

Stent Carotídeo por vía TransCarotídea con inversión dinámica del flujo. Primer caso y seguimiento a un año

Diego Soto V^{1,a*}, Gabriel Cassorla J^{1,a}, Gabriel Seguel S^{1,a}, Paulo Cassis C^{1,a}, Sebastián von Mühlenbrock H^{1,a}, Camila Hevia S^{1,a}, Melissa Pavez K^{1,a}, Francisco Goyenechea M^{2,a}, Cristian Marín O^{2,a}, Sebastián Morales Z^{2,a}.

Transcarotid Artery Stenting with dynamic flow reversal. First case and one year follow up

RESUMEN

La endarterectomía carotídea se mantiene como el gold estándar para el tratamiento de la estenosis carotídea. Si bien, el stenting carotídeo por vía transfemoral es una alternativa válida en pacientes de alto riesgo quirúrgico, la revascularización carotídea por vía transcarotídea (TCAR) ha demostrado resultados prometedores. **Caso clínico:** hombre de 68 años con hipertensión y enfermedad pulmonar obstructiva crónica que desarrolló un accidente cerebrovascular secundario a una estenosis severa alta en la arteria carótida interna derecha. Se decidió realizar TCAR debido a su localización y riesgo quirúrgico. Durante el procedimiento, se creó una fístula transitoria entre la arteria carótida y la vena yugular ipsilateral para invertir el flujo y proteger el cerebro, permitiendo el despliegue seguro del stent. El paciente se recuperó sin complicaciones y permanece asintomático al año de seguimiento. **Conclusión:** La TCAR es una alternativa segura y efectiva para revascularización en casos de alto riesgo.

Palabras clave: Angioplastia; Cirugía Vascular; Estenosis Carotídea; Procedimientos Endovasculares; Stents.

ABSTRACT

Carotid endarterectomy remains the gold standard treatment for carotid stenosis. Although transfemoral carotid artery stenting is a valid alternative for high-surgical-risk patients, transcarotid artery revascularization (TCAR) has shown promising results. **Clinical case:** 68-year-old male with hypertension and chronic obstructive pulmo-

¹Cirujano Vascular.

²Cirujano General.

^aEquipo Cirugía Vascular, Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río, Santiago, Chile.

*Correspondencia: Diego Soto Valdés / diegosotov@gmail.com
Avda. Concha y Toro 3459. Puente Alto, Chile.

Financiamiento: Este trabajo no contó con apoyo financiero de ningún tipo.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido: 01 de agosto de 2024.
Aceptado: 25 de noviembre de 2024.

nary disease who developed a stroke due to a severe high stenosis in the right internal carotid artery. TCAR was chosen due to the lesion's location and surgical risk. During the procedure, a temporary fistula was created between the carotid artery and the ipsilateral jugular vein to reverse flow as neuroprotection, enabling the safe deployment of the stent. The patient recovered without complications and remains asymptomatic at the one-year follow-up. **Conclusion:** TCAR is a safe and effective alternative for revascularization in high-risk cases.

Keywords: Angioplasty; Carotid Stenosis; Endovascular Procedures; Stents; Vascular Surgery.

La Estenosis Carotídea (EC) se mantiene como una importante causa de accidentes cerebrovasculares (ACV), siendo su mecanismo la ateroembolia arterio-arterial secundaria al accidente de una placa inestable. Su tratamiento consiste optimizar la terapia médica contra los factores de riesgo cardiovasculares y la revascularización según el grado de estenosis¹.

En pacientes sintomáticos con estenosis significativa (>50%)¹ y asintomáticos con estenosis severa (>70%)², la Endarterectomía Carotídea (CEA) es el tratamiento clásico. Sin embargo, en las últimas décadas, la angioplastia carotídea mediante stent (CAS) ha emergido como alternativa menos invasiva con buenos resultados en pacientes de alto riesgo³.

La CAS por vía transfemoral (TF-CAS) es la técnica endovascular más difundida, pudiendo ser realizada por varios especialistas del área endovascular (Cirujanos Vasculares; Radiólogos/Neuroradiólogos Intervencionistas; Neurocirujanos). No obstante, tiene aspectos técnicos que determinan una tasa de eventos neurológicos difíciles de comparar con la CEA⁴.

