Recurrent Laryngeal Nerve Related to Thyroid Surgery. Am J Surg 1999;177(6):485–488. DOI:10.1016/S0002-9610(99)00101-4.

ARTÍCULO 2

TITULO: “*Complicaciones en cirugía tiroidea y paratiroidea. Serie retrospectiva*”.

AUTORES: Luis Miguel Torres Morientes, Eduardo Tamayo Gómez, Paula Peciña Melgosa , María Fe Muñoz Moreno, Ana Fernández Rodríguez , Jaime Santos Pérez .

Publicado en: Rev. ORL, 2024, 15, e31749, 1-8.

DOI: <https://doi.org/10.14201/orl.31749>

Versión incluida: *preprint* (manuscrito original enviado).

COMPLICACIONES EN CIRUGÍA TIROIDEA Y PARATIROIDEA. SERIE RETROSPECTIVA.

Complications in thyroid and parathyroid surgery. Retrospective Series

Luis Miguel Torres Morientes (1), Eduardo Tamayo Gómez (2), Paula Peciña Melgosa (1), María Fe Muñoz Moreno (3) Ana Fernández Rodríguez (1), Jaime Santos Pérez (1).

Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

1. Servicio de ORL y Cirugía de Cabeza y Cuello. Valladolid. España.
2. BioCritic. Grupo de Investigación Biomédica en Cuidados Críticos, Valladolid. España.

Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Servicio de Anestesiología y Cuidados Críticos. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España.

Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Instituto de salud Carlos III, Madrid, España.

3. Unidad de apoyo a la investigación. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España.

ABSTRACT

- Introducción:

La tiroidectomía es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentes realizados a nivel mundial. La incidencia de complicaciones es relativamente frecuente y en algunas ocasiones pueden ser extremadamente graves, aunque actualmente la tasa de mortalidad se acerca al 0%. Las complicaciones más frecuentes e importantes son el hipoparatiroidismo postquirúrgico, la lesión del nervio laríngeo recurrente (NLR) con las secuelas a nivel de la voz y el hematoma asfíxiante o sofocante.

- Material y métodos:

Se realiza una revisión de 400 tiroidectomías realizadas por un mismo cirujano incluyendo tiroidectomías totales, hemitiroidectomías y paratiroidectomías desde septiembre de 2011 hasta febrero 2020. Se tomó como variable principal las complicaciones quirúrgicas más relevantes (parálisis laríngeas, hematomas sofocantes e hipoparatiroidismos transitorios y permanentes) y también se analizaron otras variables como duración de la cirugía, drenajes, estancia en REA, calcemia al alta, etc.

- Resultados:

Del total de 400 pacientes intervenidos de tiroidectomía el 95% (380) no tuvieron alguna complicación quirúrgica importante (hemorragia asfíxiante, parálisis cordal e hipoparatiroidismo permanentes) y un 89% no tuvieron ninguna complicación. Hubo 5 casos (1,25%) de parálisis cordales unilaterales permanentes y 15 casos de hipoparatiroidismos permanentes (3,75% de todos los operados y 5,6% de las tiroidectomías totales y paratiroidectomías). De todos los pacientes intervenidos un 14%

presentaron un hipoparatiroidismo transitorio, el cual apareció en un 21% de todas las tiroidectomías totales y paratiroidectomías (218).

- **Conclusiones:**

La tiroidectomía es un procedimiento habitual y seguro con una disminución importante de la morbilidad en las últimas décadas. No obstante, las complicaciones pueden contribuir a un impacto negativo en la calidad de vida. Por lo tanto, es responsabilidad del cirujano ser consciente de los problemas intra y postoperatorios, así como poner medidas en la prevención y tratamiento.

- **Palabras clave:** tiroidectomía, hipoparatiroidismo, parálisis laríngea.

- **Introduction:**

Thyroidectomy is one of the most frequent surgical procedures realized worldwide. The incidence of complications is relatively frequent, and on some occasions can be extremely serious, even though currently the mortality rate is close to 0%. The most frequent and important complications are post-surgical hypoparathyroidism, recurrent laryngeal nerve (RLN) injury with the voice sequelae, and suffocating hematoma.

- **Material and methods:**

A review of 400 thyroidectomies, performed by the same surgeon, including total thyroidectomies, hemithyroidectomies and parathyroidectomies from September 2011 to February 2020 has been performed. The most relevant surgical complications (laryngeal paralysis, suffocating hematomas and temporary and permanent hypoparathyroidism)

were taken as the main variable, and other variables such as duration of surgery, surgical drainages, time spent in AER, calcemia at discharge, etc. were also analyzed.

- **Results:**

Of the total of 400 patients who underwent thyroidectomy, 95% (380) had no major surgical complications (asphyxiating hemorrhage, permanent chordal palsy and permanent hypoparathyroidism) and 89% had no complications. There were 5 cases (1.25%) of permanent unilateral chordal palsies and 15 cases of permanent hypoparathyroidism (3.75% of all operated patients and 5.6% of total thyroidectomies and parathyroidectomies). Of all the intervened patients, 14% presented transitory hypoparathyroidism, which appeared in 21% of all total thyroidectomies and parathyroidectomies (218).

- **Conclusions:**

Thyroidectomy is a common and safe procedure with a significant decrease in morbidity and mortality in recent decades. However, complications can contribute to a negative impact on the patient's quality of life. Therefore, it is the surgeon's responsibility to be aware of intraoperative and postoperative problems, as well as to put measures in place for prevention and treatment.

- **Key words:** Thyroidectomy, hypoparathyroidism, laryngeal paralysis.

- INTRODUCCIÓN:

La tiroidectomía es un procedimiento frecuente y relativamente seguro, no obstante, hay riesgos de complicaciones importantes y severas como la hemorragia postquirúrgica, el hipoparatiroidismo y la lesión del nervio laríngeo recurrente (NLR). Estas son las principales complicaciones, luego hay una serie de complicaciones secundarias como son la lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior, la infección de la herida quirúrgica, el seroma, la fatiga vocal, el síndrome de hueso hambriento etc. El hematoma asfixiante es una complicación potencialmente mortal que puede causar distrés respiratorio o incluso la muerte en poco espacio de tiempo si no se trata urgentemente. Afortunadamente la incidencia del hematoma cervical se encuentra entre un 0,4%-6,5% (1,2). El mecanismo fisiopatológico es la compresión traqueal del coágulo y un deterioro del retorno venoso o linfático que puede ocasionar el edema faringolaríngeo (3). Por lo tanto, es crucial el reconocimiento precoz y el tratamiento inmediato para minimizar las complicaciones. El tratamiento, en la mayoría de las ocasiones requiere una reintervención inmediata que consiste en la evacuación del hematoma y el control de la hemorragia mediante la cauterización o ligadura de los posibles puntos sangrantes. El sangrado arterial es el más común, teóricamente la arteria más frecuentemente afectada es la tiroidea superior (4), no obstante, suele ser bastante frecuente el sangrado en sábana sobre todo a nivel del lecho recurrential. Es excepcional el tratamiento conservador, únicamente en hematomas superficiales (5).

El hipoparatiroidismo postquirúrgico transitorio tiene una incidencia del 20 al 40% y el permanente entre el 0-3%. Los factores de riesgo que favorecen el desarrollo de hipocalcemia son el hipertiroidismo, la patología tiroidea maligna, las reintervenciones, el bocio subesternal y la disección cervical del compartimento central (6).

La lesión del NLR es una complicación relativamente frecuente. La incidencia de parálisis transitoria es del 5-8% y de parálisis permanente del 0,3-3%.

La incidencia global de complicaciones tras cirugía tiroidea es del 0- 54% incluyendo complicaciones menores y mayores (7).

La vigilancia, anticipación y compresión de todas las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias es de obligado cumplimiento para todos los cirujanos de tiroides, así como el tratamiento inmediato (7). Para prevenir o minimizar las complicaciones es preciso el conocimiento exhaustivo de la anatomía cervical y una técnica quirúrgica cuidadosa y meticulosa. Hay factores que no dependen del cirujano como son la pluripatología, los tratamientos concomitantes, así como la patología intrínseca tiroidea (8).

El objetivo el estudio es analizar y revisar todas las complicaciones tiroideas y ver si hay factores de riesgo determinantes en su desarrollo.

- MATERIAL Y MÉTODOS:

Se llevó a cabo un estudio clínico retrospectivo en el Servio de ORL y Cirugía de Cabeza y Cuello del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, en el periodo comprendido entre septiembre de 2011 y diciembre de 2020 (9 años y 3 meses). Se obtuvo autorización por el Comité Ético de Investigación de medicamentos (CEIm), con código 21-2296 para el diseño del estudio.

Un total de 400 pacientes fueron intervenidos de tiroidectomías por un mismo cirujano. La edad media fue de 56 años con un rango entre 19 y 83 años. La prevalencia por sexo era mayoritariamente femenina, un 81,8% eran mujeres (327 pacientes) y el 18,3% restantes varones (73 pacientes). Un 43% no tenía antecedentes de interés siendo la HTA

el principal antecedente personal, estando presente en 124 pacientes. En un 32% había antecedentes familiares de tiroides y solamente el 9,5% tenía factores de riesgos de cáncer de tiroides (déficit de sal iodada, antecedentes familiares e irradiación previa). En todos los pacientes se realizaron videolaringoscopias de las cuerdas vocales pre y postquirúrgicas, cirugía con anestesia general por un equipo quirúrgico experimentado y la misma técnica quirúrgica.

