

Estudio estadístico del sitio bifurcación carotídea basado en angiografía en pacientes mexicanos

Statistical study of the carotid bifurcation based on angiography in mexicans patients

Carlos Murillo Ponce,* Gervith Reyes Soto,* Lorena Lagarde Nube,*
Rafael Mendizabal Guerra,† Gustavo Melo Guzmán,‡ Bernardo Cacho-Díaz,*
Jessica Frías Guillén,§ José Roberto Valdés Carrizales,|| José Raúl Guerra Mora*

RESUMEN

Introducción: A pesar del gran número de descripciones de variaciones anatómicas de las arterias carótidas, hay muy poca información disponible en la literatura sobre el nivel más frecuente de bifurcación de estos vasos *in vivo* y nula en relación a pacientes mexicanos. El conocimiento del sitio más frecuente de bifurcación de la arteria carótida común puede ser importante para minimizar la morbilidad y mortalidad quirúrgicas en pacientes sometidos a procedimientos que involucren la arteria carótida. **Objetivo:** Determinar la frecuencia del nivel de bifurcación de la arteria carótida común en relación con el segmento vertebral cervical determinado mediante angiografía en población mexicana. **Material y métodos:** Estudio retrospectivo, transversal, descriptivo. Se incluyeron pacientes adultos atendidos de manera consecutiva en el Servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez de México, a quienes se les realizó una angiografía cerebral digital diagnóstica, en el periodo comprendido de enero de 2016 hasta marzo de 2018. **Resultados:** Fueron incluidos 100 pacientes (60 mujeres y 40 hombres). El sitio de bifurcación carotídea más frecuente fue a nivel del espacio intervertebral C3-C4 (33%) para el lado derecho y a nivel del cuerpo vertebral de C3 (29%) para el lado izquierdo. **Conclusiones:** El conocimiento de la frecuencia del sitio de bifurcación de la arteria carótida común en nuestra población es fundamental para la planeación de todos los procedimientos endovasculares y quirúrgicos relacionados con dichas arterias y sus ramas, minimizando el número de complicaciones.

Palabras clave: Arteria carótida, angiografía, nivel vertebral, población mexicana, frecuencia.

Nivel de evidencia: III

ABSTRACT

Introduction: Despite the large number of descriptions of anatomical variations of carotid arteries, there is scarce information available in the literature about the most frequent level of bifurcation of these vessels and null in relation to Mexican patients. Knowledge of the most common bifurcation site of the common carotid artery may be important to minimize surgical morbidity and mortality in patients undergoing procedures involving the carotid artery. **Objective:** To determine the frequency of the bifurcation level of the common carotid artery in relation to the cervical vertebral segment determined by angiography in mexican population. **Material and methods:** Retrospective, cross-sectional, descriptive study. Adult patients attended consecutively in the neurological endovascular therapy service of the Hospital Juárez de México who underwent diagnostic digital cerebral angiography were included, in the period from January 2016 to March 2018. **Results:** 100 patients were included (60 women and 40 men). The most frequent carotid bifurcation site was at the intervertebral space C3-C4 (33%) for the right side and at the level of the vertebral body of C3 (29%) for the left side. **Conclusions:** The knowledge of the frequency of the bifurcation site of the common carotid artery in our population is fundamental for planning endovascular and surgical procedures related to carotid arteries and their branches, and could minimize complications.

Keywords: Carotid artery, angiography, vertebral level, mexican population, frequency.

Level of evidence: III

* Unidad de Neurociencias. Neurocirugía Oncológica. Instituto Nacional de Cancerología. Ciudad de México, México.

† Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular. Hospital Juárez de México. Ciudad de México, México.

§ Servicio de Anestesiología. Hospital Central Sur de Alta Especialidad. Pemex.

|| Servicio de Neurocirugía. Hospital General 450 de Durango, México.

Correspondencia: Dr. José Raúl Guerra Mora

Instituto Nacional de Cancerología, Ciudad de México, México.

Av. San Fernando Núm. 22, Col. Sección 16, 14080, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México.

Tel: (55)-5628-0400 E-mail: drjrgm@hotmail.com

Abreviaturas:

ACC = Arteria carótida común.

