

Prevalencia de las complicaciones asociadas a la cirugía de resección del tumor del cuerpo carotídeo

Prevalence of complications associated with carotid body tumor surgical resection

Servando Quevedo-Hernández^{1*}, Miguel A. Calderón-Llamas², Eva Ma. Olivas-Flores³,
Vladimir Gurrola-Arámbula⁴, Luis R. Bernal-Cárdenas⁴ y Rubén Olivas-Flores⁵

¹Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital General Regional 1, IMSS, Culiacán, Sin.; ²Departamento de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional de Occidente, IMSS, Guadalajara, Jal.; ³Departamento de Anestesiología, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional de Occidente, IMSS, Guadalajara, Jal.; ⁴Servicio de Cirugía General, Hospital General Regional 1, IMSS, Culiacán, Sin.; ⁵Departamento de Cirugía Vascular y Endovascular, ISSSTE, Torreón, Coah. México

Resumen

Antecedentes: Glomus o tumores del cuerpo carotídeo (TCC), conocidos como quimiodectoma o paraganglioma, son generalmente benignos. El diagnóstico se obtiene por estudios de imagen; la angiografía es el método de referencia. Tratamiento definitivo, resección quirúrgica. Las complicaciones asociadas son lesión de nervios craneales, ruptura arterial, evento vascular cerebral (EVC) y muerte. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de las complicaciones asociadas a resección de TCC. **Métodos:** Estudio retrospectivo y analítico. Se evaluaron expedientes de pacientes sometidos a resección de TCC, periodo del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2020. **Resultados:** Se evaluaron 31 pacientes sometidos a resección TCC, 94% mujeres. Se dividieron en: grupo 1 (TCC sin complicaciones, n = 13) y grupo 2 (TCC con complicaciones, n = 18). Complicaciones: vasculares 36%; lesión nerviosa en el 23%. **Conclusiones:** Las lesiones vasculares son la principal complicación en nuestro estudio (36%), sin embargo, son transitorias. Las lesiones nerviosas fueron permanentes en el 7% de los casos.

Palabras clave: Tumor cuerpo carotídeo. Glomus. Cirugía. Complicaciones.

Abstract

Background: Glomus or carotid body tumors (CBTs), also known as chemodectomas or paragangliomas, are generally benign. Diagnosis is based on imaging studies, with angiography being the gold standard. Definitive treatment is surgical resection. Associated complications include cranial nerve injury, arterial rupture, cerebrovascular events (CVE), and death. **Objective:** To determine the prevalence of complications associated with carotid body tumor resection. **Methods:** Analytical retrospective study. Records of patients who underwent CBT resection from January 1, 2017, to December 31, 2020, were evaluated. **Results:** Thirty one patients who underwent CBT resection were evaluated, with 94% being female. They were divided into group 1 (CBT without complications, n = 13) and group 2 (CBT with complications, n = 18). Complications included vascular 36%, and nerve injury in 23%. **Conclusions:** Vascular injuries were the main complication in our study (36%), although they were transient. Nerve injuries were permanent in 7% of cases.

Keywords: Carotid body tumor. Glomus. Surgery. Complications.

***Correspondencia:**

Servando Quevedo-Hernández

E-mail: Servando_quevedo87@hotmail.com

Fecha de recepción: 24-08-2023

Fecha de aceptación: 24-10-2023

DOI: 10.24875/RMA.23000028

Disponible en internet: 11-03-2024

Rev Mex Angiol. 2024;52(1):7-12

www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2023 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los paragangliomas son neoplasias hipervasculares raras que surgen de grupos de células derivadas de la cresta neural¹. Los *glomus* o tumores del cuerpo carotídeo (TCC) representan del 50 al 60% de los paragangliomas de cabeza y cuello. Generalmente son neoplasias benignas originadas de los quimiorreceptores del cuerpo carotídeo, localizados en la adventicia de los vasos carotídeos (carótida común, carótida interna y carótida externa)². También se conocen como quimiodectoma, paraganglioma, cromafinoma, tumor no cromafínico y tumores glómicos².