Los pasos cruciales de la cirugía fueron la ligadura de la vena tiroidea media si la había, la ligadura de los pedículos tiroideos superiores con la preservación anatómica de la rama externa del nervio laríngeo superior (solamente identificado en el 5,2% de los casos), la identificación y disección del NLR hasta la entrada en laringe con y sin neuromonitorización y la ligadura del pedículo tiroideo inferior. La hemostasia realizada fue sellado vascular con sistema bipolar, pinza bipolar con o sin ligadura tradicional. En todos los casos utilizamos material hemostático reabsorbible de celulosa en los lechos recurrenciales. Se utilizó el sistema de neuromonitorización intraoperatoria (NMIO) intermitente con electrodos de registro adosados al tubo endotraqueal y un electrodo de estimulación (NIM 3.0, Medtronic). Durante los primeros 3 años (2011-2014) la neuromonitorización se realizaba en casos seleccionados (grandes bocios cervicales, extensión retroesternal, cirugía oncológica ganglionar asociada, cirugía de revisión y parálisis laríngea contralateral). A partir del 2014 la NMIO se realizó de forma sistemática en todos los pacientes. Se recogieron todas las complicaciones postquirúrgicas y se analizaron las variables más importantes. En primer lugar, el hipoparatiroidismo postquirúrgico temporal y definitivo con los niveles de calcemia al alta. Otras variables principales analizadas fueron las parálisis cordales temporales y definitivas y el sangrado postquirúrgico. Otras complicaciones menores estudiadas fueron la infección, el seroma, el síndrome de hueso hambriento, fatiga vocal etc. Se recogieron otros datos importantes

como la duración de la cirugía, necesidad de servicio de Reanimación (REA) tras cirugías totales y la duración de los drenajes.

- RESULTADOS:

En los 400 pacientes estudiados se disecaron 625 nervios de los cuales 325 eran derechos y 300 izquierdos. Se identificaron 620 NLR (99,6%) de todos los nervios estudiados, de los cuales 6 nervios derechos eran nervios laríngeos inferiores no recurrentes (0,9% del total de NLR). Los 5 NLR que no se identificaron se debían a istmectomías aisladas y paratiroidectomías selectivas.

En la tabla 1 se recoge la indicación quirúrgica siendo el bocio multinodular bilateral eutiroideo la indicación quirúrgica principal con una frecuencia de 109 pacientes, seguido del nódulo tiroideo único, bocio multinodular unilateral y cáncer papilar de tiroides, todos ellos con un porcentaje del 12%. En la tabla 2 se muestra el tipo de cirugía realizada, se llevó a cabo una tiroidectomía total en 223 pacientes, hemitiroidectomía con o sin istmectomía en 149, istmectomías aisladas en 2 y paratiroidectomías aisladas en 26 pacientes. Se asociaron vaciamientos terapéuticos laterales en 23 pacientes y vaciamientos selectivos centrales en 10 casos. Las pruebas radiológicas prequirúrgicas fueron ecografía en un 62%, ecografía y tomografía computarizada (TC) en un 17%, ecografía y gammagrafía en un 12% y TC aislada en un 5,8% de los casos.

La técnica quirúrgica estándar fue de disección extracapsular, en el 62 % de los casos no se seccionaron los músculos pretiroideos, en un 27% la sección fue unilateral y en un 10% se seccionaron ambos lados. El sistema de hemostasia predominante fue sellado y bipolar (en 348 casos), asociando ligadura en 52 pacientes.

El 58% de todos pacientes tuvo una duración quirúrgica entre una y dos horas, un 32% entre 2-3 horas, un 6% más de tres horas y un 3,5% menos de una hora. Del total de 223 tiroidectomías totales el 57% fue a REA y el 43% no, la tendencia en los últimos años era no llevarlos a Reanimación. En cuanto a la duración del drenaje (concertina) el 30% se retiraba entre el primer y segundo día, el 48% al tercer día y un 20% al cuarto día.

En 350 pacientes (88%) no hubo ninguna complicación (se excluye el hipoparatiroidismo temporal cercano al 25% en las tiroidectomías totales).

En primer lugar, enumeramos las complicaciones más importantes tras tiroidectomías. El hipoparatiroidismo fue la complicación más frecuente. Si tenemos en cuenta toda la serie (400 pacientes) la incidencia de hipoparatiroidismo temporal fue del 14% y el permanente del 3,75%. Teniendo en cuenta las tiroidectomías totales (223) la incidencia sube a un 25% el hipoparatiroidismo temporal y un 6,7% el permanente (tabla 3). Los niveles de calcemia al alta tras tiroidectomías totales y paratiroidectomías fueron entre 7,5-8 mg / dL en un 7,6%, entre 8 y 8,5 mg /dL en un 23%, entre 8,5-9 mg /dL en un 37% y más de 9 mg/ dL en un 31%.

La segunda variable evaluada fue la parálisis laríngea temporal y permanente. No hubo ninguna parálisis laríngea bilateral. En los 400 pacientes se registraron 8 parálisis laríngeas temporales unilaterales (2%) con una recuperación completa en menos de 6 meses y 5 parálisis laríngeas definitivas (1,2%). Si analizamos 625 nervios observamos un 1,2% y un 0,8% de parálisis temporal y permanente respectivamente. De las 8 parálisis temporales 6 fueron con NMIO (1,29%) y 2 sin NMIO (1,22%) y de las 5 parálisis definitivas 4 (1%) fueron con NMIO y 1 (0,2%) sin NMIO (tabla 4). En las 374 tiroidectomías observamos 7 parálisis temporales (1,8%) y 4 definitivas (1%).

Solamente 1 paciente (0,25%) presentó una hemorragia postquirúrgica que se resolvió sin incidencias.

Las complicaciones más reseñables en cirugía paratiroidea aislada (26 casos) fueron 1 parálisis cordal unilateral temporal (3,8%) y 1 definitiva (3,8%) y 2 casos de síndrome de hueso hambriento (7,6%).

Otras complicaciones fueron la infección postquirúrgica en 10 pacientes (2,5%), seroma en 5 (1,2%) y otras complicaciones más excepcionales como el hombro doloroso en 5 pacientes tras 23 cirugías de vaciamiento cervical asociado (21%).

- **DISCUSIÓN:**

El objetivo de este estudio es analizar y comparar las complicaciones postoperatorias tras una revisión de tiroidectomías realizadas por un mismo cirujano. En los últimos años ha habido cambios en la cirugía tiroidea que han provocado un descenso en las complicaciones, no obstante, aunque son poco frecuentes todavía son temidas y algunas potencialmente mortales. El hipoparatiroidismo con la consecuente hipocalcemia es la complicación más frecuente. La hipocalcemia transitoria se encuentra en torno al 1-40% y la incidencia de la definitiva se sitúa sobre el 3%. Si tenemos en cuenta toda la serie (400) el índice de hipoparatiroidismo permanente es similar a la mayoría de las publicaciones (3,75%) mientras que, si solo consideramos cirugías totales el hipoparatiroidismo definitivo aumenta al 6,7%, discretamente elevado por encima de la media. La incidencia de hipoparatiroidismo temporal es del 14% si consideramos todas la cirugías y del 25% en tiroidectomías totales, acorde a la bibliografía. Independiente de los factores de riesgo que incrementan el hipoparatiroidismo es imprescindible la correcta identificación y protección de dichas glándulas durante la cirugía (7). La preservación de la vascularización arterial y venosa es crucial mediante la disección capsular. La coloración paratiroidea al final de la cirugía es clave, si el color es marrón oscuro indica

estasis venoso y si esta pálida isquemia arterial (9). La preservación y el autotrasplante de paratiroides se reserva para casos de exéresis paratiroides inadvertidas, aunque para algunos autores no reduce el hipoparatiroidismo permanente (10,11). En los últimos años se han utilizado técnicas como la auto e inmunofluorescencia con el objetivo de disminuir esta complicación (12,13). Por otro lado, muchos factores intervienen en la parálisis del NLR, tales como la tracción o estiramiento, contusión, pinzamiento, calentamiento, ligadura, sutura o corte (14). La región anatómica donde se lesiona con más facilidad es a nivel del ligamento de Berry, unos dos centímetros antes de entrar en la laringe (15). Los principales puntos de referencia en la identificación del NLR son su cruce con la arteria tiroidea inferior (ATI) y el tubérculo de Zuckerkandl. Hay que tener en cuenta otros detalles como las ramificaciones (la anterior o interna es la principal), el trayecto diferente en cada lado (oblicuo derecho y vertical izquierdo), la variabilidad provocada por patologías tiroideas (grandes bocios subesternales o patología tumoral) o la presencia de nervio laríngeo inferior derecho no recurrente (16). Clásicamente se consideraba el tamaño del bocio factor de riesgo de complicaciones, aunque hay artículos que no muestran asociación (17). La incidencia de parálisis transitoria del NLR es del 5-8% y la permanente del 0,3 -3% (18). En nuestra serie la incidencia de parálisis temporal unilateral fue del 1,2% y la definitiva del 0,8%, ambas por debajo de la mayoría de las revisiones. Sin embargo, observamos en paratiroidectomías aisladas la incidencia de parálisis temporal y definitiva fue significativamente superior (3,8% en ambos casos), se puede atribuir a la variabilidad del trayecto del nervio provocado por el adenoma de paratiroides. La utilización de la NMIO realmente no disminuyó la incidencia de parálisis unilaterales, pero por seguridad, docencia, utilidad medicolegal y aprendizaje la realizamos de forma sistemática a partir del 2014. Las tasas de hemorragia postoperatoria en la literatura varían del 0-9,1% (19). En nuestro caso solo 1 de 400 pacientes presentó

hemorragia que cedió con revisión quirúrgica. Esta baja incidencia de sangrado en nuestra serie podría ser debida al uso sistemático de sistemas de sellado vascular y a la no sección en la mayoría de los casos de los músculos pretiroideos. Hay estudios que sugieren la aplicación de parches hemostáticos que redujeron el sangrado, pero sin resultados estadísticamente significativos (19). Otras complicaciones descritas con bastante frecuencia son la lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior, seromas, infecciones o complicaciones más raras como rupturas traqueales, paratiroidismo, síndrome de hueso hambriento, hombro doloroso, perforaciones esofágicas u otras lesiones nerviosas.

