Rev Colomb Cir. 2025;40:137-45
https://doi.org/10.30944/20117582.2694

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Tumor de cuerpo carotídeo: Un reto diagnóstico y quirúrgico

Carotid body tumor: A diagnostic and surgical challenge

Camilo Levi Acuña-Pinzón, MD[1], Alan Felipe Acuña-Pinzón[2], Jefferson Fabián Nieves-Condoy, MD[1]

1 Programa de especialización en Cirugía general, Hospital Regional de Alta especialidad del Bajío, León, México.
2 Facultad de Medicina, Universidad Surcolombiana de Neiva, Neiva, Colombia.

Resumen

Introducción. Los tumores de cuerpo carotídeo son infrecuentes. Además de tener una clínica inespecífica, en muchos casos son asintomáticos lo cual produce retraso en el diagnóstico.

Métodos. Se realizó una revisión narrativa posterior a la búsqueda de literatura internacional por medio de la base de datos PubMed.

Resultados. Dado que la realización de biopsia esta contraindicada, los estudios de imagen tienen una gran importancia para el diagnóstico. Dentro de las opciones de tratamiento se cuentan la cirugía, la radioterapia y la quimioterapia. La primera opción es la más recomendada debido a su potencial curativo, pero también es la que conlleva más riesgo de morbimortalidad. Aún hay controversia sobre el uso de embolización prequirúrgica. La radioterapia es una buena opción, con mínimo riesgo en pacientes que no sean candidatos o que rechacen la cirugía.

Conclusiones. Los tumores de cuerpo carotídeo son neoplasias poco comunes, con una fisiopatología aún inconclusa, a pesar de las múltiples hipótesis en la literatura. Desafortunadamente, no se cuenta con un número suficiente de ensayos clínicos que permitan emitir recomendaciones de calidad.

Palabras clave: arteria carótida; cuerpo carotídeo; tumor del cuerpo carotídeo; tumor glómico; paraganglioma; diagnóstico diferencial.

Abstract

Introduction. Carotid body tumors are rare. In addition to having non-specific symptoms, in many cases they are asymptomatic, which makes a diagnostic delay.

Methods. A narrative review was carried out after searching international literature using the PubMed database.

Fecha de recibido: 12/07/2024 - Fecha de aceptación: 09/09/2024 - Publicación en línea: 17/10/2024
Correspondencia: Camilo Levi Acuña-Pinzón, Blvd. Milenio # 130 San Carlos La Roncha, 37660 León, Guanajuato, México.
Teléfono: +52 5530824627. Dirección electrónica: camilolevi@hotmail.com
Citar como: Acuña-Pinzón CL, Acuña-Pinzón AF, Nieves-Condoy JF. Tumor de cuerpo carotídeo: Un reto diagnóstico y quirúrgico. Rev Colomb Cir. 2025;40:137-45. https://doi.org/10.30944/20117582.2694
Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

Results. Since performing a biopsy is contraindicated, imaging studies are of great importance for diagnosis. Treatment options include surgery, radiotherapy and chemotherapy. The first option is the most recommended due to its curative potential, but it is also the one that carries the highest risk of morbidity and mortality. There is still controversy regarding the use of presurgical embolization. Radiotherapy is a good option, with minimal risk in patients who are not candidates or who reject surgery.

Conclusions. Carotid body tumors are rare neoplasms with a pathophysiology that is still inconclusive, despite the multiple hypotheses in the literature. Unfortunately, there is not a sufficient number of clinical trials to make quality recommendations.

Keywords: carotid artery; carotid body; carotid body tumor; glomus tumor; paraganglioma; differential diagnosis.

Introducción

Los tumores de cuerpo carotídeo son neoplasias relativamente raras, que representan del 0,1 % al 2 % de los tumores arteriales cervicales. Se localizan en el tejido adventicio de la bifurcación carotídea, tienen crecimiento lento, son benignos y con baja tasa de malignización [1]. Su patogénesis se desconoce, pero se considera que puede estar asociada a hipoxia tisular crónica en regiones de gran altitud. En general, son asintomáticos, pero pueden presentarse con síncope, tinitus, visión borrosa, disfagia, ronquera, desplazamiento de estructuras orales o cervicales, síndrome de Horner o síndrome de seno carotídeo [1,2].

Dentro de las opciones de tratamiento, la cirugía es la única terapia curativa y, por lo tanto, es la modalidad preferida. En caso de no ser posible, también se cuenta con radioterapia, quimioterapia o terapias combinadas [1]. La clasificación de Shamblin es el principal indicador de complejidad quirúrgica y riesgo de complicaciones [1-3].