ACI = Arteria carótida interna.

ACE = Arteria carótida externa.

INTRODUCCIÓN

La bifurcación carotídea es el sitio natural donde termina la arteria carótida común (ACC), la cual es la más larga en la región del cuello, y se origina del tronco braquiocefálico en el lado derecho, y directamente del arco aórtico en el lado izquierdo. La ACC junto con sus ramas terminales, la arteria carótida interna (ACI) y la arteria carótida externa (ACE) son las principales arterias que irrigan la cabeza y el cuello. La ACI inicia al final de la ACC, al nivel del margen superior del cartílago tiroideos y termina en la fosa craneal media dividiéndose en las arterias cerebral anterior y cerebral media.¹⁻⁵ La ACE nace de la ACC al nivel del borde superior del cartílago tiroideos algo medial y frente a la ACI. La bifurcación de la ACC usualmente es a nivel de las vértebras C3/C4 o el borde superior del cartílago tiroideos; sin embargo, también puede ser vista tan bajo como al nivel de la vertebra T3 o tan alto como a la altura de la primera vértebra cervical. En cirugías relacionadas con la región cervical, la ACC y nivel de bifurcación constituyen un límite de referencia importante, definiendo el plano de disección en cirugías radicales.^{5,6} Además, la bifurcación carotídea es el sitio más común para la formación de placas ateroscleróticas. Por lo tanto, la evaluación precisa del nivel de bifurcación carotídea con técnicas no invasivas sigue siendo un objetivo importante y los puntos de referencia anatómicos externos pueden ser clínicamente útiles para predecir el nivel de bifurcación de la arteria carótida. La bifurcación carotídea contiene barorreceptores capaces de detectar cambios bruscos en la presión arterial, además de quimiorreceptores que detectan cambios en la oxigenación arterial. Estos receptores se comunican con el tallo cerebral y, a través de reflejos, regulan la homeostasis de estos parámetros vitales.^{7,8} La denervación quirúrgica de la bifurcación carotídea es un tratamiento para el síndrome del seno carotídeo.

A pesar del gran número de descripciones de variaciones anatómicas de las arterias carótidas, hay muy poca información disponible en la literatura sobre el nivel más frecuente de bifurcación de estos vasos y nula en relación a pacientes mexicanos. El conocimiento del sitio más frecuente de bifurcación de la ACC puede ser importante para minimizar la morbilidad y mortalidad quirúrgicas en pacientes sometidos a procedimientos que involucren la ACC, en los que se incluyen endarterectomía carotídea, cirugía oncológica de tumores de cabeza y cuello, colocación de *stents* y tumores carotídeos.⁹⁻¹²

Tabla 1: Localización de la bifurcación carotídea correspondiente al nivel cervical en mujeres.

Nivel vertebral cervical	Pacientes femeninos (n = 60)			
	Lado derecho	%	Lado izquierdo	%
C2	2	3.33	–	–
C2-C3	1	1.67	–	–
C3	14	23.33	17	28.33
C3-C4	19	31.67	17	28.33
C4	17	28.33	15	25.00
C4-C5	2	3.33	5	8.33
C5	2	3.33	4	6.67
C5-C6	1	1.67	2	3.33
C6	1	1.67	–	–
C6-C7	1	1.67	–	–
C7	–	–	–	–
Total	60	100.00	60	100.00

Se muestra el número de pacientes femeninos y el nivel en el que se encontró la bifurcación de la ACC en cada lado. Se muestran resultados en valor absoluto y porcentaje.

El objetivo de este trabajo fue determinar la frecuencia del nivel de bifurcación de la arteria carótida común en relación con el segmento vertebral cervical determinado mediante angiografía en población mexicana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo, transversal, descriptivo. Se incluyeron pacientes adultos atendidos de manera consecutiva en el Servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez de México, a quienes se les realizó una angiografía cerebral digital diagnóstica durante el periodo de enero de 2016 hasta marzo de 2018. Se excluyeron aquellos pacientes en los que por alguna razón no se obtuvieron imágenes de ambas ACC.