- CONCLUSIONES:

Las complicaciones más temidas tras cirugía de tiroides son el hipoparatiroidismo permanente, la lesión del NLR y el sangrado postoperatorio. La tiroidectomía es un procedimiento frecuente y seguro con una disminución importante de la morbilidad y mortalidad en las últimas décadas. No obstante, las complicaciones pueden contribuir a un impacto negativo en la calidad de vida. Por lo tanto, es responsabilidad del cirujano ser consciente de los problemas intra y postoperatorios, así como poner medidas en la prevención y tratamiento.

- AGRADECIMIENTOS:

Agradecimiento al Servicio de ORL y Cirugía de Cabeza y Cuello Y Unidad de apoyo a la investigación del Hospital Clínico Universitario de Valladolid por permitir elaborar este trabajo de revisión.

TABLA1: Indicación quirúrgica según patología tiroidea.

	Pacientes n=400		Pacientes n=400
	Frecuencia	Porcentaje	
Nódulo tiroideo	51	12,8%	51 (12,8)
BMN unilateral	51	12,8%	51 (12,8)
BMN bilateral eutiroideo	109	27,3%	109 (27,3)
BMN tóxico	23	5,8%	23 (5,8)
Graves-Basedow	18	4,5%	18 (4,5)
Sospecha de cáncer tiroideo	23	5,8%	23 (5,8)
Carcinoma papilar	48	12%	48 (12)
Carcinoma + metástasis ganglionares	21	5,3%	21 (5,3)
HPT 1°	27	6,8%	27 (6,8)
HPT 2°	3	0,8%	3 (0,8)
Carcinoma medular	2	0,5%	2 (0,5)
BMN + HPT	24	6%	24 (6)

(BMN: bocio multinodular, HPT 1°: hiperparatiroidismo primario, HPT 2°:

hiperparatiroidismo secundario, HPT: hiperparatiroidismo).

TABLA 2: Tipo de cirugía realizada.

	Pacientes n=400	
	Frecuencia	Porcentaje
Hemitiroidectomía	133	33,25%
Tiroidectomía total (TT)	175	43,75%
Istmectomía	2	0,5%
TT + Vaciamiento central	10	2,5%
TT+ VCFG lateral	18	4,5%
VCFG	5	1,25%
Paratiroidectomía aislada	19	4,75%
Paratiroidectomía bilateral	2	0,5%
Paratiroidectomía subtotal	2	0,5%
Paratiroidectomía doble unilateral	3	0,75%
TT + Paratiroidectomía	15	3,75%
Hemitiroidectomía + Paratiroidectomía	16	4%

(TT: tiroidectomía total, VCFG: vaciamiento cervical funcional ganglionar)

TABLA 3: Hipoparatiroidismo.

	Frecuencia	Porcentaje (total: 400)	Porcentaje (T.T :223)
Hipoparatiroidismo temporal	56	14%	25%
Hipoparatiroidismo definitivo	15	3,75%	6,7%

(TT: tiroidectomía total)

TABLA 4: Parálisis laríngicas unilaterales postquirúrgicas.

	Pacientes n= 13			
	Temporales (8)		Definitivas (5)	
NMIO	6	1,29%	4	1%
Sin NMIO	2	1,22%	1	0,2%

(NMIO: Neuromonitorización intraoperatoria)

- **BIBLIOGRAFIA:**

1. Fan C, Zhou X, Su G, Zhou Y, Su J, Luo M, et al. Risk factors for neck hematoma requiring surgical re-intervention after thyroidectomy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Surg* 2019; 19:98.
2. Galluzzi F, Garavello W. Complications of revision surgery in case of bleeding after thyroid surgery: A systematic review. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases* 140 (2023) 171-176.
3. Harding J, Sebag F, Sierra M, Palazzo FF, Henry J-F. Thyroid surgery: postoperative hematoma prevention and treatment. *Langenbecks Arch Surg* 2006;391: 169-73.
4. Sun N, Zhang D, Zheng S, Fu L, Li L, Liu S, et al. Incidence and risk factors of post-operative bleeding in patients undergoing total thyroidectomy. *Front Oncol* 2020; 10:1075.
5. Pontin A, Pino A, Caruso E, Pinto G, Melita G, Maria DP et al. Postoperative bleeding after thyroid surgery: care instructions. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul* 2019; 53: 329-36.
6. Lale A, Öz B, Akcan AC, Sözüer EM, Arıkan TB, Gök M. Determination of risk factor causing hypocalcaemia after thyroid surgery. *Asian J Surg*. 2019 Sep;42(9):883-889.
7. Jin S, Sugitani I. Narrative review of management of thyroid surgery complications. *Gland Surg* 2021;10(3):1135-1146.
8. Gómez-Ramírez J et al. Large goiters and postoperative complications: ¿does it really matter? *Langenbeck's Archives of Surgery* (2023) 408:213.

9. Lorente-Poch L, Sancho JJ, Ruiz S, et al. Importance of in situ preservation of parathyroid glands during total thyroidectomy. *Br J Surg* 2015; 102:359-67.
10. Sitges-Serra A, Lorente-Poch L, Sancho J. Parathyroid autotransplantation in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg* 2018; 403:309-15.
11. Tartaglia F, Blasi S, Giuliani A, et al. Parathyroid autotransplantation during total thyroidectomy. Results of a retrospective study. *Int J Surg* 2016;28 Suppl 1: S79-83.
12. Ladurner R, Lerchenberger M, Al Arabi N, et al. Parathyroid Autofluorescence-How Does It Affect Parathyroid and Thyroid Surgery? A 5 Year Experience. *Molecules* 2019; 24:2560.
13. Abbaci M, De Leeuw F, Breuskin I, et al. Parathyroid gland management using optical technologies during thyroidectomy or parathyroidectomy: A systematic review. *Oral Oncol* 2018; 87:186-96.
14. Gambardella C, Polistena A, Sanguinetti A, et al. Unintentional recurrent laryngeal nerve injuries following thyroidectomy: ¿Is it the surgeon who pays the bill? *Int J Surg* 2017;41: S55-9.
15. Kaisha W, Wobenjo A, Saidi H. Topography of the recurrent laryngeal nerve in relation to the thyroid artery, Zuckerkandl tubercle, and Berry ligament in Kenyans. *Clin Anat* 2011; 24:853-7.
16. Bakalinis E, Makris I, Demesticha T, et al. Non-Recurrent Laryngeal Nerve and Concurrent Vascular Variants: A Review. *Acta Med Acad* 2018; 47:186-92.
17. Gomez J et al. Large goiters and postoperative complications: ¿does it really matter? *Langenbeck's Archives of Surgery* (2023) 408:213.

18. Hayward NJ, Grodski S, Yeung M, et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review. *ANZ J Surg* 2013; 83:15-21.
19. Polychronidis, G. et al. Network meta-analysis of topical haemostatic agents in thyroid surgery. *Br J Surg*, <https://doi.org/10.1002/bjs.10975> (2018).

ARTÍCULO 3

TITULO: *“Safety in thyroid surgery: neuromonitoring and vascular sealing”.*

AUTORES: Luis Miguel Torres Morientes, Eduardo Tamayo Gómez, Liliana Filipa Invencio Da Costa, Marta Alonso Mesonero, María San Millán González, Jaime Santos Pérez.

Publicado en: *Portuguese Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, Volumen 62, Nº 2, Junio 2024.

DOI: <https://doi.org/10.34631/sporl.2167>

Versión incluida: *preprint* (manuscrito original enviado).

Safety in thyroid surgery: neuromonitoring and vascular sealing

Segurança na Cirurgia da tiróide: neuromonitorização e selagem vascular

Abstract

Introduction: Thyroid surgery carries significant risks and complications such as recurrent laryngeal nerve paralysis and postoperative suffocating hematoma. The most recent advancement providing safety is intraoperative neuromonitoring (IONM) of the recurrent laryngeal nerve (RLN) and the advances in hemostasis systems.

Objective: The main objective of the study was to explore our experience regarding safety measures and the reduction of complications in thyroid surgery.

Materials and Methods: We present a review of 400 neck surgeries performed by the same surgeon, from September 2011 to February 2020. The main variables studied were intraoperative neuromonitoring (IONM) of the recurrent laryngeal nerve and vascular sealing hemostasis systems.

Results: Out of the total 400 patients, a total of 625 RLNs were studied. Thirteen unilateral vocal cord paralyses were recorded, 8 of which were temporary and only 5 definitive. The predominant hemostasis system utilized was the vascular sealing system and bipolar clamp 87%, and in 13%, ligation of a thyroid artery. Only 1 patient experienced postoperative hemorrhage, which was resolved without incidents.

Conclusions: Intermittent intraoperative neuromonitoring of the RLN and advances in hemostasis systems have proven to be useful in thyroid surgery, improving safety and saving surgical time.

Keywords: Neuromonitoring, thyroidectomy, vascular sealing, hemostasis.