Ocurren con mayor frecuencia entre los 30 y 60 años, con una edad promedio de 40 años. En pacientes con historia familiar se pueden presentar en edades más tempranas. Es más común en el género femenino, 3:1³. Las tres etiologías de los paragangliomas carotídeos que se han descrito en la literatura son: esporádicos, familiares e hiperplásicos. El subconjunto esporádico son los más comunes, representa más del 85% de todos los TCC. La forma familiar representa el 10% de los casos (autosómica dominante)⁴. La forma hiperplásica se ha descrito en individuos que viven a grandes altitudes o con condiciones que causan arteriopatía crónica hipoxémica⁵.

La clasificación de Shamblin, basada en el tamaño del tumor y las estructuras adyacentes a este (vasos carotídeos), se usa ampliamente para agrupar estas neoplasias como ayuda a la planificación quirúrgica^{6,7}. Jasper et al., en un estudio retrospectivo de pacientes con TCC, desarrollaron una puntuación con base en angiograma con contraste evaluando el ángulo de contacto con la arteria carótida interna, el volumen del tumor, la presencia de un mechón de venas peritumorales, perdida del interfaz de la adventicia del tumor y la distancia desde la base de cráneo, y se compararon con la clasificación de Shamblin intraoperatoria, observando que una puntuación mayor o igual a 6 en la angiograma contrastada nos da una sensibilidad del 95.24% y una especificidad del 71.43% al determinar tipo III vs. I y II⁸. Jansen et al. observaron en un metaanálisis que en los pacientes con clasificación Shamblin tipo III hubo mayor riesgo asociado a la manipulación y/o reconstrucción de la arteria carótida interna (riesgo relativo [RR]: 3.12; intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 1.29-7.59), así como una tendencia hacia un mayor riesgo de ligadura de la arteria carótida externa (RR: 3.48; IC95%: 0.88-13.81)⁹ (**Tabla 1**).

La mayoría de estos tumores se encuentran incidentalmente durante la inspección y palpación del cuello por un aumento de volumen. Los síntomas más frecuentes son: hipertensión (80%), dolor de cabeza (60%), palpitaciones (59%), diaforesis (50%) y la disfunción autonómica (35%)¹⁰. Estos tumores rara vez producen disfunción del nervio craneal. En casos extremadamente raros (menos del 1%), los tumores demuestran actividad neuroendocrina, secreción de catecolaminas, y pueden presentar cefalea, mareos, palpitaciones, taquicardia, arritmias, rubor, diaforesis y fotofobia, e hipertensión arterial, que se resuelven después de la resección tumoral¹¹. El diagnóstico se basa en la sospecha ante un crecimiento (tumor) a nivel de la carótida y el examen clínico. Masa submandibular indolora de crecimiento lento, móvil en sentido lateral y fija en sentido longitudinal (signo de Fontaine). La evaluación ecográfica demuestra una masa bien definida, heterogéneamente hipoeocoica, con marcada vascularización interna en Doppler color, es la primera línea para el diagnóstico, con una sensibilidad del 92% y una especificidad del 100%; sin embargo no es un método útil en tumores menores a 20 mm, en estos pacientes es necesaria la segunda línea de imágenes diagnósticas, resonancia magnética (RM) y tomografía computarizada (TC)¹². En el estudio de los paragangliomas la TC y/o angiograma (angio-TC) y la RM y/o angiorresonancia (angio-RM) cervical son un buen acercamiento imágénológico inicial (TC sensibilidad del 77-98% y especificidad del 29-92%, RM sensibilidad del 90-100% y especificidad del 50-100%)^{13,14}. En la TC se muestra una masa de partes blandas bien definida que suele localizarse en la bifurcación carotídea, observando el signo de la lira¹⁵.

La angiografía convencional es el método de referencia para el diagnóstico (sensibilidad del 95%, especificidad del 99%, precisión del 97%)¹⁶.