Hace unos años, fue descrita la revascularización endovascular de la arteria carótida interna (ACI) por vía transcarotídea (TCAR), que combina el acceso quirúrgico directo a la arteria carótida común (ACC) con protección embólica mediante la inversión dinámica del flujo con resultados prometedores⁵.

La técnica⁵ consiste en una cervicotomía longi-

tudinal supraclavicular (3-4 cm) entre los vientres del músculo esternocleidomastoideo, controlando la ACC proximal y la VYI ipsilateral. Se posiciona un introductor endovascular 8 Fr de 11 cm en la VYI (emulando un catéter venoso central) y se hepariniza sistémicamente. Luego se punciona la ACC y se instala un introductor endovascular 8 Fr de 11 cm en sentido anterógrado con relación al flujo arterial. Utilizando una conexión de vía venosa se conectan los puertos laterales de ambos introductores, creando una fístula arteriovenosa carótido-yugular. Al clampear la ACC (proximal al introductor), por circulación cerebral contralateral (a través del polígono de Willis) sumado a la diferencia de presiones de los sistemas arterial y venoso, se invierte dinámicamente el flujo. Esto se confirma con angiografía, demostrando el paso de contraste hacia el eje carotídeo, siendo redirigido (luego de unos segundos) hacia el introductor yugular, circulando por la fístula creada. Cruzada la lesión, se despliega el stent en la estenosis y si amerita, pre y/o postdilatación con balón. Todo esto bajo la neuroprotección del flujo dinámico invertido, ya que de producirse alguna microembolia, ésta pasa al sistema venoso a través del introductor yugular.

Tratada la lesión (confirmada angiográficamente) se procede a desclampear la ACC (reinstaurando el flujo anterógrado) y cerrar la fístula. Los sitios de inserción de los introductores se cierran con polipropileno 6/0, el platismo con sutura reabsorbible 3/0 y la piel con sutura intradérmica.

Basados en esto, nuestro objetivo es comunicar la experiencia del primer paciente operado en nuestro centro con esta técnica.

Paciente y Métodos

Hombre de 68 años con hipertensión arterial, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y tabaquismo activo, consultó en Urgencias el 01/02/23 por pérdida de agudeza visual progresiva (3 meses de evolución) asociado a hemiparesia braquio-crural izquierda, exacerbada los días previos a la consulta.

Se evidenció un NIHSS de 5 puntos a expensas de disartria y mínima paresia del hemicuerpo izquierdo, presión arterial 160/80 mm Hg, frecuencia cardíaca 75 lpm y oximetría de pulso de 94% (FiO₂ ambiental). Se realizó una Angio-TC evidenciando una estenosis severa alta de la ACI derecha y una Resonancia Magnética objetivó infartos agudos en el hemisferio cerebral derecho.

El eco Doppler confirmó una estenosis severa (VPS 356 cm/s) de la ACI derecha. Luego de ser

evaluado minuciosamente, confirmando una estenosis carotídea derecha severa sintomática asociado a una lesión morfológicamente alta (que dificulta técnicamente la CEA) y alto riesgo quirúrgico, decidimos realizar tratamiento endovascular mediante TCAR.

El 8/2/23, bajo anestesia general y heparinización sistémica (100 UI/Kg de heparina no fraccionada, para un Tiempo de Activación de la Coagulación [ACT] >250 s), se realizó la disección de la ACC y VVI (Figura 1). Una vez creada la fístula carótido-yugular, fue clampleada la ACC instaurando la inversión dinámica del flujo (Figura 2).

Cruzada la lesión (con la microguía de trabajo) y canalizada la ACI distal, se procedió a desplegar un stent carotídeo (Casper®. Mirovention, Terumo) de 8x30 mm. Al ser una lesión severa y distal, durante el despliegue ocurrió un fenómeno de migración proximal (hacia la ACC), siendo necesario instalar un segundo stent (7x30 mm) para tratar satisfactoriamente la lesión.