El nivel de la bifurcación carotídea fue determinado en dos o más proyecciones en cada paciente, y los niveles vertebrales fueron determinados como: C2, C2-C3, C3, C3-C4, C4, C4-C5, C5, C5-C6, C6, C6-C7, C7. Todas las mediciones fueron realizadas de forma bilateral por un neurocirujano endovascular experto.

Análisis estadístico: se realizó estadística descriptiva mediante media o porcentaje de acuerdo al caso.

RESULTADOS

Los niveles de la bifurcación carotídea fueron analizados en imágenes obtenidas por angiografía cerebral diagnóstica, realizadas en 100 pacientes (60 mu-

jeros y 40 hombres) con un rango de edad desde los 18 hasta 80 años.

En mujeres, el punto más alto de bifurcación carotídea fue a nivel de C2 (3.33%) en el lado derecho y a nivel de C3 (28.33%) en el lado izquierdo. El punto de bifurcación carotídea más bajo fue a nivel del espacio intervertebral C6-C7 (1.67%) en el lado derecho y a nivel del espacio intervertebral C5-C6 (3.33%) en el lado izquierdo. Además, el sitio más frecuente de bifurcación en el lado derecho fue a nivel del espacio intervertebral C3-C4 (31.67%), mientras que en el lado izquierdo fue tanto al nivel C3 (28.33%) así como el espacio intervertebral C3-C4 (28.33%) (Tabla 1).

En hombres, el punto más alto fue a nivel del espacio intervertebral C2-C3 (2.5%) en el lado derecho y a nivel del cuerpo vertebral de C3 (30%) en el lado izquierdo. El sitio de bifurcación más bajo fue a nivel del cuerpo vertebral de C6 (5%) en el lado derecho y en el espacio intervertebral C6-C7 (2.5%) en el lado izquierdo. En cuanto al sitio de mayor frecuencia, fue a nivel del espacio intervertebral C3-C4 (35%) para el lado derecho y a nivel de cuerpo vertebral de C3 (30%) para el lado izquierdo (Tabla 2).

Cuando todos los pacientes fueron tomados en consideración, el sitio de bifurcación carotídea más frecuente fue a nivel del espacio intervertebral C3-C4 (33%) (Figura 1) para el lado derecho y a nivel del cuerpo vertebral de C3 (29%) para el lado izquierdo (Figura 2).

DISCUSIÓN

Las variantes de la arteria carotídea han sido estudiadas de forma usual en cadáveres, en estudios angiográficos carotídeos y en algunos reportes de caso durante cirugías de cuello. Nuestra investigación determinó las variantes anatómicas de la ACC en la población mexicana mediante angiografía cerebral en 100

Tabla 2: Localización de la bifurcación carotídea correspondiente al nivel cervical en hombres.

Nivel vertebral cervical	Pacientes masculinos (n = 40)			
	Lado derecho	%	Lado izquierdo	%
C2	–	–	–	–
C2-C3	1	2.50	–	–
C3	10	25.00	12	30.00
C3-C4	14	35.00	9	22.50
C4	6	15.00	9	22.50
C4-C5	4	10.00	2	5.00
C5	2	5.00	4	10.00
C5-C6	1	2.50	2	5.00
C6	2	5.00	1	2.50
C6-C7	–	–	1	2.50
C7	–	–	–	–
Total	40	100.00	40	100.00

Se muestra el número total de pacientes masculinos y el nivel en el que se encontró la bifurcación de la ACC en cada lado. Se muestran resultados en valor absoluto y porcentaje.