La resección quirúrgica es el único tratamiento curativo, pero presenta riesgo de complicaciones locales relacionadas con el tamaño del tumor en su evolución. Existen dos tipos de tratamiento quirúrgico, la cirugía abierta y la cirugía híbrida (embolización más resección quirúrgica abierta), observando que el posible beneficio del procedimiento híbrido será la disminución del tamaño del *glomus* y la disminución del sangrado transoperatorio¹⁷. La resección quirúrgica está cargada de posibles complicaciones de lesiones nerviosas en el cuello en el 18-37% de los casos en la literatura); esto puede suceder especialmente cuando los tumores alcanzan un tamaño crítico¹⁸. Los déficits postoperatorios de los

Tabla 1. Clasificación de Shamblin

Tipo I	Tumores se localizan dentro de los vasos carotídeos
Tipo II	Tumor que se adhiere parcialmente o rodea las arterias carótidas
Tipo III	Tumor que rodea completamente al menos uno de los vasos carotídeos

Adaptada de Butt et al., 2019⁵.

Tabla 2. Características demográficas de pacientes sometidos a resección de glomus (tumor) carotídeo (n = 31)

Variable	Resultado
Edad, $\bar{x} \pm DE$	50.61 ± 16.24
Sexo, n%	
Femenino	27 (94)
Masculino	4 (13)
Comorbilidades, n%	
HAS	5 (16)
DM2/HAS	3 (10)
DM2	1 (3)
Cáncer de mama	1 (3)
Artritis reumatoide	1 (3)
Asma, depresión	1 (3)
DM2, HAS, hipotiroidismo	1 (3)
HAS, cáncer de mama	1 (3)
Lugar de residencia, n%	
Jalisco	21 (75)
Michoacán	8 (19)
Nayarit	2 (6)

\bar{x} : media; DE: desviación estándar; DM2: diabetes mellitus tipo 2; HAS: hipertensión arterial sistémica.

nervios craneales son generalmente transitorios, pero a veces son permanentes, con deficiencias estables en el 2 al 40% de los casos involucrados, así como la pérdida masiva de sangre¹⁹.

Existen terapias alternativas para disminuir el sangrado durante la resección del *glomus*, como la embolización percutánea o exclusión endovascular. Estas terapias también ayudan a reducir el tamaño del tumor antes de la cirugía, como lo observado por Nan et al., quienes describen que la embolización selectiva preoperatoria de TCC es un complemento eficaz y seguro para la resección quirúrgica, especialmente para tumores de clase Shamblin II y III ($\geq 6,670 \text{ mm}^3$)²⁰. Algunos autores han evaluado el uso de radioterapia como primera línea o línea complementaria como otra modalidad de tratamiento; sin embargo su uso aún sigue siendo controversial²¹.

Material y métodos

Se realizó un estudio transversal descriptivo. Se evaluaron los expedientes físicos y/o electrónicos de pacientes que fueron sometidos a resección de TCC en el Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional de Occidente en Guadalajara (Jalisco, México) del 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2020. El estudio fue aprobado por el comité local de ética en investigación del Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional de Occidente en Guadalajara (Jalisco, México), folio F-2020-1301-068. De acuerdo con la presencia o no de complicaciones se dividió a los pacientes en dos grupos, el grupo 1 (TCC sin complicaciones, n = 13) y el grupo 2 (TCC con complicaciones, n = 18). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de la población, observamos una distribución normal. Para la descripción de las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes, para la descripción de variables cuantitativas se utilizaron medias y desviación estándar. Para las comparaciones entre variables cualitativas se utilizó la prueba exacta de Fisher, para las comparaciones entre variables cuantitativas se utilizó la t de Student. Se determinó un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS V.28.

Resultados

Se identificaron en total 31 pacientes (Tabla 2) que fueron sometidos a resección caudocraneal de tumor carotídeo, es más frecuente en mujeres en un 87% (27), la media de edad (años) fue de 50.61 ± 16.24 , las principales comorbilidades fueron: hipertensión arterial sistémica y diabetes mellitus tipo 2. En la tabla 3 se describen las características del *glomus*: la prevalencia de complicaciones en el grupo 1-sin complicaciones (42%) y el grupo 2-con complicaciones (58%); la ubicación anatómica, fue en el lado derecho para el grupo 1 62 vs. 67%, localización en el lado izquierdo para el grupo 1,38 vs. 33%, el diagnóstico fue con base en angio-TC en el 97% de los casos; el principal motivo de consulta fue el aumento de volumen a nivel carotídeo. Observamos que el diámetro del *glomus* (cm) en el grupo de complicaciones fue de 6.61 ± 2.11 vs. 4.23 ± 1.64 en el grupo sin complicaciones ($p = 0.053$); de acuerdo con la clasificación de Shamblin, en el grupo 1 se presentó el tipo II en un 62 vs. 45% ($p = 0.304$), seguido del tipo III en un 23 vs. 50% ($p = 0.057$). En cuanto al periodo transoperatorio, observamos que hubo diferencias en la duración del procedimiento: menor duración en el grupo 2 (5.15 ± 1.21 vs. 3.76 ± 1.94 ;

