

Pronóstico en pacientes con ataque cerebrovascular isquémico de circulación posterior

Functional outcome in posterior circulation acute ischemic stroke patients

Lilliana María Giraldo Tapias (1), Felipe Álvarez Gómez (2), Carolina Restrepo Aristizábal (2), Julián Cuartas Zapata (2), Angélica María Pino Pérez (3), Diego Fernando Rojas Gualdrón (4)

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El ochenta por ciento de los ataques cerebrovasculares son isquémicos, y uno de cada cinco afecta la circulación posterior. Su diagnóstico es difícil y los datos disponibles sobre el pronóstico y la mortalidad son discordantes.

OBJETIVO: evaluar el desenlace funcional a 180 días de los pacientes con ataque cerebrovascular (ACV) isquémico de circulación posterior (CP).

MATERIALES Y MÉTODOS: seguimiento prospectivo a pacientes con ACV de CP que ingresaron al Instituto Neurológico de Colombia entre septiembre del 2017 y septiembre del 2018. El desenlace clínico fue determinado mediante la escala Rankin modificada (mRS) al mes, a los seis meses y al año.

RESULTADOS: fueron incluidos 68 pacientes. La edad promedio fue 61 ± 17 años y 60,3% fueron hombres. El 85% tenía un mRS previo al ACV ≤ 1 y el 63% un NIHSS basal ≤ 4 . Nueve pacientes (13,2%) recibieron terapia de reperfusión aguda (rtPA, TEV o ambas) y siete (10,3%) adicionales arteriografía diferida. Dieciséis pacientes (23,5%) presentaron una mejoría del NIHSS basal ≥ 4 puntos. Cuarenta y seis pacientes (74,2%) presentaron un desenlace excelente mRS 0-1 a los seis meses y 87,1% fueron categorizados mRS favorable (mRS 0-2). En el análisis ajustado, el NIHSS > 4 fue un predictor de desenlace desfavorable a seis meses (RR 6,4; IC95% 2,9-14,2). Seis pacientes (9,0%) fallecieron, cuatro relacionados con el episodio actual o su recurrencia.

CONCLUSIONES: la mayoría de los pacientes con ACV de CP tienen desenlaces favorables y una baja mortalidad. La escala de NIHSS basal es un factor pronóstico independiente.

PALABRAS CLAVE: Ataque cerebrovascular; Diagnóstico; Infarto cerebral; Evaluación de la discapacidad; (DeCS).

SUMMARY

BACKGROUND: Ischemic strokes account for 80% of all strokes, and one of every five compromises the posterior circulation. The diagnosis is difficult, and the data available about the outcome and mortality are discordant in the literature.

(1) Servicio de Neurología, Instituto Neurológico de Colombia, Medellín, Colombia. Facultad de Medicina, Universidad CES, Medellín, Colombia.

(2) Servicio de Neurología, Instituto Neurológico de Colombia, Medellín, Colombia.

(3) Centro de Inmunología y Genética, Medellín, Colombia.

(4) Facultad de Medicina, Universidad CES, Medellín, Colombia.

Contribución de los autores: LMG: Autor de correspondencia. Concepción, diseño, búsqueda de la literatura, análisis de los datos, redacción del manuscrito, revisión del contenido y aprobación final. FAG: Diseño, búsqueda de la literatura, recolección de los datos, redacción del manuscrito, revisión del contenido y aprobación final. CRA: Diseño, búsqueda de la literatura, recolección de los datos, revisión del contenido y aprobación final. JCZ: Diseño, búsqueda de la literatura, recolección de los datos, redacción del manuscrito, revisión del contenido y aprobación final. AMPP: Diseño, recolección de los datos, revisión del contenido y aprobación final. DFRG: Análisis de los datos, revisión del contenido y aprobación final.

Recibido 23/2/20. Aceptado: 28/7/21.