El objetivo de este artículo fue hacer una revisión narrativa de la literatura sobre tumores del cuerpo carotídeo, enfocada en el reto diagnóstico y quirúrgico que implican.

Métodos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura con el fin de hacer una revisión narrativa completa sobre tumor de cuerpo carotídeo. Se usó la base de datos PubMed, ya que, desde nuestro punto de vista, es el recurso más utilizado e indexa literatura biomédica revisada por pares. Se incluyó información de reportes de caso, series de caso, guías de manejo, metaanálisis y revisiones. Durante la búsqueda se usaron los términos MESH "*carotid body tumor*", "*carotid glomus*", "*carotid body tumor treatment*", y los artículos se eligieron según su relevancia y en consenso entre los autores.

Revisión de la literatura

Epidemiología

Los tumores de cuerpo carotídeo fueron descritos inicialmente por Vou Haller en 1743 [1,3]. Representan del 0,4 % al 1 % de todos los tumores arteriales [1]. La incidencia de metástasis es del 1,4 % y las características clínicas no difieren entre tumores benignos y malignos [4].

Debido a la baja incidencia de esta patología, no existen grandes cohortes o estudios de casos y controles sobre el diagnóstico y tratamiento. La mayoría de la literatura se resume en series de casos, en ocasiones de muy pocos pacientes y revisiones sistemáticas o metaanálisis de dichas series de casos, lo que ha impedido generar recomendaciones con buena calidad según los niveles de evidencia.

Tanto en series con menos de 50 pacientes [5-14] como en series con una cantidad mayor [15-22], reportan una mayor frecuencia en mujeres. A pesar de que algunas series muestran predominancia masculina [23-26], estos resultados son atípicos entre la literatura. La lateralidad derecha es la presentación más común, sin haber una explicación clara para este predominio [1,21,27,28].

No se ha reportado una relación entre los tumores de cuerpo carotídeo y otras patologías. En la literatura consultada, la hipertensión es la comorbilidad más frecuente [22], sin embargo, debido a que esta información no se reporta en todas las series, es imposible determinar una relación de causalidad.

Fisiopatología

La patogénesis se desconoce. Se han descrito las variedades familiar (asociado a alteraciones genéticas) y esporádica (en respuesta a factores no genéticos), pero se considera que la hipoxia tisular crónica en regiones de mayor altitud sobre el nivel del mar es el principal factor de riesgo [1]. Se han propuesto varios mecanismos fisiopatológicos, entre ellos:

- Secreción de endotelina 1, que induce hipertrofia del cuerpo carotídeo a expensas de células madre localizadas en esta región, con el fin de lograr una mejor aclimatación a la hipoxia crónica [3].
- Mutaciones en genes mitocondriales, que son sensibles a cambios en la concentración de oxígeno. La mutación específica de la succinato deshidrogenasa mitocondrial, con un patrón de herencia autosómico dominante, se ha descrito hasta en un 30 % de los pacientes [2,3].
- Hipertrofia del cuerpo carotídeo, en respuesta a patologías que producen isquemia crónica o lugares a gran altitud [29].

La altitud juega un papel muy importante en la fisiopatología. Se ha descrito que el riesgo de padecer la enfermedad se incrementa a partir de los 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) [30], sin embargo, se considera un corte de 2000 m.s.n.m. para definir una relación etiológica [22]. Rodríguez-Cuevas S, et al. [31], en su serie de 120 pacientes compararon a aquellos que vivían en altitudes mayores a 2000 m.s.n.m. y los que vivían a una altitud menor, concluyendo que en los pacientes procedentes de una altitud menor a 1500 m.s.n.m. la preponderancia femenina es menor, hay mayores tasas de bilateralidad y una historia familiar hasta en el 25 % de los casos. Luna-Ortiz K, et al. [20], extendieron estas diferencias a países latinoamericanos con respecto a pacientes europeos y estadounidenses, y propusieron posibles diferencias genéticas entre estas poblaciones como parte de la etiología, sugiriendo que los tumores de cuerpo carotídeo de estas dos poblaciones podrían tratarse en realidad de dos patologías diferentes.