Tabla 3. Características clínicas de pacientes con sometidos a resección de *glomus* (tumor) carotídeo (n = 31)

Variable	Grupo 1, sin complicaciones (n = 13)	Grupo 2, con complicaciones (n = 18)	p
Diámetro del <i>glomus</i> (cm), $\bar{x} \pm DE$	4.23 ± 1.64	6.61 ± 2.11	0.053*
Localización lado derecho, n%	8 (62)	12 (67)	0.365
Localización lado izquierdo, n%	5 (38)	6 (33)	0.275
Tiempo de evolución (meses), $\bar{x} \pm DE$	4.3 ± 3.5	3.9 ± 5.5	0.619*
Clasificación Shamblin, n%			
Tipo I	2 (15)	1 (6)	0.166†
Tipo II	8 (62)	8 (44)	0.304†
Tipo III	3 (23)	9 (50)	0.057†
Síntoma principal, n%			
Aumento de volumen	9 (56)	9 (60)	0.775†
Dolor	2 (13)	3 (20)	0.435†
Disfagia a sólidos	1 (6)	1 (7)	0.605†
Síncope	3 (19)	-	-
Disnea	1 (6)	1 (7)	0.235†
Ataque isquémico transitorio	-	1 (7)	-
Diagnóstico por imagen, n%			
Angio-TC	13 (81)	13 (87)	0.186†
Angio-TC más US	2 (13)	2 (13)	0.361†
Resonancia magnética	1 (6)	-	-
Características transoperatorias			
Duración procedimiento (h), $\bar{x} \pm DE$	3.76 ± 1.94	5.15 ± 1.21	0.047*
Sangrado (ml), $\bar{x} \pm DE$	51.67 ± 39.70	100.28 ± 118.55	0.227*

*t de Student.

†Prueba exacta de Fisher.

̄: media; DE: desviación estándar; angio-TC: angiotomografía; US: ultrasonido.

p = 0.047). Para el grupo de complicaciones, las principales fueron lesiones vasculares en el 36%, siendo estas lesión de carótida interna, externa y común, y bulbo carotídeo; fueron reparadas durante el transoperatorio. La complicación mayor observada en nuestro estudio fue la presencia de evento vascular cerebral (EVC) en el 10% de los casos, secundario a la presencia de hematoma de herida quirúrgica, mismo que tuvo tratamiento durante el postoperatorio inmediato y resolvió posterior a terapia de rehabilitación. Se presentaron lesiones nerviosas en el 19%, tales como lesión del nervio vago, facial, laríngeo, hipogloso, en dos pacientes la lesión nerviosa fue permanente (más de dos años con presencia de alteraciones de la deglución y disfagia) (**Tabla 4**). No hubo mortalidad durante el procedimiento quirúrgico ni en el postoperatorio inmediato, no hubo uso de shunt carotídeo, ni uso de embolización previo al procedimiento quirúrgico. No se realizó estudio de catecolaminas preoperatorio ni postoperatorio.

Discusión

Los tumores o *glomus* carotídeos son una enfermedad poco frecuente, su diagnóstico y tratamiento debe

ser realizado por un equipo multidisciplinario. En nuestro estudio observamos que las características de la población son similares a lo reportado en la literatura: mujeres 94%, jóvenes (promedio 50.61 ± 16.24 años), 75% originarias de los Estados de Jalisco y Michoacán, México. Es interesante que Trache et al., en un estudio de serie de casos de una familia con antecedentes de presencia de tumores carotídeos, observaron que seis de ocho pacientes tienen una mutación puntual en la subunidad D del complejo succinil deshidrogenasa (SDHD, c.317G>T, p.Gly106Val) que fue responsable del fenotipo del tumor. Con estas observaciones quizá en el futuro tendremos biomarcadores genéticos de enfermedad temprana en población de alto riesgo⁴.