Correspondencia: Lilliana María Giraldo Tapias, lilligiraldo@gmail.com



OBJECTIVE: To investigate the clinical outcome of patients at 180 days after posterior circulation ischemic stroke

METHODS: Patients with diagnosis of posterior circulation stroke admitted to Instituto Neurológico de Colombia between September 2017 to 2018 were prospective included. The functional outcome by modified Rankin scale score (mRS) was determined at 1-month, 6-month, and 12-month after disease onset.

RESULTS: 68 patients were included. The median age was 61 years \pm 17 and 60.3% were male. 85% had a baseline mRS \leq 1, and 63% had a baseline National Institute Stroke Scale (NIHSS) \leq 4. Nine patients were taken to acute recanalization therapies (rtPA, endovascular therapy or both) and seven more delayed arteriography. Sixteen patients (23.5%) demonstrated an improvement of four or more points over the baseline NIHSS. Forty-six patients (74.2%) had an excellent outcome 0-1 at six months and 87,1 % were categorized favorable mRS (mRS 0-2). In the adjusted analysis an NIHSS $>$ 4 was a predictor of an unfavorable outcome at 6-month (RR 6.4; IC95 % 2.9-14.2). Six patients died (9%); four of them in relation to the current event or an ischemic stroke recurrence.

CONCLUSION: Most of the patients with posterior ischemic stroke have favorable outcomes and a low mortality. The baseline NIHSS is an independent prognostic risk factor.

KEYWORDS: Brain infarction; Diagnosis; Disability evaluation (MeSH).

INTRODUCCIÓN

El ACV (ataque cerebrovascular) constituye la segunda causa de mortalidad y años de vida ajustados por la discapacidad (AVAD) a escala mundial (1,2). En Colombia, ocupa el tercer puesto dentro de las diez primeras causas de mortalidad, con una tasa de 32,2 muertes por 100.000 habitantes para el año 2018 (3,4). El 80% de los ACV son isquémicos, y aproximadamente uno de cada cinco afecta la circulación posterior (CP) o sistema vertebrobasilar (5).

El diagnóstico de ACV de CP es difícil (5,6), muchos de los síntomas y los signos son poco específicos (5,7), y algunos estudios sugieren que la National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) puede subestimar la severidad clínica del evento (8,9). La tomografía de cráneo (TC), la imagen diagnóstica más utilizada, tiene una baja sensibilidad debido a los artefactos, por la proximidad con la base del cráneo y la mastoides (10,11), y el uso de resonancia magnética (RM) con protocolo de cortes finos $<$ 5 mm, no se encuentra ampliamente disponible (12).

El activador tisular del plasminógeno (rtPA), el tratamiento de elección (clase IA) AHA/ASA 2018 (13), ha mostrado seguridad y efectividad (14-17), y la terapia endovascular, recientemente considerada como tratamiento razonable (clase IIB) AHA/ASA 2018 (13), cuenta con información limitada sobre su beneficio (18,19).

La mayoría de los datos disponibles sobre el pronóstico funcional, la mortalidad y la recurrencia de ACV de CP son resultado de estudios comparativos entre el ACV de circulación anterior (CA) y ACV de CP, con hallazgos discordantes, y muchos con desenlaces no favorables y alta discapacidad (20-24).

OBJETIVO

Este estudio busca evaluar el pronóstico y los factores asociados con el desenlace funcional según la escala Rankin modificada (mRS) a 180 días, en una cohorte de pacientes con ACV isquémico de CP atendidos en el Instituto Neurológico de Colombia (Indec) entre el 1° de septiembre del 2017 y el 1° de septiembre del 2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y muestra

Se trató de un seguimiento prospectivo a una cohorte de pacientes con ACV isquémico de CP que ingresaron al Instituto Neurológico de Colombia entre septiembre del 2017 y septiembre del 2018. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Indec. Durante la entrevista telefónica se solicitó consentimiento informado en forma verbal.