Diagnóstico

Debido a lo inespecífico de las manifestaciones clínicas, el diagnóstico no es sencillo, por lo que se requieren estudios imagenológicos para su caracterización [1]. En la mayoría de los casos no hay síntomas y los pacientes consultan por la aparición de una masa cervical [8,10,12,22,32,33]. En una proporción mucho menor se puede encontrar síncope, tinnitus y visión borrosa. En caso de haber compresión de los pares craneales IX, X y XII puede haber disfagia, ronquera, desplazamiento de la lengua y síndrome de Horner. La enfermedad del seno carotídeo está presente en el 3 % de los pacientes [1-3,29]. El signo de Fontaine (desplazamiento horizontal y no vertical del tumor a la palpación) y el signo de Chevassu (reducción del volumen tumoral tras la compresión con retorno de su tamaño con la descompresión) son los hallazgos semiológicos más patognomónicos [4].

El diagnóstico definitivo se hace en base a estudios de imagen ya que la realización de cualquier tipo de biopsia está contraindicada. La tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética nuclear (RMN) se consideran estudios adecuados. En la TC se aprecia una masa de tejido blando, homogénea y con gran realce al contraste en la bifurcación carotídea. La RMN se ha considerado superior a la TC debido a la no exposición a radiación ionizante y a la mejor caracterización de la extensión tumoral en los tejidos blandos. Sus hallazgos incluyen una lesión hiperintensa en T2 y, en caso de tumores grandes, las regiones puntiformes patognomónicas de apariencia en "sal y pimienta" (pimienta por señales de bajo flujo y sal por focos de hemorragia), que se relacionan con vacíos vasculares de alto flujo dentro del tumor [3].

Desde 1970 se ha usado el ultrasonido como herramienta diagnóstica, dada su amplia disponibilidad y bajo costo. Posteriormente, con el desarrollo del Doppler color, se ha consolidado como una alternativa. Los hallazgos comprenden una masa bien definida, hipoecoica, en la bifurcación carotidea, con hipervascularidad al Doppler, que se observa como señales irregulares con flujo de dirección predominante cefálica, típicamente con un patrón de baja resistencia y gran componente diastólico [3,34].

El retraso en el diagnóstico es frecuente debido a los síntomas inespecíficos. En la revisión sistemática de Chen Y, et al. [35], que recolectó un total de 1810 pacientes, reportaron una duración de la enfermedad promedio de 3,6 años antes del diagnóstico, sin embargo, no estudiaron la asociación entre la duración de la enfermedad, el sangrado, el diámetro de las lesiones o las complicaciones. Otras series más pequeñas, como la de Ma D, et al. [19] y Sen I, et al. [36], reportaron un tiempo promedio de 16 meses y de 4,3 años, respectivamente. Desafortunadamente, la mayoría de las series no reportan el tiempo de evolución de la enfermedad y aún se desconoce la relación exacta entre el retraso en el diagnóstico y la complejidad quirúrgica en términos de sangrado, complicaciones, morbilidad y mortalidad.

Clasificación

Shamblin clasificó estos tumores en 3 grados [1-3]:

- Grado I: Tumor confinado a la bifurcación carotidea, sin adhesión a las arterias carótidas interna y externa.
- Grado II: Extensión tumoral más allá de la bifurcación, envolviendo y adhiriéndose parcialmente a los vasos.
- Grado III: El tumor envuelve completamente la bifurcación y las arterias carótidas, además de encontrarse estrechamente adherido.

La serie actual más grande y una revisión sistemática que incluyó 4418 pacientes de 104 estudios, reportaron el grado II como el más frecuente [21,22,33]. Algunas series de casos reportan con mayor frecuencia el grado I [25,37] y otras el grado III [38].

A pesar de que la clasificación de Shamblin es el principal indicador de complejidad quirúrgica y riesgo de complicaciones, solo valora el compromiso vascular del tumor y no la posible extensión craneal o a tejidos adyacentes a los vasos. Gu G, et al. [39], en su estudio de 116 tumores de cuerpo carotídeo en 105 pacientes, propusieron una modificación a la clasificación, creando así la clasificación Peking Union Medical College Hospital (PUMCH), en la que dividieron los tumores en 5 tipos, de la siguiente manera:

- Tipo I: el margen superior del tumor está por debajo del ángulo mandibular.
- Tipo II: Tumor entre el ángulo mandibular y el proceso mastoideo, sin encasillamiento vascular carotídeo (< 50 % de la circunferencia vascular).
- Tipo III: Tumor entre el ángulo mandibular y el proceso mastoideo, con encasillamiento vascular carotídeo parcial (50-100 % de la circunferencia vascular).
- Tipo IV: Tumor entre el ángulo mandibular y el proceso mastoideo, con encasillamiento vascular carotídeo completo (> 50 % de la circunferencia vascular).
- Tipo V: Margen superior del tumor por encima del proceso mastoideo.