Contributors

Luis Miguel Torres Morientes¹, <https://orcid.org/0000-0003-3689-5320>

Eduardo Tamayo Gómez^{2,3,4,5}, <https://orcid.org/0000-0001-8900-0944>

Liliana Filipa Invencio da Costa¹, <https://orcid.org/0000-0003-3500-6472>

Marta Alonso Mesonero¹, <https://orcid.org/0000-0001-8507-9421>

María San Millán González¹, <https://orcid.org/0000-0003-4894-613X>

Jaime Santos Pérez¹, <https://orcid.org/0000-0002-0423-9241>

* Primary Contact for Correspondence

Luis Miguel Torres Morientes ltorresm@saludcastillayleon.es

¹ ENT Department Clinical University Hospital of Valladolid, Spain

² Department of Anesthesiology and Critical Care, Clinical University Hospital of Valladolid, Valladolid, Spain

³ Department of Surgery, Faculty of Medicine, University of Valladolid, Valladolid, Spain

⁴ BioCritic, Biomedical Research Group in Critical Care, Valladolid, Spain

⁵ Biomedical Research Networking Centre on Infectious Diseases (CIBERINFEC), Carlos III Health Institute, Madrid, Spain

Introduction

Thyroidectomy is a surgical procedure not without its share of complications, and among them, the most dreaded is the injury to the recurrent laryngeal nerve (RLN). Traditionally, visually identifying the RLN and tracking its entry into the larynx has been hailed as the "gold standard" for preventing nerve injuries. However, intraoperative neuromonitoring (IONM) has proven to be a valuable tool in anatomical identification by providing neurophysiological data. This is particularly important as anatomical integrity alone does not guarantee functional integrity. The practice of neuromonitoring in thyroid endocrine surgery has roots dating back to 1970 and has seen significant advancements in the last two decades, drawing insights from the fields of neurosurgery and neurophysiology ¹. The key advantage of neuromonitoring lies in its ability to aid in anatomical identification and provide insights into the functional status of the RLN.

The most commonly adopted neuromonitoring technique is intermittent due to its ease, but continuous neuromonitoring can also be used by placing an electrode on the X pair, allowing the surgeon to assess continuous nerve stress during dissection ^{1, 2}. Some studies find no significant differences in nerve injury rates with and without IONM, while others show a significant decrease in paralysis rates ³. In a trial of 686 patients, the paralysis rate decreased from 7.6% to 4.7%, and it increased the accuracy of surgeons during nerve dissection ⁴. Zheng in 2013 published a meta-analysis with 36,487 patients where IONM reduced the rate of temporary paralysis but not the rate of definitive paralysis ⁵. Some studies propose tailoring the use of IONM based on the surgeon's experience, suggesting that in those with less experience (<25 thyroidectomies), IONM would be performed in all patients, improving permanent paralysis rates. In surgeons with

extensive experience (paralysis rates <1%), neuromonitoring is only done in complex cases ⁶.

The intermittent IONM system works through an electrical stimulus using a stimulation electrode (1 milliampere) on the RLN or the X pair. This electrical signal produces a muscular contraction of the intrinsic laryngeal muscles, which stimulates two surface electrodes attached to the endotracheal tube. The electrical signal is converted into an acoustic signal, and the potentials are recorded on a monitor.

On the other hand, advances in hemostasis systems have reduced hemorrhagic complications and shortened surgical time. Historically, until the introduction of arterial hemostatic forceps in 1870, thyroid surgery was questioned by eminent surgeons like Billroth or Samuel Gross, who considered it "reckless or butchery" ⁷. Postoperative bleeding is one of the most feared complications, requiring immediate or extremely urgent reinterventions and jeopardizing the RLN and parathyroid glands. Currently, appropriate surgical techniques, selective or minimally invasive approaches, careful hemostasis, as well as the introduction of novel hemostasis systems, have significantly decreased hemorrhagic complications. Vascular sealing devices can use different types of energy and can be divided into three types (ultrasonic systems, electrosurgical bipolar systems operating with radiofrequency, and hybrids) ⁸.

Therefore, the main objective of the study is to determine whether IONM and vascular sealing hemostasis systems improve safety and reduce complications in thyroid surgery.

Materials and Methods

A retrospective clinical study was conducted at the ENT Department of the University Clinical Hospital of Valladolid, covering the period from September 2011 to December 2020 (9 years and 3 months). Authorization for the study design was obtained from the Research Ethics Committee for Medicines (CEIm).

The study included 400 patients who underwent thyroid and parathyroid surgery by the same surgeon. All patients underwent preoperative videolaryngoscopies, surgery under general anesthesia by an experienced surgical team, and the same surgical technique.

The standard surgical technique involved extracapsular dissection with or without sectioning of the prethyroid muscles. Crucial steps of the surgery included ligating the middle thyroid vein if present, ligating the superior thyroid pedicles with anatomical preservation of the external branch of the superior laryngeal nerve (identified in only 5.2% of cases), identification and dissection of the RLN up to its entry into the larynx with and without neuromonitoring, and ligating the inferior thyroid pedicle.

Hemostasis was achieved through vascular sealing with a bipolar system, bipolar clamp with or without traditional ligation.

The NMIO system used was intermittent neuromonitoring with recording electrodes attached to the endotracheal tube and a stimulation electrode (NIM 3.0, *Medtronic*). The applied electrical stimulus was 1 milliampere (mA), and electrical signals from the RLN were recorded pre-dissection (R1) and post-dissection (R2) with a positive record (in the presence of an electrical signal) or a negative record (in the absence of an electrical signal).

A protocol for anesthesia and surgical management was established. In case of signal loss (R1+/R2-) or absence of signal (R1-/R2-), a verification protocol was implemented (check for tube position, electrode contact, connections, monitor parameters, patient relaxation grade, stimulation probe, etc.). If the loss or absence of signal persisted after verifying the protocol and occurred on the first side of total thyroidectomy, the second lobectomy was deferred.

During the first 3 years (2011-2014), neuromonitoring was performed in selected cases (large cervical goiters, retrosternal extension, associated oncological nodal surgery, revision surgery, and contralateral laryngeal paralysis). From 2014 onwards, NMIO was systematically performed in all patients.

Postoperative laryngoscopy was performed on all patients, and in those with neuromonitoring, the electrical signal result was compared with the postoperative laryngoscopy, establishing four events: true negative (positive R2 record, no paralysis), true positive (negative R2 record, unilateral paralysis), false positive (negative R2 record, no paralysis), and false negative (positive R2 record, paralysis).

Results

A total of 400 patients were collected. The mean age was 56 years, ranging from 19 to 83 years. The majority were female 81.8%, and the remaining 18.2% were male. Approximately 43% had no significant medical history, while hypertension (HTA) was the primary personal history, observed in 124 patients. In 32%, there was a family history of thyroid pathology, and only 9.5% had risk factors for thyroid cancer (iodine-deficient salt, family history, and previous radiation).

Table 1 outlines the surgical indications, with bilateral euthyroid multinodular goiter being the main indication, occurring in 109 patients, followed by a single thyroid nodule, unilateral multinodular goiter, and papillary thyroid cancer, all with a frequency of 12%. **Table 2** illustrates the types of surgeries performed, with total thyroidectomy in 175 patients, hemithyroidectomy with or without isthmectomy in 133, isolated isthmectomies in 2, isolated parathyroidectomies in 19, bilateral parathyroidectomies in 2, subtotal parathyroidectomies in 2 and double unilateral parathyroidectomies in 3 patients. The association of total thyroidectomy with parathyroidectomy in 15 and hemithyroidectomy with parathyroidectomy in 16 cases, Therapeutic lateral neck dissections were associated in 23 patients, and selective central neck dissections in 10 cases.

Preoperative radiological tests included ultrasound in 62%, ultrasound and computed tomography (CT) in 17%, ultrasound and scintigraphy in 12%, and isolated CT in 5.8% of cases.

In the 400 patients studied, 625 nerves were dissected, with 325 on the right and 300 on the left. A total of 620 recurrent laryngeal nerves (NLR) were identified, of which 6 right nerves were non-recurrent inferior laryngeal nerves (0.9% of the total NLR). The 5 NLR that were not identified were due to isolated isthmectomies and selective parathyroidectomies. Neuromonitoring was not performed in 128 patients (32%), being carried out in 272 (68%). Out of the total 625 dissected NLR, 462 (73.9%) were monitored. Thirteen unilateral vocal cord paralyses were recorded, 8 of which were temporary (1.2%), recovering in less than 6 months, and 5 were definitive (0.8%). Of the 8 temporary paralyses, 6 occurred with neuromonitoring (1.29%) and 2 without neuromonitoring (1.22%), while of the 5 definitive paralyses, 4 (1%) were with neuromonitoring and 1 (0.2%) without neuromonitoring (**Table 3**). Of the 5 definitive

paralyses, 4 were due to oncological pathology and 1 to a parathyroidectomy. There were no bilateral paralyses.

In the 272 neuromonitored patients, after performing postoperative laryngoscopy, 239 true negatives (TN) were recorded with a rate of 87.8%, 10 true positives (TP) with a rate of 3.6%, 23 false positives (FP) with a rate of 8.4%, and 0 false negatives (**Table 4**). The negative predictive value (NPV) was 100%, and the positive predictive value (PPV) was 30%. The sensitivity and specificity of neuromonitoring were 100% and 91%, respectively.

On the other hand, the pretiroidal muscles were not sectioned in 248 patients (62%), unilateral in 110 (27.5%), and bilateral in 42 patients (10.5%).

The predominant hemostasis system used was bipolar sealing with a vascular sealing system and bipolar clamp in 348 patients (87%), associated with traditional ligature in 52 patients (13%). Muscle section and traditional ligation were reserved for pedicles of large cervical or substernal goiters. Only 1 patient (0.25%) experienced postoperative bleeding, which was resolved without complications.

Table 1 - Surgical indication based on thyroid pathology.