En cuanto al diagnóstico, en la última década se han modificado los equipos de imagen hasta alcanzar un alto nivel de sofisticación. Contamos con imágenes en tiempo real, como las angiografías diagnósticas, que nos permiten hacer la fusión con las imágenes de RM para poder hacer una exploración digital tridimensional, también nos permite hacer una evaluación del flujo sanguíneo cerebral y conocer si existe o no colateralidad en el flujo cerebral o antecedentes de isquemia cerebral previa al

Tabla 4. Prevalencia de complicaciones quirúrgicas de pacientes con diagnóstico de *glomus* (tumor) carotídeo ($n = 31$)

Complicaciones mayores	
Evento vascular cerebral por hematoma	3 (9.6)
Lesión de carótida interna	3 (9.6)
Lesión de carótida externa	3 (9.6)
Lesión de carótida común	1 (3.2)
Lesión del bulbo carotídeo	1 (3.2)
Complicaciones menores	
Lesión nervio vago	2 (6.5)
Lesión nervios facial e hipogloso	2 (6.5)
Lesión nervio facial	1 (3.2)
Lesión nervio laríngeo	1 (3.2)
Lesión de asa cervical	1 (3.2)

procedimiento. Esto, con la finalidad de planear adecuadamente el tratamiento quirúrgico definitivo, nos permite usar de manera adecuada la clasificación de Shamblin, como lo observado por Arya et al.²². En nuestro análisis, el estudio de imagen más utilizado fue la angio-TC (97%).

En esta investigación la principal complicación fue secundaria a hemorragia durante el transoperatorio en el 36% de los casos, los vasos principalmente afectados son carótida interna y externa; sin embargo, estos se resuelven durante el transoperatorio o bien en el postoperatorio inmediato. Tres pacientes presentaron EVC que se resolvió con terapia física y rehabilitación. En cuanto a la lesión de nervios craneales, observamos que el 23% de los pacientes tuvo lesión, de estos solo el 7% fue permanente (dos pacientes tuvieron disfagia y disfonía con duración de más de dos años posteriores al evento); esto puede ser atribuido a que quizás presentaron un *glomus* Shamblin tipo III, una complicada disección del tumor, similar a lo reportado por Moore et al., quienes observaron en un estudio retrospectivo presencia de EVC en el postoperatorio inmediato en el 4% de los casos y lesión permanente de nervios craneales (parálisis de cuerdas vocales en el 8% de los casos²³). Nan et al. observaron en un estudio retrospectivo que la embolización selectiva preoperatoria de TCC es un complemento eficaz y seguro para la resección quirúrgica, especialmente para tumores de clase Shamblin II y III ($\geq 6,670 \text{ mm}^3$)²⁰.

Diversos autores han evaluado las complicaciones asociadas a la resección de TCC, observando que el tratamiento óptimo de los TCC debe incluir una evaluación preoperatoria exhaustiva, una definición precisa de la anatomía quirúrgica y la exclusión de los paragangliomas sincrónicos. Un enfoque terapéutico combinado realizado por un equipo multidisciplinario que incluye cirujanos y

radiólogos intervencionistas proporciona un tratamiento seguro con excelentes resultados²⁴⁻²⁷.