Los autores concluyen que la clasificación PUMCH permite una mejor planeación quirúrgica y se correlaciona más con el riesgo de complicaciones que la clasificación de Shamblin [39]. Lastimosamente, esta clasificación no ha sido ampliamente acogida en la literatura mundial.

Tratamiento

Entre las opciones de tratamiento figuran cirugía, embolización, radioterapia y terapias combinadas [1]. La resección quirúrgica es el único tratamiento con potencial curativo [1,3], sin embargo, la adhesión a la pared arterial y a los nervios craneales puede hacer de la resección un reto [39]. Por eso, se

ha considerado el tratamiento conservador con vigilancia a través de estudios imagenológicos, en vista de la baja tasa de crecimiento del tumor, opción solo para pacientes de muy alto riesgo quirúrgico o que rechacen las otras modalidades de tratamiento [30].

Resección quirúrgica

La técnica quirúrgica incluye cervicotomía, exposición del paquete vasculonervioso del cuello y disección subadventicial de la arteria carotidea, de craneal a caudal, hasta la resección tumoral. Según las características del paciente y el tumor, se puede realizar la ligadura de la arteria carótida externa, la resección de arteria carótida interna o de la confluencia carotidea, con baipás utilizando injerto venoso o protésico [40].

Las posibles complicaciones derivadas del procedimiento quirúrgico son muchas. La lesión de nervio craneal y el ictus son las más significativas, pero también se puede presentar hemorragia postquirúrgica, hematoma, infección de la herida quirúrgica, oclusión del baipás, lesión de la arteria carótida, síndrome del primer mordisco, claudicación mandibular, disfagia o disfonía, entre otras. Las complicaciones nerviosas son las más comunes y, entre ellas, la más común es la lesión de nervio hipogloso [30].

Radioterapia

La radioterapia convencional con rayo externo fraccionado (EBRT) se ha utilizado como tratamiento desde 1950, con base en su bajo riesgo de desarrollo de malignidades inducidas por radiación y de complicaciones [41]. Dupin C, et al. [42], realizaron un estudio retrospectivo en el que incluyeron 81 paragangliomas a los que se administró terapia de radiación en 25 fracciones, con una dosis media de 45 Gy, y encontraron una recurrencia, dos complicaciones vasculares (estenosis de la carótida y de la arteria cerebral media) y dos meningiomas posteriores al año de tratamiento, con lo que concluyeron que la terapia es efectiva y segura logrando un excelente control local.

Suárez C, et al. [43], compararon los resultados de la cirugía y la EBRT como modalidades de tratamiento a través de una búsqueda que incluyó 67 artículos, y encontraron que la tasa de complicaciones fue mayor en las series quirúrgicas, sin diferencias significativas en el control tumoral (93,8 % en series quirúrgicas y 94,5 % en series de EBRT) y las muertes. Desafortunadamente, los estudios sobre este tópico son pocos y no hay ensayos clínicos aleatorizados. En general, se recomienda la terapia con radiación en tumores bilaterales, infiltración extensa en estructuras adyacentes (base de cráneo) y comorbilidades que impidan el procedimiento quirúrgico [44].

Terapia sistémica

En caso de transformación maligna o enfermedad metastásica, donde la cirugía y la radioterapia no son una opción, se puede optar por la terapia sistémica. A pesar de su efectividad limitada (efecto transitorio y con beneficio inconcluso en la supervivencia general) se han propuesto regímenes de ciclofosfamida, vincristina y decarbazina. Las terapias objetivo y la inmunoterapia también son una opción con potencial, pero por el momento hay escasez de ensayos clínicos aleatorizados y las recomendaciones se han extrapolado del manejo de otras patologías [44].

Embolización prequirúrgica

La utilidad de la embolización prequirúrgica ha generado gran debate. Tradicionalmente se consideraba realizar embolización prequirúrgica en todos los tumores mayores a 3 cm o Shamblin II y III [3], sin embargo, las publicaciones posteriores no lo recomiendan.