	Frequency	Percentage
Thyroid nodule	51	12,8%
Unilateral non-toxic multinodular goiter	51	12,8%
Bilateral non-toxic multinodular goiter	109	27,3%
Toxic multinodular goiter	23	5,8%

Graves-Basedow disease	18	4,5%
High suspicion of thyroid cancer	23	5,8%
Papillary carcinoma	48	12%
Carcinoma + lymph node metastasis	21	5,3%
Primary hyperparathyroidism	27	6,8%
Secondary hyperparathyroidism	3	0,8%
Medullary carcinoma	2	0,5%
Multinodular goiter + hyperparathyroidism	24	6%

Table 2 - Type of surgery performed.

	Frequency	Percentage
Hemithyroidectomy	133	33,25%
Total Thyroidectomy (TT)	175	43,75%
Isthmectomy	2	0,5%
TT + Central Compartment Neck Dissection	10	2,5%
TT + Lateral Compartment Neck Dissection	18	4,5%

Lateral Compartment Neck Dissection	5	1,25%
Isolated parathyroidectomy	19	4,75%
Bilateral parathyroidectomy	2	0,5%
Subtotal parathyroidectomy	2	0,5%
Doble unilateral parathyroidectomy	3	0,75%
TT + parathyroidectomy	15	3,75%
Hemithyroidectomy + parathyroidectomy	16	4%

Table 3 - Postoperative unilateral laryngeal paralysis.

Patients n= 13	Temporary (8)		Definitive (5)	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
IONM	6	1,29%	4	1%
Without IONM	2	1,22%	1	0,2%

Intraoperative neuromonitoring (IONM)

Table 4 - Relationship between neuromonitoring and postoperative laryngoscopy.

	Frequency n=272	Percentage
TN (record + / No paralysis)	239	87,8%
TP (record - / Unilateral paralysis)	10	3,6%

FP (record - / No paralysis)	23	8,4%
FN (record + / Paralysis)	0	0%

(True Negative: TN, True Positive: TP, False Positive: FP, False Negative: FN)

Discussion

The main limitations of thyroid surgery for decades have been its serious complications. Therefore, the idea of the study is to increase surgical safety based on two fundamental aspects: IONM and the use of vascular sealing systems.

Firstly, IONM of the RLN was introduced in the 1970s with the aim of reducing rates of laryngeal paralysis. Since then, there have been several studies focused on IONM, trying to clarify whether this tool really helps and reduces laryngeal paralysis, as results in many individual clinical studies are contradictory, and meta-analyses have not established acceptable conclusions (9). Most reviews state that IONM reduces the rates of transient unilateral laryngeal paralysis but not permanent unilateral or bilateral paralysis ¹⁰. The main limitation in study design is the low paralysis rate, which requires a larger sample size and the heterogeneity of samples. There are numerous arguments in favor of IONM, such as assistance in difficult situations (reinterventions, locally advanced tumors), nerves with anomalous pathways or branches, facilitating dissection through successive checks, providing information about nerve functionality after lobectomy, and therefore aiding decision-making in case of signal loss on the first side. It increases the surgeon's confidence, is useful in teaching, medicolegal aspects, aids in data recording, and is better interpreted with increased usage ¹¹. Therefore, it enhances patient safety. The American Academy of Otolaryngology and Head and Neck Surgery recommends performing IONM since it reduces the identification time of the RLN, the

incidence of transient paralysis, and helps prevent bilateral paralysis ¹². However, there are also arguments against it, such as the fact that the rate of permanent paralysis is not reduced, the relatively high rate of false positives that interferes with the normal development of surgery, and the risk posed to the patient by false negatives. All of this, combined with the cost of the equipment, lack of consensus, and heterogeneity in its use, makes IONM limited for some ¹³. A consensus document was established in 2018 by members of the thyroid commission of the Spanish Society of Otolaryngology (SEORL) on the use of IONM, recommending its use in all cases and should be performed in high-risk surgeries. In cases of signal loss in the first lobectomy of a total thyroidectomy, it allows decision-making and contributes to reducing bilateral paralysis, increasing patient safety. The sequence would be to stimulate the vagus predisection (V1), RLN predisection (R1), RLN postdisection (R2), and finally, the vagus postdisection (V2) ^{14,13}. In our study, we performed IONM in 462 (73.9%) of all operated nerves. During the first 3 years, we performed it in high-risk surgeries, and from 2014 onwards, we did it systematically in all patients. We only collected electrical signals R1 and R2 at the proximal end of the recurrent (reducing excessive dissections and avoiding the risk of false negatives), and in cases of oncological surgery with associated neck dissection or very voluminous goiters, we also collected V1 and V2. The rate of temporary unilateral laryngeal paralysis was 1.2%, and permanent paralysis was 0.8%. According to most studies, temporary paralysis ranges from 1.4% to 30%, and permanent paralysis ranges from 0.3% to 5%¹⁵⁻¹⁸ ^{14,15,16,17}. The incidence of temporary paralysis with and without IONM was 1.29% and 1.22%, respectively, and permanent paralysis was 1% with IONM and 0.2% without IONM. As in most studies, conclusions cannot be drawn since the paralysis rate is low, and the study is heterogeneous (the group of patients with IONM is

larger, and in addition, in the early years, complex cases with a higher risk of paralysis were monitored). This is the main limitation of the study.

The second major factor that interferes with the safety of thyroid surgery is postoperative bleeding. The incidence of bleeding and its complications has decreased with the introduction of new sealing and vascular closure devices based on different types of energy. However, the risk of thermal injury to the RLN can increase if not used correctly. To avoid increasing nerve injuries, it is necessary to know the mechanism and functioning, the safe distance from important structures, and proper learning. Therefore, it should not be used in the vicinity of the RLN without first identifying it, and the distance should not be less than 2-3 mm ⁸. In our study, we used the same vascular sealing system (Ligasure TM small jaw) in all patients. It was used not only for sealing but also in dissection and pretiroidal muscle section. Sealing was systematically performed on the upper and lower pedicles and anterior jugular veins if the pretiroidal musculature was sectioned. Hemostasis was carried out with sealing and bipolar in 348 patients (87%), and traditional ligation was added in the remaining 13%.

Conventionally, systematic pretiroidal muscle section contributed to increase the risk of bleeding. Out of 400 patients, we did not section the pretiroidal muscles in 248 (62%). Unilateral section was necessary in 110 (27.5%), and bilateral section in 42 (10.5%). The incidence of postoperative bleeding was 0.25%, indicating that the systematic use of vascular sealing associated with the preservation of the pretiroidal musculature contributes to the reduction of bleeding risk. Similar to IONM, results with vascular sealing systems are difficult to compare and extrapolate due to the scarcity of randomized clinical trials and sample biases (type of surgery, surgical experience, etc.). In general terms, these hemostasis systems offer clear advantages by reducing time, simplifying the surgical procedure, minimizing blood loss, facilitating surgery in confined

spaces, and eliminating or reducing the number of traditional ligatures, thus eliminating human error ¹⁹.

The main limitation of our study, like most others, is the low rate of laryngeal paralysis and heterogeneous samples.

Conclusions

In the thyroid and parathyroid surgery, IONM associated with the latest hemostasis advancements has demonstrated its utility, enhancing safety along with other benefits such as reduced surgical time, decreased hemorrhagic risk, and consequently, shorter hospital stays. It remains unclear whether IONM globally decreases laryngeal paralysis due to the lack of well-designed studies. It appears to decrease temporary unilateral laryngeal paralysis and also contributes to the reduction of bilateral paralysis through intraoperative decision-making in signal loss situations. Therefore, IONM aids in the identification and dissection of the RLN, provides information on functional status at the end of surgery, and allows decision-making in the event of signal loss on the first side of a thyroidectomy. It is also useful in legal and educational contexts. Given all the aforementioned points, both tools are essential in this surgery, improving safety and helping reduce complications, which in some situations can be extremely serious.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest related to this article.

Data confidentiality

The authors declare that they followed the protocols of their work in the publication of patient data.

Protection of people and animals

The authors declare that the procedures followed are in accordance with the regulations set by the directors of the Clinical Research and Ethics Committee and in accordance with the Helsinki Declaration of the World Medical Association.

Funding

This work did not receive any contribution, funding, or scholarships.

Availability of Scientific Data

There are no publicly available datasets related to this work.

Bibliographic References

1. Zhang D, Pino A, Caruso E, Dionigi G, Sun H. Neural monitoring in thyroid surgery is here to stay. *Gland Surg.* 2020 Jan;9(Suppl 1):S43-S46. doi: 10.21037/gs.2019.10.24.
2. Randolph GW, Dralle H, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, Brauckhoff M, et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope.* 2011 Jan;121 Suppl 1:S1-16. doi: 10.1002/lary.21119.
3. Duclos A, Lifante JC, Ducarroz S, Soardo P, Colin C, Peix JL. Influence of intraoperative neuromonitoring on surgeons' technique during thyroidectomy. *World J Surg.* 2011 Apr;35(4):773-8. doi: 10.1007/s00268-011-0963-4.
4. Cirocchi R, Arezzo A, D'Andrea V, Abraha I, Popivanov GI, Avenia N. et al. Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of

recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2019 Jan 19;1(1):CD012483. doi: 10.1002/14651858.CD012483.pub2.

5. Zheng S, Xu Z, Wei Y, Zeng M, He J. Effect of intraoperative neuromonitoring on recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroid surgery--a meta-analysis. J Formos Med Assoc. 2013 Aug;112(8):463-72. doi: 10.1016/j.jfma.2012.03.003.

6. Thomusch O, Sekulla C, Machens A, Neumann HJ, Timmermann W, Dralle H. Validity of intra-operative neuromonitoring signals in thyroid surgery. Langenbecks Arch Surg. 2004 Nov;389(6):499-503. doi: 10.1007/s00423-003-0444-9.

7. Sakorafas GH. Historical evolution of thyroid surgery: from the ancient times to the dawn of the 21st century. World J Surg. 2010 Aug;34(8):1793-804. doi: 10.1007/s00268-010-0580-7.