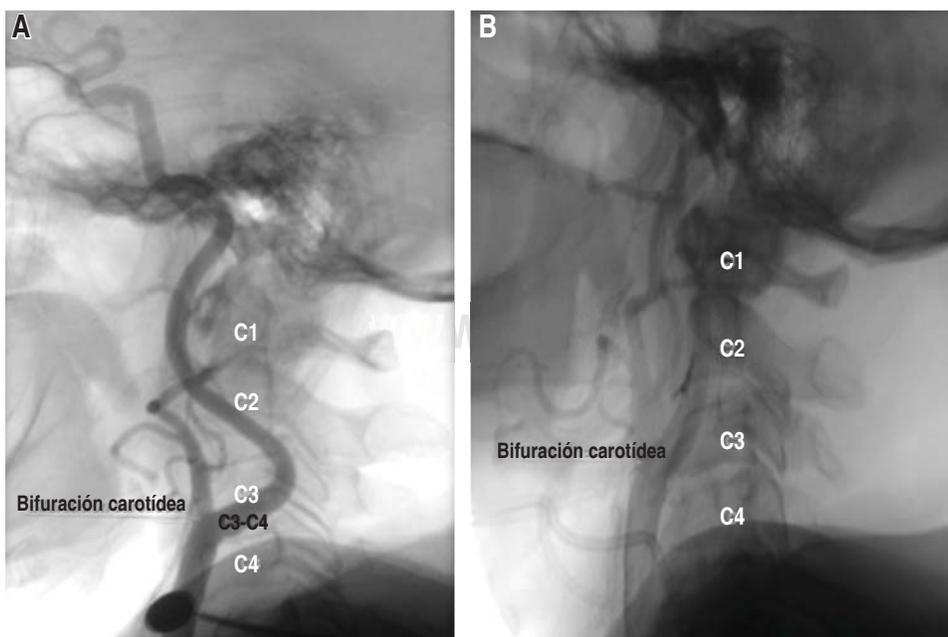


Figura 1:

Bifurcación carotídea.

Se muestran imágenes de angiografía en las que se observa el nivel de bifurcación de la ACC más común del total de pacientes del lado derecho C3-C4 (A), y del lado izquierdo C3 (B).

pacientes. A diferencia de otros estudios, nosotros investigamos la bifurcación carotídea en mayor detalle, en relación con 11 niveles diferentes vertebrales cervicales; además, se compararon el lado derecho e izquierdo. Comúnmente el sitio de mayor frecuencia de la bifurcación se encuentra a nivel del disco intervertebral de C3-C4, de tal manera que toda bifurcación por arriba de dicho nivel se denominará bifurcación alta, mientras que por debajo de tal nivel será bifurcación baja.

La lesión de la arteria carótida es un evento raro, pero potencialmente devastador que puede ocurrir durante los abordajes cervicales anteriores. La definición de una bifurcación alta implica una dificultad para el abordaje quirúrgico, debido a la presencia de elementos óseos, en especial el ángulo de la mandíbula.¹³⁻¹⁶ La cirugía más común en dicha área es la endarterectomía carotídea y una bifurcación alta es un factor predisponente para complicaciones quirúrgicas, que incluye lesiones de los nervios craneales, sobre todo del nervio hipogloso y del mandibular marginal. Por lo que una posible solución en este caso es colocar un *stent* carotídeo en lugar de realizar una endarterectomía.

En su contraparte, cuando un neurocirujano se encuentra con una bifurcación baja de la arteria carótida común durante la disección anterior del cuello, el uso de un microscopio quirúrgico puede ser útil para prevenir lesiones. Una ubicación más baja de la bifurcación carotídea puede obviar algunas manipulaciones durante el abordaje cervical anterior, como la colocación de un disco o una jaula artificial en el espacio intervertebral a causa de su diámetro transversal más ancho, por lo que la bifurcación baja es considerada quirúrgicamente favorable y no requiere especial atención, ya que puede no requerirse su manipulación durante una cirugía cervical. Sin embargo, estadísticamente tiene una incidencia bastante rara.^{9,10}

También es importante conocer el nivel de bifurcación carotídea para intervenciones relacionadas con el seno carotídeo, ya que en individuos que presentan una bifurcación alta o baja, la presión de transmisión interna del seno carotídeo cambia y un estímulo externo de compresión cervical puede causar una respuesta atenuada, a diferencia de las personas cuyo sitio de bifurcación se encuentra en la parte media del cuello.^{17,18} Además, es importante conocer el sitio de localización del seno carotídeo durante la palpación de ganglios cervicales, debido a la probabilidad de síncope al realizar esta maniobra de examinación.¹⁷⁻²⁰ Es importante conocer, que de manera común, el nivel de bifurcación de la ACC es diferente en ambos lados en un mismo paciente. Lo anterior

toma trascendencia cuando existe patología bicarotídea vascular²¹ o neoplásica.²²