Consideraciones éticas

Los datos obtenidos del expediente clínico de los pacientes fueron tratados con la máxima confidencialidad, de acuerdo con lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre de Protección de datos de carácter personal. El del presente trabajo atendió a los aspectos éticos que garantizan la privacidad, dignidad y bienestar del sujeto a investigación, ya que no conllevó riesgo para el paciente, de acuerdo con el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud, y de acuerdo con el artículo 17 de este mismo título, se consideró un estudio seguro. (categoría I), por lo que no fue necesaria la firma de la carta de consentimiento informado, según lo escrito en el artículo 23 de este mismo reglamento. Fue necesaria la evaluación, aprobación y registro para su realización por el Comité Local de Investigación de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional de Occidente del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El proyecto estuvo apegado a lo establecido por el Comité de Investigación Local y Coordinación de Educación e Investigación Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. Se pidió la aprobación del estudio por el Comité de Investigación del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Todos los procedimientos y actividades que se llevaron durante este estudio fueron realizados en total apego a las disposiciones legales de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos y en conformidad con los principios éticos para investigación en seres humanos detallados en la última revisión de la declaración de Helsinki de 1975 enmendadas en 1989 y con los códigos y normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación y de la Conferencia Internacional de Armonización.

Conclusiones

La resección de *glomus* carotídeo sigue siendo el tratamiento definitivo. Debe realizarse una evaluación preoperatoria exhaustiva por un equipo multidisciplinario para evaluar los riesgos y beneficios de esta. Se pueden presentar múltiples complicaciones postoperatorias; en nuestro estudio las complicaciones vasculares son secundaria a hemorragia durante el transoperatorio en el 33% de los casos, dentro de las complicaciones

mayores observamos que el EVC se presenta en el 10% de los casos, secundario a hematoma de herida quirúrgica, por lo que se requieren estudios prospectivos que evalúen el uso de hemostásicos locales y/o embolización previo al procedimiento quirúrgico, ya que en nuestra población observamos tumores de clase Shamblin II y III ($\geq 6,670 \text{ mm}^3$), con la finalidad de ayudar a disminuir el riesgo de sangrado transoperatorio. En nuestro estudio también observamos que las características del tumor (tamaño y localización) contribuyen al incremento en el tiempo de resección quirúrgica, quizás esto pudiera incrementar la presencia de lesiones nerviosas; de estas, el 7% fueron permanentes, en dos pacientes la lesión nerviosa fue permanente (más de dos años con presencia de alteraciones de la deglución y disfagia). Es necesario que se evalúe el uso de terapias combinadas para tratar de disminuir las complicaciones inherentes al procedimiento quirúrgico.

Financiamiento

El proyecto fue apoyado en los insumos propios de la institución.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Además, los autores han reconocido y seguido las recomendaciones según las guías SAGER dependiendo del tipo y naturaleza del estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