8. Konturek A, Szpyra B, Stopa-Barczyńska M, Barczyński M. Energy-based devices for hemostasis in thyroid surgery. Gland Surg. 2020 Feb;9(Suppl 2):S153-S158. doi: 10.21037/gs.2019.10.17.

9. Henry BM, Graves MJ, Vikse J, Sanna B, Pękala PA, Walocha JA. et al. The current state of intermittent intraoperative neural monitoring for prevention of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy: a PRISMA-compliant systematic review of overlapping meta-analyses. Langenbecks Arch Surg. 2017 Jun;402(4):663-673. doi: 10.1007/s00423-017-1580-y.

10. Pardal-Refoyo JL Evidencia y recomendación. La neuromonitorización intermitente es útil para la reducción de las parálisis de nervio laríngeo recurrente en la cirugía del tiroides? Revista ORL. 2017; 8 (1): 47-51. <https://doi.org/10.14201/orl.14880>

11. Pardal-Refoyo JL, Ochoa-Sangrador C, Cuello-Azcárate JJ, Martín-Almendra MA. Precisión de la neuromonitorización en cirugía tiroidea. *Rev. Soc. Otorrinolaringol. Castilla Leon Cantab. La Rioja*. 2013;4(23):175-193.
12. Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, Rosenfeld RM, Angelos P, Barkmeier-Kraemer J. et al. Clinical practice guideline: improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 Jun;148(6 Suppl):S1-37. doi: 10.1177/0194599813487301.
13. Henry LR, Abad JD, Stojadinovic A. The voice, not the nerve, is the functionally relevant endpoint. *J Surg Oncol*. 2012 Dec;106(8):1005-6. doi: 10.1002/jso.23208
14. Pardal-Refoyo JL, Parente-Arias P, Arroyo-Domingo MM, Maza-Solano JM, Granell-Navarro J, Martínez-Salazar JM. et al. Recommendations on the use of neuromonitoring in thyroid and parathyroid surgery. *Acta Otorrinolaringol Esp (Engl Ed)*. 2018 Jul-Aug;69(4):231-242. doi: 10.1016/j.otorri.2017.06.005
15. Hermann M, Alk G, Roka R, Glaser K, Freissmuth M. Laryngeal recurrent nerve injury in surgery for benign thyroid diseases: effect of nerve dissection and impact of individual surgeon in more than 27,000 nerves at risk. *Ann Surg*. 2002 Feb;235(2):261-8. doi: 10.1097/00000658-200202000-00015.
16. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: their management and avoidance. *Ann Surg*. 1938 Oct;108(4):545-62. doi: 10.1097/00000658-193810000-00006.
17. Joliat GR, Guarnero V, Demartines N, Schweizer V, Matter M. Recurrent laryngeal nerve injury after thyroid and parathyroid surgery: Incidence and postoperative evolution assessment. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Apr;96(17):e6674. doi: 10.1097/MD.00000000000006674.

18. Torrico-Román P, González-Herranz R. Parálisis laríngea posoperatoria en cirugía de tiroides y paratiroides. Revista ORL. 2020;11:195-215. <https://dx.doi.org/10.14201/orl.21304>

19. Pardal-Refoyo JL. Evidencia y recomendación. ¿Harmonic ultracision ofrece ventajas en tiroidectomía? Rev. ORL. 2016; 7 (4): 237-241. <https://doi.org/10.14201/orl.14804>.

ARTÍCULO 4

TITULO: *“Intraoperative mapping of the recurrent laryngeal nerve and parathyroid glands to improve thyroid surgery outcomes”.*

AUTORES: Luis Miguel Torres Morientes, Favio Salvador Bravo Huerta, Eduardo Tamayo Gómez, Juan Losada Campa, María Fe Muñoz Moreno, Jaime Santos Pérez.

Publicado en: *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 24 Octubre 2025.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-025-09819-6>

Versión incluida: *preprint* (manuscrito original enviado).

Intraoperative Mapping of the Recurrent Laryngeal Nerve and Parathyroid Glands to Improve Thyroid Surgery Outcomes

Luis Miguel Torres Morientes (1), Favio Salvador Bravo Huerta (1), Eduardo Tamayo Gómez (2), Juan Losada Campa (1), María Fe Muñoz Moreno (3), Jaime Santos Pérez (1).

1. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Servicio de Otorrinolaringología (ORL), España.

2. BioCritic , Grupo de Investigación Biomédica en Cuidados Críticos, Valladolid, España .

Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Departamento de Anestesiología y Cuidados Críticos, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Infecciosas (CIBERINFEC), Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España.

3. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Departamento de Apoyo a la Investigación, España.

Abstract

Purpose:

To perform an intraoperative topographic analysis of the recurrent laryngeal nerve (RLN) and parathyroid glands during thyroid and parathyroid surgery, focusing on their relationship with the inferior thyroid artery (ITA), RLN branching patterns, and glandular positioning. Based on a high-volume surgical cohort, the study proposes a standardized dissection approach to reduce RLN injury and postoperative hypoparathyroidism.

Methods:

A retrospective cohort of 500 patients undergoing thyroidectomy and/or parathyroidectomy between 2011 and 2021 was analyzed. All cases followed a uniform dissection technique emphasizing consistent neurovascular identification. A total of 773 RLNs were documented. The RLN–ITA relationship was classified as retroarterial, prearterial, or interarterial. RLN bifurcation and parathyroid gland topography were systematically recorded. Intraoperative nerve monitoring (IONM) was selectively applied. Postoperative complications were assessed.

Results:

RLN identification was achieved in 99.2% of cases. Retroarterial positioning predominated on the left (70.3%), while prearterial and interarterial courses were more common on the right (51.1% and 30.5%, respectively; $p < 0.01$). RLN bifurcation occurred in 32.5%, more often on the right (44.6% vs. 27%, $p = 0.001$). Superior parathyroid glands were consistently high (84.1%), whereas inferior glands were predominantly low (71%), with 29% in middle positions. IONM confirmed nerve function in 87.7% of monitored cases. Transient RLN paresis occurred in 1.2%, permanent paralysis in 0.7%, and permanent hypoparathyroidism in 6.7%.

Conclusion:

A standardized dissection focused on neurovascular landmarks ensures high nerve and parathyroid glands identification rates. These findings support a reproducible anatomical strategy to optimize safety in both routine and complex endocrine neck procedures.

Introduction

Thyroid and parathyroid surgeries are among the most frequently performed procedures in endocrine head and neck surgery. Despite their routine nature, these surgeries demand a high level of anatomical precision, particularly due to the close proximity of critical neurovascular structures such as the recurrent laryngeal nerve (RLN) and the parathyroid glands. Preservation of these structures is essential to avoid complications such as vocal cord paralysis, dysphonia, hypoparathyroidism, and permanent hypocalcemia—conditions that significantly affect patient quality of life and can lead to prolonged hospitalization and medicolegal consequences (1,2).

The RLN, a branch of the vagus nerve, exhibits notable anatomical variation in its course and branching pattern, which complicates its identification during surgery. Most commonly, the RLN travels posterior to the inferior thyroid artery (ITA), but anterior and interarterial pathways are also observed, with greater frequency on the right side. Moreover, extralaryngeal bifurcation, wherein the RLN splits into anterior and posterior branches before entering the larynx, occurs in approximately 20–40% of cases and increases the risk of unrecognized partial nerve injury (3,4). Understanding these patterns is essential, as the anterior branch typically carries motor fibers and is more susceptible to thermal or traction damage.

To mitigate these risks, many institutions have adopted intraoperative nerve monitoring (IONM) as a complementary tool to traditional anatomic dissection. While IONM offers functional validation of the nerve during surgery, it is not a substitute for anatomical knowledge. Studies have shown that IONM can reduce the rate of RLN injury, especially in complex or reoperative cases, but the most effective risk reduction still stems from meticulous identification and dissection along known anatomical planes (5-7).

Simultaneously, parathyroid gland preservation is paramount during thyroidectomy. Superior glands are generally located near the posterior superior pole of the thyroid, while inferior glands are far more variable, with locations ranging from the lower thyroid pole to the thyrothymic ligament or even within the superior mediastinum, complicating identification and preservation. A recent review highlighted that parathyroid damage during thyroidectomy may occur in up to 30% of cases, emphasizing the need for careful mapping and preservation techniques (8).

Despite numerous publications describing RLN and parathyroid anatomy, few studies offer large-scale intraoperative datasets that allow for systematic neurovascular mapping in real surgical scenarios. In this context, this study presents intraoperative data from 500 patients (773 RLNs), detailing RLN-ITA relationships, bifurcation patterns, and parathyroid distribution. We describe how a structured, landmark-driven approach anchored to the ITA and complete RLN exposure can reduce complication rates and serve as a reproducible model for routine, complex, and reoperative thyroid and parathyroid procedures.

Materials and Methods

This retrospective observational study analyzed 500 consecutive patients who underwent thyroid and/or parathyroid surgery between September 2011 and December 2021 at a tertiary referral center for endocrine head and neck surgery. The study was approved by

the institutional ethics committee, and all patients signed informed consent for surgery. The analysis was performed on anonymized data.

Preoperative workup included thyroid function tests, ultrasound, and fine-needle aspiration cytology when indicated. Vocal cord mobility was evaluated by fiberoptic videolaryngoscopy in all patients before and after surgery.

All procedures were performed by a consistent team of two senior endocrine surgeons, following a standardized extracapsular dissection technique. In 64% of cases, the prethyroid strap muscles were preserved intact. Selective section of the infrahyoid muscles was necessary in 25% of patients (unilateral) and 11% (bilateral), typically due to large goiters or retrosternal extension.