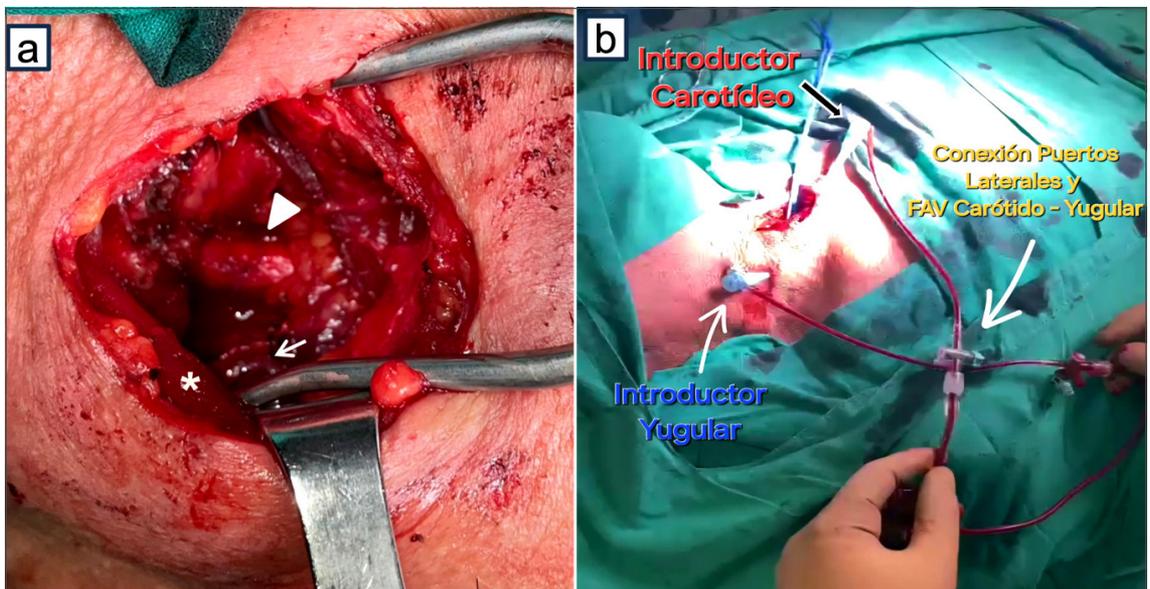


Figura 1: a. Incisión quirúrgica para el acceso a los vasos cervicales (Carótida Común: Punta de flecha; Vena Yugular Interna: flecha). El músculo esternocleidomastoideo se encuentra lateralizado (asterisco). b. Disposición de los introductores endovasculares: Carotídeo (letras en rojo [flecha negra]; anterógrado) y Yugular (letras en azul; a modo de catéter venoso central). Los puertos laterales se conectan con una vía venosa (letras en amarillo) y se crea la fístula carótido-yugular.

Discusión

La CEA se mantiene como el *gold standard* de tratamiento en la EC, con tasas de complicaciones y permeabilidad a largo plazo bien estudiadas que avalan su reproducibilidad y estandarización como técnica quirúrgica^{1,2}.

En pacientes considerados de alto riesgo para CEA, el TF-CAS es la técnica endovascular más difundida para su tratamiento. Es altamente reproducible, mínimamente invasiva y con buenos resultados a largo plazo⁶.

Sin embargo, el TF-CAS tiene aspectos técnicos que han determinado tasas de ACV perioperatorio mayores que la CEA⁷. El principal es el cruce de la estenosis con la guía de trabajo sin protección cerebral⁸, ya que el filtro utilizado como neuroprotección se introduce sobre la guía de trabajo inicial, aumentando el riesgo de embolismos antes de desplegar el stent. Para solventar esto, existen dispositivos de neuroprotección como el sistema de oclusión proximal (Mo.Ma[®])⁸, que permite cruzar la lesión y desplegar el stent sin flujo anterógrado transitorio. Si bien, este dispositivo se utiliza en otros centros, agrega un valor adicional y no se encuentra ampliamente distribuido en nuestro ámbito local. La navegación del arco aórtico antes de canalizar la ACC determina un riesgo de generar un ACV contralateral. La tortuosidad de los troncos supraaórticos asociado a aterosclerosis del arco aórtico⁹ (frecuente en pacientes de edad avanzada) elevan este riesgo, que puede ser hasta 14%¹⁰. La presencia de enfermedad arterial oclusiva aorto-iliaca puede limitar y/o dificultar la navegación de los dispositivos endovasculares, aumentando el riesgo de complicación del acceso vascular. La vía transradial¹¹ evita esto, pero igualmente implica navegar el arco aórtico.

El concepto de inversión del flujo en la ACI¹² se basa en un gradiente de presión que redirige el flujo desde el sistema arterial (alta presión) al sistema venoso (baja presión) en un sistema cerrado.