De acuerdo a estudios precedentes en otras poblaciones, el sitio de bifurcación carotídea se localiza con mayor frecuencia entre los niveles C3-4 y C4-5, pero puede estar en cualquier nivel cervical. En nuestros 100 pacientes, el nivel de la bifurcación carotídea se localizó con mayor frecuencia en el nivel C3-C4 (en 33% de los pacientes) en el lado derecho, y en el nivel de C3 (en 29% de los pacientes) en el lado izquierdo.

Además, las diversas variaciones en cuanto a la localización de la bifurcación carotídea pueden ser explicadas por medio de la embriología, así como la existencia de un solo tronco arterial. La arteria carótida común y la parte proximal de la arteria carótida interna se desarrollan a partir del tercer arco aórtico, y el resto de la arteria carótida interna a partir de la porción craneal de la aorta dorsal. Sin embargo, la arteria carótida externa se ramifica desde el tercer arco aórtico, por lo que el sitio de la bifurcación carotídea dependerá de cuán alto o bajo se origine la arteria carótida externa del tercer arco aórtico.

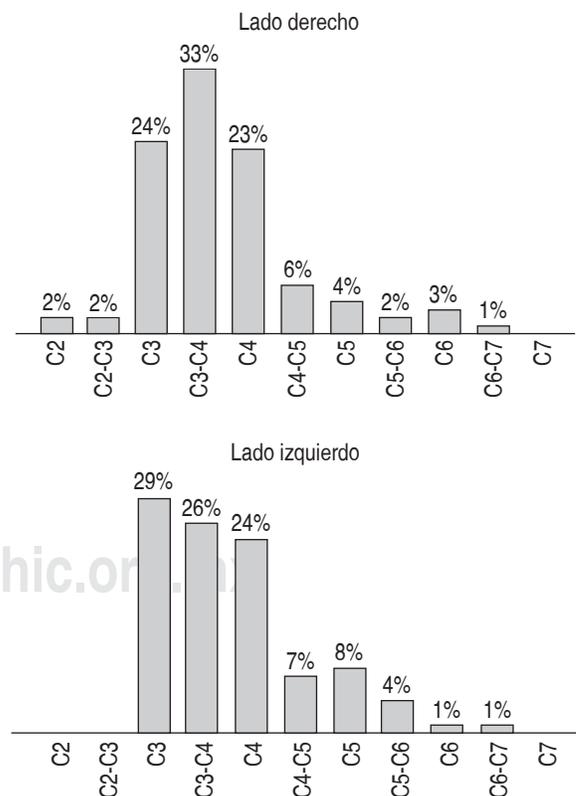


Figura 2: Comparación porcentual del lado derecho e izquierdo de la frecuencia del sitio de bifurcación carotídea en los diferentes niveles cervicales.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta que la anatomía quirúrgica del área de bifurcación carotídea es compleja, pero importante por sus diferentes aplicaciones clínicas y quirúrgicas, no solamente debería ser considerada anatómicamente como el punto de bifurcación entre la arteria carótida interna y carótida externa, sino que también deben tomarse en cuenta otras estructuras anatómicas importantes en dicha área, incluyendo los nervios craneales. Por todo lo expuesto, creemos que los resultados de este estudio permiten conocer la frecuencia del sitio de bifurcación de la arteria carótida común y que será de mucha utilidad para la planeación de los procedimientos relacionados con dichas arterias y sus ramas, pudiendo disminuir el número de complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aristokleous N, Seimenis I, Georgiou G, Papaharilaou Y, Brott B, Nicolaides A et al. Impact of head rotation on the individualized common carotid flow and carotid bifurcation hemodynamics. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*. 2014; 18 (3): 783-789.
2. Castillo M. Diagnosis of disease of the common carotid artery bifurcation: CT angiography vs catheter angiography. *AJR Am J Roentgenol*. 1993; 161 (2): 395-398.
3. Deshpande S. Bilateral multiple variations in carotid arteries: a case report. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9 (12): AD01-AD03.
4. Filardi V. Carotid artery stenosis near a bifurcation investigated by fluid dynamic analyses. *Neuroradiol J*. 2013; 26 (4): 439-453.
5. Mirjalili S, McFadden S, Buckenham T, Stringer M. Vertebral levels of key landmarks in the neck. *Clin Anat*. 2012; 25 (7): 851-857.
6. Huang X, Yin X, Xu Y, Jia X, Li J, Niu P et al. Morphometric and hemodynamic analysis of atherosclerotic progression in human carotid artery bifurcations. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2016; 310 (5): H639-H647.