Todos los pacientes admitidos dentro de los siete días de inicio de síntomas fueron incluidos de forma consecutiva. El ACV de CP, definido como un área de aumento de la intensidad de la señal en la imagen, se confirmó mediante una imagen de resonancia magnética cerebral 1,5 tesla, con cortes de 3 mm de grosor en la secuencia de difusión (Siemens magnetom Avanto, Erlangen, Germany).

Los pacientes de las siguientes categorías fueron excluidos: menores de 18 años; pacientes con ACV isquémico agudo con lesiones en ambos territorios CA y CP; pacientes con diagnóstico de ACV hemorrágico; pacientes con trombosis de senos venosos; pacientes con estudios incompletos. En la figura 1 se describe el diagrama de flujo de selección de los pacientes.

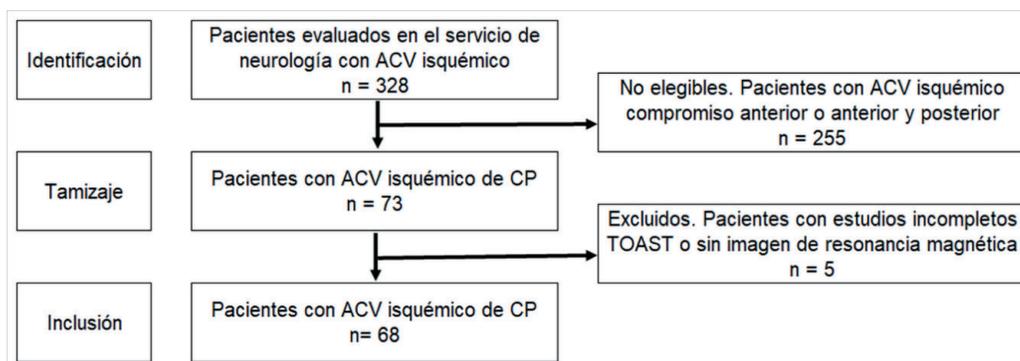


Figura 1. Diagrama de flujo de selección de los pacientes. Fuente: elaboración propia. ACV: ataque cerebrovascular. CP: circulación posterior. RM: resonancia magnética.

Variables

Se registraron las características demográficas, los antecedentes personales, los factores de riesgo, los estudios de laboratorio, la presión arterial, la escala de severidad clínica basal medida por el National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), la funcionalidad basal medida por la escala Rankin modificada (mRS), el tiempo de inicio de los síntomas y la terapia de reperusión (rtPA, terapia endovascular o ambos). La edad fue estratificada y la escala NIHSS se categorizó como leve NIHSS ≤ 4 y moderada-severa NIHSS > 4 .

La localización de las lesiones en proximal, medial y distal se llevó a cabo de acuerdo con el New England Medical Center Posterior Circulation Stroke Registry (NEMC-PCR) (25). El territorio proximal incluyó el bulbo y el cerebelo posteroinferior; el medio incluyó la protuberancia y el cerebelo anteroinferior; y el distal incluyó el tallo encefálico rostral, el cerebelo superior y los lóbulos occipital y temporal.

El ACV de CP se clasificó en cinco subtipos de acuerdo con el Stopt Stroke Study TOAST (SSS-TOAST): aterosclerosis de gran vaso, embolismo cardioaórtico, oclusión de pequeño vaso, otras causas, e indeterminado (desconocido, evaluación incompleta o embolismo criptogénico) (26).

Se registraron los días de estancia hospitalaria, la mejoría intrahospitalaria de la escala NIHSS, las complicaciones sistémicas (neumonía, infección urinaria, trombosis venosa profunda / tromboembolismo pulmonar) y neurológicas (hemorragia sintomática, transformación hemorrágica según ECASS, edema maligno, hidrocefalia, craniectomía descompresiva, disfagia, sonda nasogástrica, traqueostomía, gastrostomía).