Hemostasis was achieved predominantly through energy-based sealed systems and bipolar coagulation in all cases. Traditional suture ligation was added selectively in 55 cases, especially when encountering dilated vascular structures or in revision surgery.

The dissection proceeded systematically in a craniocaudal direction. Initial surgical landmarks included the middle thyroid vein, which was identified and ligated when present. Subsequent control of the superior thyroid pedicle was performed with meticulous attention to preserve the external branch of the superior laryngeal nerve (EBSLN).

A critical step in the procedure was the identification of the recurrent laryngeal nerve (RLN), which was consistently sought at its intersection with the inferior thyroid artery (ITA). The ITA served as the principal anatomical reference for nerve localization.

A total of 773 recurrent laryngeal nerves (RLNs) were identified: 399 on the right and 374 on the left. RLN-ITA relationships were categorized as retroarterial (posterior to the artery), prearterial (anterior), or interarterial (between branches of the ITA) (Figure 1-A). Once the RLN was visualized, it was carefully traced up to its entry into the larynx,

assessing for anatomical variants such as bifurcation or branching. This classification enabled a structured and reproducible approach to nerve dissection on both sides of the neck.

Intraoperative neuromonitoring (IONM) was selectively applied based on preoperative and intraoperative risk factors, following the International Neural Monitoring Study Group recommendations.

In parallel, meticulous identification and preservation of the parathyroid glands were prioritized three topographic zones were defined to describe gland position relative to RLN landmarks: high (adjacent to RLN entry into the larynx), middle (near the RLN–ITA intersection), or low (thyrothymic ligament or pretracheal fat) (Figure 1-B). Devascularized glands were autotransplanted into the ipsilateral sternocleidomastoid muscle in cases of unnoticed parathyroidectomy.

Postoperative complications were documented, including transient and permanent RLN paresis and hypoparathyroidism. Transient hypocalcemia was defined as serum calcium <8.0 mg/dL with resolution within 6 months; permanent hypoparathyroidism was defined as the need for calcium and/or calcitriol beyond 6 months. Permanent RLN paralysis was defined by vocal cord immobility persisting beyond 6 months postoperatively.

Descriptive statistics were calculated using SPSS v25. Chi-square or Fisher's exact tests were used for categorical variables, and Student's *t*-test for continuous variables. A *p*-value <0.05 was considered statistically significant.

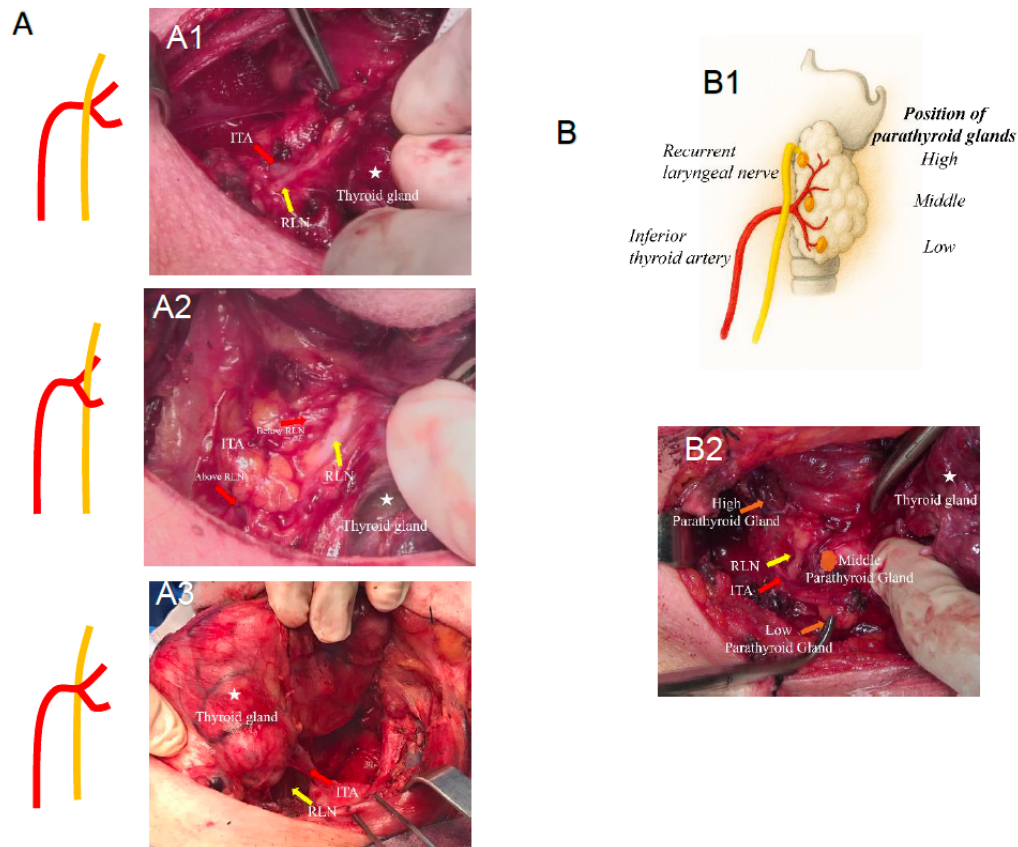


Figure 1. Anatomical mapping of the recurrent laryngeal nerve (RLN) and parathyroid glands during thyroid surgery.

Panel A illustrates the three main variants of the relationship between the RLN and ITA: prearterial (A1), interarterial (A2), and retroarterial (A3). Panel B shows the topographic classification of parathyroid glands into high, middle, and low zones in relation to the RLN and ITA landmarks. This standardized mapping strategy facilitates reproducible identification of the RLN and the parathyroid glands during thyroid and parathyroid procedures.

*RLN: Recurrent laryngeal nerve, ITA: Inferior thyroid artery

Results

A total of 500 patients were included in the study, with a female predominance (82%, $n = 410$) and a mean age of 58 years (range: 19–84 years). Indications for surgery included multinodular goiter (49,2%), thyroid carcinoma (21,8%), thyroid nodule (13,4%), Graves' disease (4.8%), and primary hyperparathyroidism (10,8%). Surgical procedures consisted of total thyroidectomy (54.6%), hemithyroidectomy (38.8%), focused parathyroidectomy (12.6%) and isolated isthmectomies were performed in 2 patients. Central or lateral neck dissection was performed in 37 patients.

In total, 773 recurrent laryngeal nerves (RLNs) were dissected and documented: 399 on the right side and 374 on the left. RLNs were successfully identified in 767 cases (99.2%). Six non-recurrent right RLNs (0.7%) were identified, each associated with an aberrant subclavian artery. In the remaining six cases, nerve visualization was not pursued, as the surgical procedures were limited to isolated isthmectomies or focused parathyroidectomies where full neurovascular dissection was not indicated.

The distribution of RLN–ITA relationships differed significantly between sides ($p < 0.01$). On the left side, retroarterial courses were predominant (70.3%), followed by interarterial (18.7%) and prearterial (10.6%) trajectories. On the right side, the nerve more frequently coursed prearterially (51.1%) or interarterially (30.5%), with only 15.5% retroarterial paths (Table 1).

RLN bifurcation occurred in 251 cases (32.5%), significantly more common on the right (44.6%) compared to the left (27.0%) ($p = 0.001$). Most bifurcations occurred within 1.5 cm of the cricothyroid joint. In monitored nerves, the anterior branch consistently demonstrated motor activity (Tabla 2).

Parathyroid glands were identified intraoperatively in 96.2%. Superior glands were primarily located in the high zone near the entrance of the RLN into the larynx

(84.1%), with the remaining in middle positions (15.9%). Inferior glands were more variable, with 71% located in low regions such as the thyrothymic ligament or pretracheal fat, and 29% in middle positions. Autotransplantation was performed in 0.75% of the upper glands and in 2% of the lower glands due to devascularization (Tabla 3).

IONM was used in 372 patients (74.4%). In the post-surgical laryngoscopy of the neuromonitored patients, 88,7% were true negatives (positive recordings without laryngeal paralysis), 8% false positives (negative recordings without laryngeal paralysis) and 3.2% true positives (negative recordings with unilateral laryngeal paralysis) (Tabla 4).

Postoperative complications included transient RLN paresis in 10 cases (1.2%) and permanent paralysis in 6 cases (0.7%). Of these, 8 transient and 5 permanent events occurred with IONM while 2 transient and 1 permanent event occurred without IONM. Transient hypocalcemia occurred in 25 %, and permanent hypoparathyroidism in 6,7 %. No bilateral RLN injury or airway compromise was observed. Complication rates were higher in reoperative cases, although nerve identification remained successful in all.

Discussion

This high-volume, single-surgeon study offers one of the most comprehensive intraoperative mappings of the recurrent laryngeal nerve (RLN) and parathyroid glands available in current literature. By systematically analyzing 773 nerves across 500 surgeries, we confirm that applying a landmark-based dissection strategy, centered on the inferior thyroid artery (ITA) significantly improves surgical safety, yielding exceptionally low rates of permanent RLN injury (0.7%). These outcomes reinforce the

principle that anatomical precision—not technology alone—remains the cornerstone of successful endocrine neck surgery.

A key finding of this study is the pronounced lateral asymmetry in RLN–ITA relationships. The predominance of retroarterial trajectories on the left and prearterial/interarterial paths on the right reflects embryologic and vascular differences between sides. These results echo those of cadaveric and surgical series highlighting the right RLN’s increased vulnerability during dissection due to its more variable course (9,10). Consistently identifying the nerve at its intersection with the ITA provided a reproducible reference point for safe exposure in our series.