La primera revisión sistemática y metaanálisis sobre el tema fue realizada por Jackson RS, et al. [45], e incluyó 22 estudios con un total de 578 pacientes, encontrando una tasa de complicaciones del 39,9 %, sin diferencias entre los pacientes embolizados y los no embolizados, pero sí un menor tiempo operatorio y sangrado quirúrgico. Abu-Ghanem S, et al. [46], realizaron un metaanálisis sobre el impacto de la embolización en los desenlaces quirúrgicos y postquirúrgicos, donde incluyeron 15 estudios con un total de 470 pacientes, sin encontrar diferencias entre embolizar y no

embolizar en lo que respecta a sangrado operatorio, tiempo operatorio, duración de la estancia hospitalaria y lesión vascular o neurológica, desmintiendo así las afirmaciones de estudios previos sobre el menor sangrado operatorio, disección más sencilla y mejor pronóstico entre los pacientes llevados a embolización.

Posteriormente, Robertson V, et al. [33], en su revisión sistemática y metaanálisis en el que recolectaron 4418 pacientes de 104 estudios, con embolización prequirúrgica en el 21 % de los pacientes, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a sangrado quirúrgico y facilidad técnica en el procedimiento. En el mismo año, Texakalidis P, et al. [47], reportaron en su estudio 1326 pacientes procedentes de 25 artículos, una disminución estadísticamente significativa en el sangrado y la duración de la intervención, sin diferencias en otros desenlaces. Napoli G, et al. [48], realizaron en 2023 una revisión sistemática y metaanálisis encontrando una disminución del sangrado durante la intervención quirúrgica en los pacientes embolizados, sin diferencias en el tiempo operatorio. Sin embargo, en el análisis por subgrupos según el grado Shambin, no se demostró beneficio en ningún desenlace. Es necesario tener en cuenta que todas las revisiones sistemáticas y metaanálisis tienen varias limitaciones debido a la poca cantidad y la gran heterogeneidad entre las series disponibles, además de la falta de ensayos clínicos controlados aleatorizados.

Afluentes vasculares

Hay muy pocos estudios que reporten la caracterización anatómica de los afluentes vasculares del tumor mediante angiografía. Li J, et al. [49], encontraron un predominio de vasos derivados de la arteria carótida externa en su serie de 62 pacientes. Power A, et al. [50], en su serie de 34 pacientes en el 2012, describieron que la arteria faríngea ascendente fue el vaso predominante (94 %), seguido por la arteria occipital, tiroidea superior y arteria carótida externa (sin especificar rama). Katagiri K, et al. [51], en el 2019 publicaron una serie de 16 pacientes en los que encontraron que la arteria faríngea ascendente predominó como vaso principal, seguida por la arteria tiroidea inferior y la arteria occipital. Inan H, et al. [52], en el 2019 obtuvieron resultados similares.

Conclusión

Los tumores del cuerpo carotídeo son infrecuentes y afectan principalmente a mujeres que viven un lugares de mayor altitud. El retraso diagnóstico es una realidad dada la sintomatología inespecífica o inexistente, sin estudios que demuestren una relación entre este retraso y los desenlaces. Aunque hay varias formas de tratamiento, la resección quirúrgica es el único tratamiento con potencial curativo. La radioterapia ha ganado relevancia debido al bajo número de complicaciones y su gran éxito en el control tumoral. El realizar embolización prequirúrgica sigue siendo un tema de controversia. Se requiere mucha más información con el fin de dar recomendaciones de calidad, sin embargo, su baja incidencia dificulta la realización de estudios prospectivos aleatorizados.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: Este estudio es una revisión de la literatura y como tal, no hay necesidad de un consentimiento informado ni de aprobación del Comité de Ética Institucional.

Conflictos de intereses: Los autores declararon que no tienen conflictos de intereses.

Uso de Inteligencia Artificial: Los autores declararon que para el presente artículo no se utilizó inteligencia artificial o tecnologías afines.

Fuentes de financiación: El presente artículo fue realizado con recursos propios de los autores.

Contribución de los autores

- Diseño y concepción del estudio: Camilo Levi Acuña-Pinzón.
- Adquisición de datos: Alan Felipe Acuña-Pinzón.
- Análisis e interpretación de datos: Jefferson Fabian Nieves-Condoy.
- Redacción del manuscrito: Camilo Levi Acuña-Pinzón, Alan Felipe Acuña-Pinzón.
- Revisión crítica: Camilo Levi Acuña-Pinzón, Jefferson Fabian Nieves-Condoy.