Criado, et al.¹³ describen la técnica con inversión dinámica del flujo en la ACI a través del acceso quirúrgico de la ACC y VYI ipsilateral. De esta forma la enfermedad aorto-iliaca no

es impedimento y no requiere navegar el arco aórtico¹⁴. Adicionalmente, los insumos para la TCAR se encuentran ampliamente disponibles en centros que realizan procedimientos endovasculares y cirugía carotídea. Con relación a la CEA, la incisión es considerablemente más pequeña que la cervicotomía clásica y es realizable bajo anestesia local^{15,13}. Este abordaje, conocido por un cirujano vascular, se asocia a disminución de lesión de nervio craneal (hasta 10% en la CEA)^{1,2}.

Basados en esta técnica, con un seguimiento de 103 stents a tres años, Criado, et al.¹⁵ reportaron una tasa de éxito técnico del 97% sin eventos adversos mayores (muerte/infarto) y una supervivencia libre de ACV de 91%, reforzando su viabilidad a largo plazo.

Hace unos años, la evolución de la TCAR junto al desarrollo tecnológico de la industria médica, se creó el sistema de neuroprotección ENROUTE[®] (Silk Road Medical Inc, Sunnyvale, California) que ha permitido difundir la TCAR con una alta tasa de reproducibilidad y buenos resultados¹⁶. Los estudios ROADSTER¹⁷ y ROADSTER 2¹⁸ reportaron una tasa de éxito técnico del 99,7% y de ACV/muerte/infarto del 3,2% en población por intención de tratar. A un año, el seguimiento mostró bajas tasas de ACV ipsilateral y mortalidad, consolidando la TCAR como una alternativa segura y eficaz.

Según la Sociedad de Cirugía Vascular (SVS) y la Sociedad Europea de Cirugía Vascular y Endovascular (ESVS) la TCAR ha sido reconocida como una opción viable y segura en pacientes de alto riesgo anatómico o fisiológico para CEA^{19,20}. Las guías enfatizan la necesidad de estudios adicionales para establecer su rol en pacientes de bajo riesgo quirúrgico, sugiriendo que la TCAR podría ser preferible al TF-CAS o incluso a la CEA debido a sus tasas de complicaciones más bajas y buenos resultados a largo plazo⁶.

El caso que presentamos ilustra la eficacia, reproducibilidad y seguridad de la TCAR en el tratamiento de la EC en un paciente de alto riesgo quirúrgico. A la fecha, llevamos 6 pacientes operados (en distintos meses de seguimiento) siendo los resultados similares a los reportados internacionalmente.

En conclusión, la TCAR ofrece una alternativa menos invasiva y segura para pacientes con EC en casos seleccionados. Su adopción más amplia y la realización de estudios comparativos robustos podrían consolidar su posición en la práctica clínica habitual.

Abreviaturas

- EC. Estenosis Carotídea
- ACV. Accidente Cerebro Vascular (es)
- CAS. Angioplastia Carotídea mediante Stent
- TF-CAS. Angioplastia Carotídea mediante Stent por vía Transfemoral
- CEA. Endarterectomía Carotídea
- ACI. Arteria Carótida Interna
- TCAR. Revascularización Carotídea Transcarotídea
- ACC. Arteria Carótida Común
- VVI. Vena Yugular Interna
- NIHSS. National Institutes of Health Stroke Scale
- Angio-TC. Angiografía por Tomografía Computarizada
- VPS. Velocidad Pico Sistólica (cm/s)
- ACT. Tiempo Activado de Coagulación