7. Johnson MH, Thorisson HM, DiLuna ML. Vascular anatomy: the head, neck, and skull base. *Neurosurg Clin N Am*. 2009; 20 (3): 239-258.
8. Wisco JJ, Stark ME, Safir I, Rahman S. A heat map of superior cervical ganglion location relative to the common carotid artery bifurcation. *Anesth Analg*. 2012; 114 (2): 462-465.
9. Kamenskiy A, Dzenis Y, MacTaggart J, Lynch T, Jaffar Kazmi S, Pipinos I. Nonlinear mechanical behavior of the human common, external, and internal carotid arteries *in vivo*. *J Surg Res*. 2012; 176 (1): 329-336.
10. Klosek S, Rungruang T. Topography of carotid bifurcation: considerations for neck examination. *Surg Radiol Anat*. 2008; 30 (5): 383-387.
11. Koch S, Nelson D, Rundek T, Mandrekar J, Rabinstein A. Race-ethnic variation in carotid bifurcation geometry. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2009; 18 (5): 349-353.
12. Link J, Brossmann J, Penselin V, Glüer C, Heller M. Common carotid artery bifurcation: preliminary results of CT angiography and color-coded duplex sonography compared with digital subtraction angiography. *AJR Am J Roentgenol*. 1997; 168 (2): 361-365.
13. Lo A, Oehley M, Bartlett A, Adams D, Blyth P, Al-Ali S. Anatomical variations of the common carotid artery bifurcation. *ANZ J Surg*. 2006; 76 (11): 970-972.
14. McNamara J, Fulton G, Manning B. Three-dimensional computed tomographic reconstruction of the carotid artery: identifying high bifurcation. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015; 49 (2): 147-153.
15. Michalinos A, Chatzimarkos M, Arkadopoulou N, Safioleas M, Troupis T. Anatomical considerations on surgical anatomy of the carotid bifurcation. *Anat Res Int*. 2016; 2016: 6907472.
16. Miralles M, Arrébola M, Bruguer S, Lago A, Lara R. Volumetric assessment of the carotid bifurcation: an alternative concept to stenosis grading. *Ann Vasc Surg*. 2015; 29 (3): 411-418.
17. Oshinski J, Curtin J, Loth F. Mean-average wall shear stress measurements in the common carotid artery. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2006; 8 (5): 717-722.
18. Ozgur Z, Govsa F, Ozgur T. Anatomic evaluation of the carotid artery bifurcation in cadavers: implications for open and endovascular therapy. *Surg Radiol Anat*. 2008; 30 (6): 475-480.
19. Ribeiro R, Ribeiro J, Rodrigues Filho O, Caetano A, Fazan V. Common carotid artery bifurcation levels related to clinical relevant anatomical landmarks. *International Journal of Morphology*. 2006; 24 (3).
20. Saho T, Onishi H. Evaluation of the impact of carotid artery bifurcation angle on hemodynamics by use of computational fluid dynamics: a simulation and volunteer study. *Radiol Physics Technol*. 2016; 9 (2): 277-285.
21. Ngo MT, Kwak HS, Ho Chung G, Koh EJ. Longitudinal study of carotid artery bifurcation geometry using magnetic resonance angiography. *Vascular*. 2019; 27 (3): 312-317.
22. Lin B, Yang H, Yang H, Shen S. Bilateral malignant paragangliomas in a patient: a rare case report. *World Neurosurg*. 2019; pii: S1878-8750(18)32954-1.