Referencias

1. Liu J, Mu H, Zhang W. Diagnosis and treatment of carotid body tumors. Am J Transl Res. 2021;13:14121-32.
2. Valero C, Ganly I. Paragangliomas of the head and neck. J Oral Pathol Med. 2022;51:897-903. https://doi.org/10.1111/jop.13286
3. Berger G, Łukasiewicz A, Grinievych V, Tarasów E. Carotid body tumor – Radiological imaging and genetic assessment. Pol Przegl Chir. 2020;92:39-44. https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4872
4. Chala-Galindo A, Albornoz-Garzón AC, Gómez-Vera CE. Carcinoma del glomus carotídeo. Serie de casos. Rev Colomb Cir. 2021;36:257-67. https://doi.org/10.30944/20117582.743
5. Solis-Pazmino P, Pilatuna E, Tite B, García M, Godoy R, Rocha C, et al. Safe management of carotid body tumor resection without preoperative embolization: an Ecuadorian high-altitude cities experience. J Surg Case Rep. 2022;2022:rjac598. https://doi.org/10.1093/jscr/rjac59
6. Bercin S, Muderris T, Sevil E, Gul F, Kilicarslan A, Kiris M. Efficiency of preoperative embolization of carotid body tumor. Auris Nasus Larynx. 2015;42:226-30. https://doi.org/10.1016/j.anl.2014.10.013
7. Langerman A, Athavale SM, Rangarajan SV, Sinard RJ, Netterville JL. Natural history of cervical paragangliomas: Outcomes of observation of 43 patients. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2012;138:341-5. https://doi.org/10.1001/archoto.2012.37
8. Patetsios P, Gable DR, Garrett WV, Lamont JP, Kuhn JA, Shutze WP, et al. Management of carotid body paragangliomas and review of a 30-year experience. Ann Vasc Surg. 2002;16:331-8. https://doi.org/10.1007/s10016-001-0106-8
9. Davidovic L, Ilic N, Dimitrijevic M, Đukic V, Dzodic R. Surgical management of cervical paragangliomas. Am Surg. 2008;74:1171-6. https://doi.org/10.1177/000313480807401208
10. Kotelis D, Rizos T, Geisbüsch P, Attigah N, Ringleb P, Hacke W, et al. Late outcome after surgical management of carotid body tumors from a 20-year single-center experience. Langenbecks Arch Surg. 2009;394:339-44. https://doi.org/10.1007/s00423-008-0378-3
11. Wernick BD, Furlough CL, Patel U, Samant S, Hoel AW, Rodriguez HE, et al. Contemporary management of carotid body tumors in a Midwestern academic center. Surgery. 2021;169:700-4. https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.07.030
12. Ünlü Y, Becit N, Ceviz M, Koçak H. Management of carotid body tumors and familial paragangliomas: Review of 30 years' experience. Ann Vasc Surg. 2009;23:616-20. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2009.06.014
13. Kruger AJ, Walker PJ, Foster WJ, Jenkins JS, Boyne NS, Jenkins J. Important observations made managing carotid body tumors during a 25-year experience. J Vasc Surg. 2010;52:1518-23. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.06.153
14. Ferrante AMR, Boscarino G, Crea MA, Minelli F, Snider F. Cervical paragangliomas: Single centre experience with 44 cases Acta Otorhinolaryngol Ital. 2015;35:88-92.
15. Reitz K, Ramos A, Speranza G, Chaer R, Singh M, Snyderman C, et al. Non-functional carotid body tumors in patients without somatic mutations may be considered for non-operative management. Ann Vasc Surg. 2022;85:57-67. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2022.04.021
16. Li Y, Lin B, Liang S, Tao J, Zhang L, Wang J, et al. Epidemiology and survival of patients with malignant carotid body tumors in the SEER database. J Vasc Surg. 2022;76:973-978.e1. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.04.039
17. Li X, Zhang W, Shu C, Li Q, Zhang L, Zhu J. Diagnosis and outcomes of surgical treatment of carotid bifurcation tumors. J Int Med Res. 2020;48:300060520976495. https://doi.org/10.1177/0300060520976495
18. Lin Y, Li S, Poon JTC, Hu Z, Ye C, Lu W, et al. Review of experience over four decades in the management of carotid body tumours. Ann Coll Surg Hong Kong. 2004;8:141-4. https://doi.org/10.1111/j.1442-2034.2004.00222.x
19. Ma D, Liu L, Yao H, Hu Y, Ji T, Liu X, et al. A retrospective study in management of carotid body tumour. Br J Oral Maxillofac Surg. 2009;47:461-5. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2009.06.006
20. Luna-Ortiz K, Rascon-Ortiz M, Villavicencio-Valencia V, Granados-Garcia M, Herrera-Gomez A. Carotid body tumors: Review of a 20-year experience. Oral Oncol. 2005;41:56-61. https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2004.06.006
21. Sevil FC, Tort M, Kaygin MA. Carotid body tumor resection: Long-term outcome of 67 cases without preoperative embolization. Ann Vasc Surg. 2020;67:200-7. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.03.030
22. Gonzalez-Urquijo M, Viteri-Pérez VH, Becerril-Gaitan A, Hinojosa-Gonzalez D, Enríquez-Vega ME, Vaca-Guzmán IWS, et al. Clinical characteristics and surgical outcomes of carotid body tumors: Data from the Carotid Paraganglioma Cooperative International Registry (CAPACITY) Group. World J Surg. 2022;46:2507-14. https://doi.org/10.1007/s00268-022-06663-1
23. Zhang TH, Jiang WL, Li YL, Li B, Yamakawa T. Perioperative approach in the surgical management of carotid body tumors. Ann Vasc Surg. 2012;26:775-82. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2012.01.020
24. Talay S, Abanoz M, Kaygin MA, Dag O, Halici U, Ay D, et al. Glomus caroticum tumors: A case report of an operated giant carotid body tumor with a review of our experience in 47 patients. Cent Eur J Med. 2010;5:411-6. https://doi.org/10.2478/s11536-010-0015-8