El desenlace clínico se determinó mediante la escala Rankin modificada (mRS). El puntaje de mRS al mes, a los

seis meses y al año se evaluó mediante el examen clínico o una entrevista telefónica realizada por residentes de neurología entrenados. Los puntajes mRS 0-1 se consideraron excelentes, y se categorizaron como favorable mRS 0-2 y desfavorable mRS 3-6. Adicionalmente, se evaluó la disminución de cuatro puntos en la escala de NIHSS basal al alta hospitalaria, como también la mortalidad por cualquier causa.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se resumieron por medio de frecuencias absolutas y porcentajes y las cuantitativas empleando mediana y rango intercuartílico. Para evaluar la asociación entre las variables de interés y el desenlace desfavorable (mRS 3-6), se hizo un análisis de medidas repetidas (0, 1, 6 y 12 meses) mediante el modelo lineal generalizado con familia binomial, función de enlace logarítmica y estimación robusta de la varianza. Se presentan las estimaciones de asociación crudas y ajustadas usando medidas de riesgo relativo (RR), junto con intervalos de confianza y valor p. Las variables con valor $p < 0,05$ y aquellas consideradas de confusión, basadas en la literatura, se incorporaron al análisis multivariado de los factores pronósticos. Se utilizó el método Kaplan-Meier para analizar la supervivencia a un año en los pacientes con ACV de circulación posterior. Se presenta la función de supervivencia y la estimación de supervivencia acumulada a 12 meses, con intervalo de confianza del 95%. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el programa estadístico Stata versión 16.1.

RESULTADOS

Se incluyó un total de 68 pacientes. La edad promedio fue 61 ± 17 años y el 60,3% fueron hombres, el 85% de los pacientes tenía un mRS previo al ACV ≤ 1 , y el 63%

presentó un NIHSS basal ≤ 4 , en tanto que el 78% de los pacientes ingresó con más de 4,5 horas de síntomas. La distribución de los subtipos de ACV según la clasificación SSS-TOAST fue oclusión de pequeño vaso 18 (26,5%), indeterminado 17 (25%), otras causas 15 (22%), aterosclerosis de gran vaso 12 (17,6%) y embolismo cardioaórtico 6 (8,9%). La localización de las lesiones según el NEMC-PCR fue medial 26 (38,2%), seguida por distal 25 (36,8%) y proximal 17 (25%). En la tabla 1 se describen las características de base y los desenlaces de los pacientes.

Nueve pacientes (13,2%) recibieron manejo con alguna terapia de reperfusión aguda (rtPA, TEV o ambas) y en siete pacientes (10,3%) adicionales se realizó arteriografía diferida. No se presentaron hemorragias sintomáticas, y de los tres pacientes con edema cerebral, uno requirió descompresión quirúrgica. Diez y seis pacientes (23,5%) presentaron una mejoría del NIHSS basal ≥ 4 puntos.

Cuarenta y seis pacientes (74,2%) presentaron un desenlace excelente mRS 0-1 a los seis meses del alta, y 54 (87,1%) fueron categorizados como mRS favorable. En la figura 2 se describe el porcentaje de pacientes con mRS desfavorable 3-6 en los diferentes intervalos de tiempo. En el análisis ajustado el NIHSS > 4 fue un predictor independiente de desenlace desfavorable a seis meses (RR 6,4; IC95% 2,9-14,2). En la tabla 2 se muestran los factores asociados con desenlaces desfavorables a seis meses.

Con relación a la muerte, seis pacientes (9%) fallecieron, cuatro en relación con el episodio actual o su recurrencia (días 1, 3, 9 y 19 del evento), uno por infarto de miocardio y otro de causa desconocida. La supervivencia acumulada a los 12 meses fue de 91,2% (IC95% 81,4%-96,0%). En la figura 3 se muestra la función de supervivencia a 12 meses en los pacientes con ACV de CP.