The prevalence of RLN bifurcation (32.5%)—notably higher on the right—has critical surgical implications. The anterior branch, almost invariably motor in function, is prone to unnoticed damage, especially when mistaken for the external branch, so IONM is essential. Our findings support full-length nerve exposure and a high index of suspicion for bifurcation, particularly within 1.5 cm of the cricothyroid joint. This approach aligns with prior studies emphasizing extralaryngeal branching as a key risk factor for partial RLN injury (11,12).

Our zonal classification of parathyroid gland position—high, middle, and low—proved practical and reliable. Superior glands were most consistently found near the RLN entry point into the larynx, while inferior glands exhibited wider dispersion, often within the thyrothymic tract or pretracheal fat. Such anatomical variation underpins the higher risk of devascularization for inferior glands, yet our structured identification protocol and selective autotransplantation (2.4% of glands). These findings support other studies emphasizing the importance of individualized, anatomy-driven preservation strategies (13). Despite a structured dissection and selective autotransplantation protocol, we

observed a permanent hypoparathyroidism rate of 6,7%, which is slightly higher than many published series that report rates between 1-5% (14,15,16).

This rate may be partially attributed to our complex surgical population, including a high percentage of oncologic cases (21,8%), and the inclusion of central neck dissections in 6,4% of patients. These factors have been strongly with increased risk of parathyroid injury and loss, as evidence by meta-analyses showing that thyroid cancer, neck dissection, and extensive thyroidectomy are leading risk factors for permanent hypoparathyroidism (15,17).

Although intraoperative nerve monitoring (IONM) was employed in 74.4% of cases, our results suggest that its primary value lies in complex or reoperative scenarios rather than as a replacement for meticulous dissection. IONM confirmed RLN function in nearly 88% of monitored nerves, with functional signal loss correlating to clinical outcomes in a minority of cases (false positive 8%) and zero false negative rate (presence of signal and laryngeal paralysis). The overall rate of paralysis (transient and permanent) was 3,2% in the neuromonitored group and 2,3% in the non-neuromonitored group. This difference likely reflects the higher volume and complexity of cases in which IONM was employed. Statistical analysis demonstrated no significant association between IONM use and RLN injury ($p= 0,73$). These observations align with recent literature positioning IONM as a supportive—rather than primary—tool in RLN preservation (5,18). The future integration of technologies such as autofluorescence imaging for parathyroids and AI-based nerve identification is promising but currently lacks sufficient validation for routine use (19).

A limitation of this study is its retrospective, single-surgeon design, which mayx restrict generalizability. However, this consistency also strengthens the internal validity of the results, offering a valuable model for surgical standardization and training. Future

prospective multicenter studies are warranted to determine the broader applicability of this dissection strategy across varying practice settings and surgeon experience levels.

Conclusions

A standardized dissection approach anchored to the inferior thyroid artery and full exposure of the recurrent laryngeal nerve (RLN) enables safe, reproducible outcomes in thyroid and parathyroid surgery. In this high-volume cohort, permanent RLN injury (0.7%) were minimized through consistent identification of nerve-artery relationships, detection of bifurcated RLNs—particularly on the right side—and topographic classification of parathyroid glands. While intraoperative nerve monitoring provided useful adjunctive information, anatomical expertise remained the primary safeguard. These findings support the adoption of structured, anatomy-based surgical strategies as a benchmark for complication reduction, surgical training, and standardization in endocrine neck procedures.

Bibliographic references

1. Rosato L, Avenia N, Bernante P, De Palma M, Gulino G, Nasi PG, et al. Complications of thyroid surgery: Analysis of a multicentric study on 14,934 patients operated on in Italy over 5 years. *World J Surg*. 2021;25(8):1132–7.
2. Testini M, Gurrado A, Lissidini G, Lastilla G, Nacchiero M. The safety of total thyroidectomy alone for management of benign thyroid disease: Review of 2286 consecutive cases. *World J Surg*. 2020;31(4):837–42.
3. Mohebati A, Shaha AR. Anatomy of thyroid and parathyroid glands and neurovascular relations. *Clin Anat*. 2012;25(1):19–31.
4. Friedman M, LoSavio P, Ibrahim H, Al-Sheikh M, Sheth N, Lin H, et al. Variations of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2021;6(6):1263–9.
5. Barczyński M, Konturek A, Cichon S. Intraoperative nerve monitoring can reduce prevalence of recurrent laryngeal nerve injury in thyroid reoperations. *Langenbecks Arch Surg*. 2014;389(3):205–12.
6. Schneider R, Randolph GW, Sekulla C, Phelan E, Thanh PN, Bucher M, et al. Continuous intraoperative vagus nerve stimulation for identification of imminent recurrent laryngeal nerve injury. *Head Neck*. 2021;43(2):437–46.
7. Calò PG, Pisano G, Medas F, Boi F, Barca L, Piga G, et al. Identification alone versus intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: experience of 2034 consecutive patients. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;43(1):16. doi:10.1186/1916-0216-43-16.
8. Wu X, Liu J, Zheng C, Xu W, Lin Y. Risk factors of hypoparathyroidism after thyroid surgery: A systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024;15:1265890.

9. Saldanha M, Jayaramaiah SK, Aroor R, Bhat VS, Varghese S. Relación del nervio laríngeo recurrente con la arteria tiroidea inferior. *Otorhinolaryngol Clin Int J*. 2019;11(2):43–6.
10. Guo Y, Tian J, Huang T, Fan M, Luo D, Xue Y, et al. Anatomical characteristics of the recurrent laryngeal nerve: A meta-analysis of 28,387 nerves. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021;165(6):845–53.
11. Henry BM, Sanna S, Graves MJ, Vikse J, Sieroń D, Pękala JR, et al. The branching pattern of the recurrent laryngeal nerve: A meta-analysis and surgical implications. *Laryngoscope*. 2017;127(1):241–9.
12. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Brauckhoff M, Machens A. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg*. 2012;32(7):1358–66.
13. Lorente-Poch L, Sancho JJ, Muñoz-Nova JL, Sánchez-Velázquez P, Sitges-Serra A. Defining the syndromes of parathyroid failure after total thyroidectomy. *Gland Surg*. 2020;4(1):82–90.
14. Canu GL, Medas F, Cappellaci F, Noordzij JP, Marcialis J, Erdas E, Calò PG, Risk factors of permanent hypoparathyroidism after total thyroidectomy: retrospective analysis of 285 consecutive patients. *Ann Ital Chir*. 2021; 92(4): 339-345.
15. Ning K, Yu Y, Zheng X, Luo Z, Jiao Z, Liu X et al. Risk factors of transient and permanent hypoparathyroidism after thyroidectomy: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2024; 110(8): 5047-5062.
16. Almquist M, Ivarsson K, Nordenström E, Bergenfelz A. Mortality in patients with permanent hypoparathyroidism after total thyroidectomy. *Br. J Surg*. 2018; 105(10): 1313-1318. Doi: 10.1002/bjs.10843.

17. Feroci F, Rettori M, Borrelli A, Coppola A, Castagnoli A, Perigli G, Cianchi F, Scatizzi M. A systematic review and meta-analysis of total thyroidectomy versus bilateral subtotal thyroidectomy for Graves disease. *Surgery*. 2014; 155(3):529-540. doi:10.1016/j.surg.2013.10.017.
18. Cozzi DA, Mele E, Totonelli G, Frediani S, Farina A, Cozzi F. Evaluation of intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: A meta-analysis. *Int J Surg*. 2023;110:135–42.
19. Aygün N, Demirci S, Özdemir M, Özkılıç A, Özen H, Kayhan FT. Autofluorescence imaging of parathyroid glands during thyroid surgery: Is it a reliable tool? *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023;41:103296.

TABLE 1: Distribution of the anatomical relationship between the RLN and ITA by side. Percentages refer to the proportion of each relationship within the total nerves identified per side.

	RIGHT Frequency (%)	LEFT Frequency (%)	p value
Prearterial	204 (51,1%)	40 (10,6%)	< 0.01
Retroarterial	62 (15,5%)	263 (70,3%)	<0.01
Interarterial	122 (30,5%)	70 (18,7%)	<0.01
Non-recurrent	6 (1,5%)	0 (0%)	0.048
No visualized	5 (1,5%)	1 (0,2%)	0.25
Total	399 (100%)	374 (100%)	

p value < 0.05 was considered statistically significant

RLN : Recurrent laryngeal nerve, ITA; Inferior thyroid artery.

TABLE 2: Frequency and lateral distribution RLN bifurcation. Percentages indicate the occurrence of bifurcation relative to the total number of nerves identified per side.

	RIGHT	LEFT	
	Frequency (%)	Frequency (%)	p value
Single Branch	210 (53,2%)	262 (70,2%)	< 0.01
Bifurcated	176 (44,6%)	101 (27%)	< 0.01
Three o more branches	8 (2%)	10 (2,6%)	0.72
Total	394 (100%)	373 (100%)	

p value < 0.05 was considered statistically significant

RLN : Recurrent laryngeal nerve

TABLE 3: Topographic distribution of superior and inferior parathyroid glands. Positions are classified as high, middle, or low according to their intraoperative location.

	Upper/Superior	Lower/Inferior
High	84,1%	0%
Medium	15,9%	29%
Low	0%	71%

TABLE 4: IONM outcomes and postoperative laryngoscopy findings in thyroid and parathyroid surgery. Data are expressed as percentages of monitored or assessed patients, respectively.

	Frequency	Porcentaje
TN (+ register / No paralysis)	330	88,7%
TP (- register / Unilateral Paralysis)	12	3,2%
FP (- register / No paralysis)	30	8%
FN (+ register / Paralysis)	0	0%
Total	372	100%

TN: true negative, TP: true positive, FP: fake positive, FN: fake negative

IONM: Intraoperative nerve monitoring.