- Smith JD, Harvey RN, Darr OA, Prince ME, Bradford CR, Wolf GT, et al. Head and neck paragangliomas: A two-decade institutional experience and algorithm for management. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2017;2(6):380-9.
- Rodríguez González GM, Valentín González F, Rodríguez Reyna JC, Artze Alderete M. Tumor del cuerpo carotídeo. A propósito de un caso. *Rev Méd Electrón*. 2017;39(2).
- Darouassi Y, Alaoui M, Mliha Touati M, Al Maghraoui O, En-Nouali A, Bouatia B, et al. Carotid body tumors: A case series and review of the literature. *Ann Vasc Surg*. 2017;43:265-71.
- Trache MC, Bewarder J, Betz CS, Möckelmann N, Böttcher A. A four-generational report on hereditary head and neck paraganglioma. *Cureus*. 2022;14:e24143.
- Butt N, Baek WK, Lachkar S, Iwanaga J, Mian A, Blaak C, et al. The carotid body and associated tumors: updated review with clinical/surgical significance. *Br J Neurosurg*. 2019;33(5):500-3.
- Shamblin WR, ReMine WH, Sheps SG, Harrison EG Jr. Carotid body tumor (chemodectoma): clinicopathologic analysis of ninety cases. *Am J Surg*. 1971;122:732-9.
- Bobadilla-Rosado LO, García-Alva R, Anaya-Ayala JE, Peralta-Vazquez C, Hernandez-Sotelo K, Luna L, et al. Surgical management of bilateral carotid body tumors. *Ann Vasc Surg*. 2019;57:187-93.
- Jasper A, Mammen S, Gowri MS, Keshava SN, Selvaraj D. Imaging criteria to predict Shamblin group in carotid body tumors - revisited. *Diagn Interv Radiol*. 2021;27:354-9.
- Jansen TTG, Marres HAM, Kaanders JHAM, Kunst HPM. A meta-analysis on the surgical management of paraganglioma of the carotid body per Shamblin class. *Clin Otolaryngol*. 2018;43:1104-16.
- Geroula A, Deutschbein T, Langton K, Masjukur J, Pamporaki C, Peitzsch M, et al. Pheochromocytoma and paraganglioma: clinical feature-based disease probability in relation to catecholamine biochemistry and reason for disease suspicion. *Eur J Endocrinol*. 2019;181:409-20.
- Tevosian SG, Ghaye HK. Pheochromocytoma/paraganglioma: A poster child for cancer metabolism. *J Clin Endocrinol Metab*. 2018;103(5):1779-89.
- Demattè S, Di Sarra D, Schiavi F, Casadei A, Opochev G. Role of ultrasound and color Doppler imaging in the detection of carotid paragangliomas. *J Ultrasound*. 2012;15:158-63.
- Bash S, Villalobos JP, Jahan R, Duckwiler G, Tillis M, Kidwell C, et al. Intracranial vascular stenosis and occlusive disease: evaluation with CT angiography, MR angiography, and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26:1012-21.
- Cai JM, Hatsukami TS, Ferguson MS, Small R, Polissar NL, Yuan C. Classification of human carotid atherosclerotic lesions with *in vivo* multi-contrast magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2002;106(11):1368-73.
- Venkatanarayama N, Olubaniji B, Freeman SJ, Suresh P. Usual and unusual causes of splaying of the carotid artery bifurcation: the lyre sign-a pictorial review. *Emerg Radiol*. 2011;18:75-9.
- Chilcote WA, Modic MT, Pavlicek WA, Little JR, Furlan AJ, Duchesneau PM, et al. Digital subtraction angiography of the carotid arteries: a comparative study in 100 patients. *Radiology*. 1981;139:287-95.
- Amato B, Compagna R, Florio A, Calemma F, Rocca A, Salzano F, et al. Surgical versus sequential hybrid treatment of carotid body tumors. *Open Med (Warsz)*. 2019;14(1):968-76.
- Hinojosa CA, Ortiz-Lopez LJ, Anaya-Ayala JE, Orozco-Sevilla V, Nuñez-Salgado AE. Comparison of retrocarotid and caudocranial dissection techniques for the surgical treatment of carotid body tumors. *J Vasc Surg*. 2015;62(4):958-64.
- Bercin S, Sevil E. Efficiency of preoperative embolization of carotid body tumor. *Auris Nasus Larynx*. 2015;42:226-30.
- Nan L, Ruimeng Y, Guangqi C, Yonghui H. Preoperative embolization is necessary for large-volume carotid body tumor ($\geq 6670 \text{ mm}^3$) resection. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2023;280(9):4177-83.
- Leboucher A, Sotton S, Gambin Flandrin I, Magné N. Head and neck radiotherapy-induced carotid toxicity: Pathophysiological concepts and clinical syndromes. *Oral Oncol*. 2022;129:105868.
- Arya S, Rao V, Juvekar S, Dcruz AK. Carotid body tumors: objective criteria to predict the Shamblin group on MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1349-54.
- Moore JF, Casler JD, Oldenburg WA, Reimer R, Wharen RE Jr, Deen HG, et al. Results of surgical resection of carotid body tumors: A twenty-year experience. *Rare Tumors*. 2022;12:2036361320982813.
- Wreesmann VB, Nixon IJ. A novel classification of carotid body tumors. *Eur J Surg Oncol*. 2021;47(8):1813-5.
- Mourad M, Saman M, Stroman D, Brown R, Ducic Y. Evaluating the role of embolization and carotid artery sacrifice and reconstruction in the management of carotid body tumors: Surgical management of carotid body tumors. *Laryngoscope*. 2016;126(10):2282-7.
- Dixon JL, Atkins MD, Bohannon WT, Buckley CJ, Laimore TC. Surgical management of carotid body tumors: a 15-year single institution experience employing an interdisciplinary approach. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2016;29:16-20.
- Sarookhani A, Chegini R. Carotid body tumor: Our experience with 42 patients and a literature review. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022;74(3):279-86.