25. Gad A, Sayed A, Elwan H, Fouad FMS, Eldin HK, Khairy H, et al. Carotid body tumors: A review of 25 years experience in diagnosis and management of 56 tumors. Ann Vasc Dis. 2014;7:292-9. https://doi.org/10.3400/avd.oa.13-00116
26. Wang J, Li Y, Cui J, Li S, Lv W, Yao C, et al. Retrospective analysis of carotid body tumor surgical management: roles of preoperative image investigation and preoperative embolization. Ann Vasc Surg. 2023;94:213-22. https://doi.org/10.1016/j.avsg.2023.02.022
27. Sarookhani A, Chegini R. Carotid body tumor: Our experience with 42 patients and a literature review. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2022;74:279-86. https://doi.org/10.1007/s12070-021-02453-8
28. Sajid MS, Hamilton G, Baker DM; Joint Vascular Research Group. A multicenter review of carotid body tumour management. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2007;34:127-30. https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.01.015
29. Moscona-Nissan A, Saldívar-Rodea CA, Enríquez-García R, Rincón-Ángel LI, Navalón-Calzada A, Seidman-Sorsby A, et al. Bilateral carotid body tumor case: A novel preoperative management. Radiol Case Rep. 2021;17:1021-9. https://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.11.009
30. Gonzalez-Urquijo M, Castro-Varela A, Barrios-Ruiz A, Hinojosa-Gonzalez DE, Garza-Salas AK, Ambriz-Morales E, et al. Current trends in carotid body tumors: Comprehensive review. Head Neck. 2022;44:2316-32. https://doi.org/10.1002/hed.27147
31. Rodríguez-Cuevas S, López-Garza J, Labastida-Almendaro S. Carotid body tumors in inhabitants of altitudes higher than 2000 meters above sea level. Head Neck. 1998;20:374-8. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0347(199808)20:5<374::aid-hed3>3.0.co;2-v
32. Qin RF, Shi LF, Liu YP, Lei DL, Hu KJ, Feng XH, et al. Diagnosis and surgical treatment of carotid body tumors: 25 years' experience in China. Int J Oral Maxillofac Surg. 2009;38:713-8. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.02.019
33. Robertson V, Poli F, Hobson B, Saratzis A, Naylor AR. A systematic review and meta-analysis of the presentation and surgical management of patients with carotid body tumours. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2019;57:477-86. https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.10.038
34. Tong Y. Role of duplex ultrasound in the diagnosis and assessment of carotid body tumour: A literature review. Intractable Rare Dis Res. 2012;1:129-33. https://doi.org/10.5582/irdr.v1.3.129
35. Chen Y, Li Y, Liu J, Yang L. The clinical characteristics and outcomes of carotid body tumors in Chinese patients: A STROBE-compliant observational study. Medicine (Baltimore). 2020;99:e18824. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000018824
36. Sen I, Stephen E, Malepathi K, Agarwal S, Shyamkumar NK, Mammen S. Neurological complications in carotid body tumors: A 6-year single-center experience. J Vasc Surg. 2013;57(2 Suppl):64S-8S. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.06.114
37. Gonzalez-Urquijo M, Hinojosa-Gonzalez DE, Fabiani MA, González-González M, Cardenas-Figueroa EG, Rosero-Aguirre VA, et al. High altitude carotid body tumors growth during active surveillance. Vasc Endovascular Surg. 2023;57:451-5. https://doi.org/10.1177/15385744231154089
38. Zhang W, Liu F, Hou K, Shu X, Chen B, Wang L, et al. Surgical outcomes and factors associated with malignancy in carotid body tumors. J Vasc Surg. 2021;74:586-91. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.12.097
39. Gu G, Wu X, Ji L, Liu Z, Li F, Liu B, et al. Proposed modification to the Shamblin's classification of carotid body tumors: A single-center retrospective experience of 116 tumors. Eur J Surg Oncol. 2021;47:1953-60. https://doi.org/10.1016/j.ejso.2021.03.244
40. Gu G, Wang Y, Liu B, Chen Y, Shao J, Li F, et al. Distinct features of malignant carotid body tumors and surgical techniques for challengeable lesions: A case series of 11 patients. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2020;277:853-61. https://doi.org/10.1007/s00405-019-05740-x
41. Krych AJ, Foote RL, Brown PD, Garces YI, Link MJ. Long-term results of irradiation for paraganglioma. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006;65:1063-6. https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2006.02.020
42. Dupin C, Lang P, Dessard-Diana B, Simon JM, Cuenca X, Mazeron JJ, et al. Treatment of head and neck paragangliomas with external beam radiation therapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2014;89:353-9. https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2014.02.010
43. Suarez C, Rodrigo JP, Mendenhall WM, Hamoir M, Silver CE, Gregoire V, et al. Carotid body paragangliomas: A systematic study on management with surgery and radiotherapy. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2014;271:23-34. https://doi.org/10.1007/s00405-013-2384-5
44. Ozawa H. Current management of carotid body tumors. Auris Nasus Larynx. 2024;51:501-6. https://doi.org/10.1016/j.anl.2024.01.007
45. Jackson RS, Myhill JA, Padhya TA, McCaffrey JC, McCaffrey TV, Mhaskar RS. The effects of preoperative embolization on carotid body paraganglioma surgery: A systematic review and meta-analysis. Otolaryngol Head Neck Surg. 2015;153:943-50. https://doi.org/10.1177/0194599815605323
46. Abu-Ghanem S, Yehuda M, Carmel NN, Abergel A, Fliss DM. Impact of preoperative embolization on the outcomes of carotid body tumor surgery: A meta-analysis and review of the literature. Head Neck. 2016;38 Suppl 1:E2386-94. https://doi.org/10.1002/hed.24381