Referencias

1. Ferguson GG, Eliasziw M, Barr HW, Clagett GP, Barnes RW, Wallace MC, et al. The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial: Surgical results in 1415 patients. *Stroke*. 1999; 30(9): 1751-1758.
2. Walker MD, Marler JR, Goldstein M, Grady P, Toole J, Baker W, et al. Endarterectomy for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis. *JAMA*. 1995; 273(18): 1421-1428.
3. Brott TG, Hobson RW 2nd, Howard G, Roubin GS, Clark WM, Brooks W, et al: CREST Investigators. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N Engl J Med*. 2010; 363(1): 11-23.
4. Economopoulos KP, Sergeantanis TN, Tsvigoulis G, Mariolis AD, Stefanadis C. Carotid artery stenting versus carotid endarterectomy: A comprehensive meta-analysis of short-term and long-term outcomes. *Stroke*. 2011; 42(3): 687-692.
5. Criado E, Doblás M, Fontcuberta J, Orgaz A, Flores A. Transcervical carotid artery angioplasty and stenting with carotid flow reversal: Surgical technique. *Ann Vasc Surg*. 2004; 18(2): 257-261.
6. White CJ, Brott TG, Gray WA, Heck D, Jovin T, Lyden SP, et al. Carotid Artery Stenting: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2022; 80(2): 155-170.
7. Brott TG, Howard G, Roubin GS, Meschia JF, Mackey A, Brooks W. et al. CREST Investigators. Long-Term Results of Stenting versus Endarterectomy for Carotid-Artery Stenosis. *N Engl J Med*. 2016; 374(11): 1021-1031.
8. Vos JA. Evidence overview: Benefit of cerebral protection devices during carotid artery stenting. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2017; 58(2): 170-177.
9. Macdonald S, Lee R, Williams R, Stansby G; Delphi Carotid Stenting Consensus Panel. Towards safer carotid artery stenting: A scoring system for anatomic suitability. *Stroke*. 2009; 40(5): 1698-1703.
10. Fairman R, Gray WA, Scicli AP, Wilburn O, Verta P, Atkinson R, et al. CAPTURE Trial Collaborators. The CAPTURE registry: Analysis of strokes resulting from carotid artery stenting in the post approval setting: timing, location, severity, and type. *Ann Surg*. 2007; 246(4): 551-556.
11. Batista S, Oliveira LB, Borges J, Pinheiro AC, Filho JAA, Santana LS, et al. Transradial versus transfemoral access in carotid artery stenting: A meta-analysis. *Interv Neuroradiol*. 2023; 18: 1-8. Online ahead of print. Disponible en <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15910199231194665>. Consultado el 5 de Julio de 2024.
12. Ohki T, Parodi J, Veith FJ, Bates M, Bade M, Chang D, et al. Efficacy of a proximal occlusion catheter with reversal of flow in the prevention of embolic events during carotid artery stenting: An experimental analysis. *J Vasc Surg*. 2001; 33(3): 504-509.
13. Criado E, Doblás M, Fontcuberta J, Orgaz A, Flores A, Wall LP, et al. Transcervical carotid stenting with internal carotid artery flow reversal: Feasibility and preliminary results. *J Vasc Surg*. 2004; 40(3): 476-483.
14. Malas MB, Dakour-Aridi H, Wang GJ, Kashyap VS, Motaganahalli RL, Eldrup-Jorgensen J, et al. Transcarotid artery revascularization versus transfemoral carotid artery stenting in the Society for Vascular Surgery Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*. 2019; 69(1): 92-103.
15. Criado E, Fontcuberta J, Orgaz A, Flores A, Doblás M. Transcervical carotid stenting with carotid artery flow reversal: 3-year follow-up of 103 stents. *J Vasc Surg*. 2007; 46(5): 864-869.
16. Malas MB, Leal J, Kashyap V, Cambria RP, Kwolek CJ, Criado E. Technical aspects of transcarotid artery revascularization using the ENROUTE transcarotid neuroprotection and stent system. *J Vasc Surg*. 2017; 65(3): 916-920.
17. Kwolek CJ, Jaff MR, Leal JI, Hopkins LN, Shah RM, Hanover TM, et al. Results of the ROADSTER multicenter trial of transcarotid stenting with dynamic flow reversal. *J Vasc Surg*. 2015; 62(5): 1227-1234.
18. Kashyap VS, Schneider PA, Foteh M, Motaganahalli R, Shah R, Eckstein HH, et al. ROADSTER 2 Inves-

- tigators. *Early Outcomes in the ROADSTER 2 Study of Transcarotid Artery Revascularization in Patients With Significant Carotid Artery Disease*. *Stroke*. 2020; 51(9): 2620-2629.
19. AbuRahma AF, Avgerinos ED, Chang RW, Darling RC 3rd, Duncan AA, Forbes TL, et al. *Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines for management of extracranial cerebrovascular disease*. *J Vasc Surg*. 2022; 75(1S): 4S-22S.
20. Naylor R, Rantner B, Ancetti S, de Borst GJ, De Carlo M, Halliday A, et al. *Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease*. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2023; 65(1): 7-111.