DISCUSIÓN

La observación más importante de este estudio fue el desenlace favorable (mRS 0-2) de los pacientes con ACV de circulación posterior, en tres intervalos de tiempo posteriores al evento isquémico durante 12 meses (mRS favorable 79% al mes, 86% a los seis meses y 87% a los 12 meses). Estos resultados coincidieron con los encontrados en los estudios de Glass y colaboradores (27), 79% a un mes; Kim y colaboradores (20), 70% a tres meses; Lin y colaboradores (28), 64% a tres meses; Tao y colaboradores (22), 80% a tres meses y 90% a 12 meses; y Han y colaboradores (23), 85% a 12 meses.

En esta cohorte, la escala de severidad clínica NIHSS basal ≤ 4 fue un factor predictor de desenlaces favorables, hallazgo descrito en el registro de Sato y colaboradores (29), en el cual el punto de corte para un desenlace favorable fue un NIHSS basal ≤ 5 (sensibilidad 84%, especificidad 81%,

valor predictivo positivo 93%, valor predictivo negativo 64%), e Inoa y colaboradores (8), en el que un NIHSS basal ≥ 4 clasificó un 71% de los pacientes con desenlace funcional desfavorable (sensibilidad 65,6% y especificidad 72,4%); sin embargo, para alcanzar un 80% de sensibilidad para desenlaces desfavorables el NIHSS basal fue ≥ 2 .

La mortalidad a 12 meses reportada en esta cohorte fue del 8,8%, dato que concuerda con lo reportado por Tao y colaboradores (22), del 9%, pero más alta que la tasa reportada por Han y colaboradores (23), del 3%; sin embargo, comparado con este último, en este estudio se observó una menor tasa de recurrencia a 12 meses, 3% vs 7%.

En este registro y de acuerdo con muchos otros estudios, la mayoría de los pacientes fueron de sexo masculino y el principal factor de riesgo cardiovascular fue la hipertensión (20,22-24,30). El territorio más comprometido fue el medial, seguido por el distal, según lo descrito por Kim y colaboradores (20), pero en discrepancia con el registro de Caplan (25). Y, de conformidad con lo reportado por Tao y colaboradores (22), la mayoría de los pacientes ingresaron después de las 4,5 horas de inicio de los síntomas.

Con respecto a los subtipos de ACV de CP, en esta cohorte el compromiso de pequeño vaso y el indeterminado fueron los más comunes. Estos hallazgos varían según los diferentes estudios, y concuerdan con lo reportado por Zeng y colaboradores, Sommer y colaboradores y Libman y colaboradores, en los cuales el pequeño vaso corresponde al 37,6%, 20,7% y 24,4%, respectivamente, y el indeterminado a 24,5%, 39,7% y 44,4% (30-32). Esto difiere de lo reportado por Caplan y colaboradores y Kim y colaboradores, en cuyos trabajos el subtipo embólico y gran vaso fueron más frecuentes (20,25). Sin embargo, se debe tener en cuenta que en este estudio, la estratificación etiológica se realizó según el Stop Stroke Study TOAST.

En este estudio, las bajas tasas de mortalidad y discapacidad a pesar de un ingreso tardío podrían explicarse por una mayor frecuencia de ACV de pequeño vaso más que embólico, el compromiso del territorio medial más que distal y una escala de severidad clínica NIHSS basal con puntuaciones bajas, todos ellos relacionados con desenlaces desfavorables (20,24,32).

Este estudio tiene limitaciones: la población solamente incluyó pacientes del departamento de Antioquia, los datos se recogieron de las bases de las historias electrónicas, lo que limita el detalle de la información, y el diagnóstico se realizó mediante el uso de resonancia magnética, ayuda diagnóstica que no se encuentra disponible ampliamente.

CONCLUSIONES

Este estudio refuerza la evidencia de que la mayoría de los ACV de CP con escalas de NIHSS bajas tienen

Tabla 1. Características de base y desenlaces de los pacientes.