47. Texakalidis P, Charisis N, Giannopoulos S, Xenos D, Rangel-Castilla L, Tassiopoulos AK, et al. Role of preoperative embolization in carotid body tumor surgery: A systematic review and meta-analysis. World Neurosurg. 2019;129:503-513.e2. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.209
48. Napoli G, Tritto R, Moscarelli M, Forleo C, La Marca MGC, Yang L, et al. Role of pre-operative embolization in carotid body tumor surgery according to Shamblin classification: A systematic review and meta-analysis. Head Neck. 2023;45:1141-8. https://doi.org/10.1002/hed.27318
49. Li J, Wang S, Zee C, Yang J, Chen W, Zhuang W, et al. Preoperative angiography and transarterial embolization in the management of carotid body tumor: A single-center, 10-year experience. Neurosurgery. 2010;67:941-8. https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3181eda61d
50. Power AH, Bower TC, Kasperbauer J, Link MJ, Oderich G, Cloft H, et al. Impact of preoperative embolization on outcomes of carotid body tumor resections. J Vasc Surg. 2012;56:979-89. https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.03.037
51. Katagiri K, Shiga K, Ikeda A, Saito D, Oikawa SI, Tshuchida K, et al. Effective, same-day preoperative embolization and surgical resection of carotid body tumors. Head Neck. 2019;41:3159-67. https://doi.org/10.1002/hed.25805
52. Inan HC, Yener HM, Karaman E, Kizilkiliç O, Cansiz H, Eker C. Role of preoperative embolization in surgical treatment of the carotid body paragangliomas. J Craniofac Surg. 2019;30:e267-e270. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000005333