Variables	n = 68
Edad, años, mediana (Q1, Q3)	62 (52,74)
18-59, n (%)	29 (42,6)
60-69, n (%)	12 (17,6)
70-79, n (%)	17 (25)
≥ 80, n (%)	10 (14,7)
Sexo femenino, n (%)	27 (39,7)
Factores de riesgo cardiovascular, n (%)	
Hipertensión	44 (64,7)
Hiperlipidemia	24 (35,3)
Diabetes mellitus	11 (16,2)
Fibrilación auricular	4 (5,9)
Ataque cerebrovascular (ACV) previo	19 (27,9)
Tabaquismo activo	17 (25)
mRS previo al ACV, mediana (Q1, Q3)	0 (0, 1)
Parámetros clínicos y paraclínicos	
NIHSS basal, mediana (Q1, Q3)	3 (1, 7)
Inicio de síntomas-ingreso, horas, mediana (Q1, Q3)	24 (5, 72)
Presión arterial sistólica, mmHg, mediana (Q1, Q3)	140 (129, 154)
Presión arterial diastólica, mmHg, mediana (Q1, Q3)	78 (70, 90)
Leucocitos x 10 ³ , mediana (Q1, Q3)	8.8 (6.9, 10.9)
Creatinina, mg/dL, mediana (Q1, Q3)	0,96 (0,81, 1,1)
Días de estancia hospitalaria, mediana (Q1, Q3)	4 (4, 6)
Terapia de reperfusión	
rtPA	6 (8,8)
Terapia endovascular (TEV)	2 (2,9)
rtPA + TEV	1 (1,5)
Complicaciones, n (%)	
Transformación hemorrágica	2 (2,9)
Edema cerebral	3 (4,4)
Disfagia	10 (14,7)
Gastrostomía	5 (7,4)
Traqueostomía	2 (2,9)
Desenlaces	
mRS al alta, mediana (Q1, Q3)	1 (1, 3)
mRS al mes, mediana (Q1, Q3), n = 65	1 (0, 2)
mRS a los 6 meses, mediana (Q1, Q3), n = 63	1 (0, 2)
mRS a los 12 meses, mediana (Q1, Q3), n = 31	0 (0, 1)
Mortalidad por cualquier causa, n (%)	6 (9)
Tiempo a muerte por cualquier causa, días, mediana (Q1, Q3)	14 (2, 66)
Mortalidad relacionada con ACV, n (%)	4 (6)
Tiempo a muerte relacionado con ACV, días, mediana (Q1, Q3)	6 (1, 16)

mRS: escala Rankin modificada. NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale. rtPA: activador tisular del plasminógeno.

Versión: por autores.

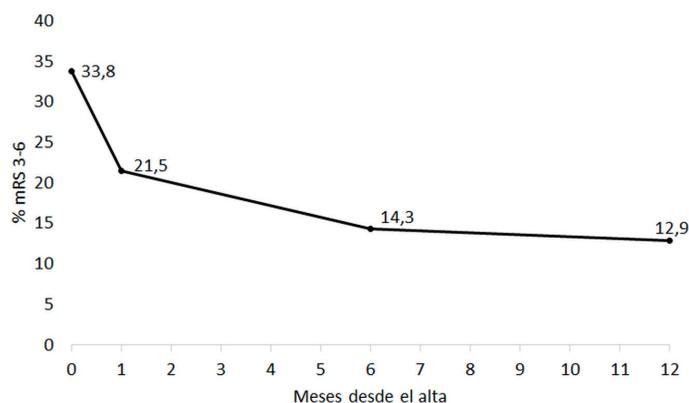


Figura 2. Porcentaje de pacientes con mRS desfavorable en los diferentes intervalos de tiempo.
mRS: escala Rankin modificada.
SS: National Institutes of Health Stroke Scale.
Versión: por autores.

Tabla 2. Predictores de desenlaces desfavorables a seis meses.

Variables	Bivariado		Ajustado	
	RR (IC 95 %)	Valor p	RR (IC 95 %)	Valor p
Edad ≥ 80 años	2,67 (1,34-5,31)	0,05		
Mujer	1,47 (0,71-3,00)	0,71		
Hipertensión	1,49 (0,72-3,09)	0,27		
DM2	1,00 (0,34-2,90)	0,27		
Localización proximal	1,03 (0,50-2,13)	0,92		
NIHSS basal > 4	6,36 (2,9-14,2)		5,53 (3,27-9,37)	< 0,05
Disfagia	0,18 (0,11-0,30)	< 0,05		
Gastrostomía	0,20 (0,12-0,31)	< 0,05		
Traqueostomía	0,23 (0,16-0,33)	< 0,05		

RR: riesgo relativo. IC 95%: intervalo de confianza 95%. DM2: diabetes mellitus. NIH

Versión: por autores.

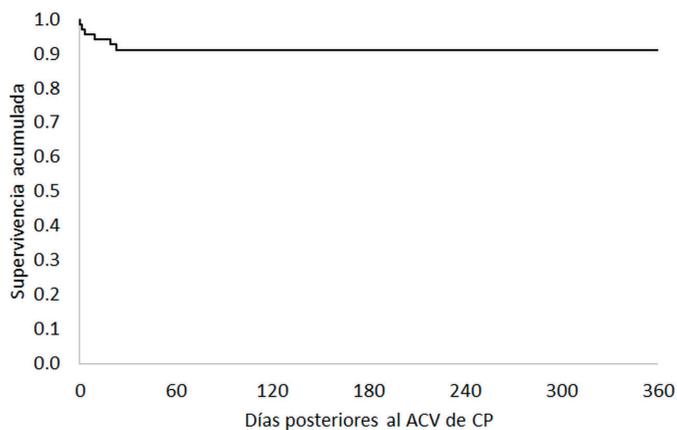


Figura 3. Función de supervivencia a 12 meses en pacientes con ACV de circulación posterior.
Versión: por autores.

desenlaces favorables. Se requieren estudios con tamaños de muestra más grandes, comparativos y con intervalos de seguimiento posterior a los 12 meses que permitan identificar factores asociados con desenlaces desfavorables a largo plazo.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan la inexistencia de conflictos de interés en relación con este artículo.

REFERENCIAS

- Krishnamurthi RV, Ikeda T, Feigin VL. Global, regional and country-specific burden of ischaemic stroke, intracerebral haemorrhage and subarachnoid haemorrhage: a systematic analysis of the global burden of disease study 2017. *Neuroepidemiology*. 2020;54:171-9. <https://doi.org/10.1159/000506396>
- Katan M, Luft A. Global burden of stroke. *Semin Neurol*. 2018;38:208-11. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1649503>
- Asivamosensalud. Así vamos en Salud, enfermedades crónicas no transmisibles. [19.03.2020]. Disponible en: <https://asivamosensalud.org/indicadores/enfermedades-cronicas-no-transmisibles/tasa-de-mortalidad-por-enfermedades>
- Ministerio de Salud y Protección social. Enfermedades cardiovasculares. [19.03.2020]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Enfermedades-cardiovasculares.aspx>
- Sparaco M, Ciolli L, Zini A. Posterior circulation ischaemic stroke-a review part I: anatomy, etiology and clinical presentations. *Neurol Sci*. 2019;40:1995-2006. <https://doi.org/10.1007/s10072-019-03977-2>
- Schulz UG, Fischer U. Posterior circulation cerebrovascular syndromes: diagnosis and management. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2017;88:45-53. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-311299>
- Go S. Posterior circulation ischemic stroke. *Mo Med*. 2015;112:192-6.
- Inoa V, Aron AW, Staff I, Fortunato G, Sansing LH. Lower NIH stroke scale scores are required to accurately predict a good prognosis in posterior circulation stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2014;37:251-5. <https://doi.org/10.1159/000358869>
- Olivato S, Nizzoli S, Cavazzuti M, Casoni F, Nichelli PF, Zini A. e-NIHSS: an expanded National Institutes of Health Stroke Scale weighted for anterior and posterior circulation strokes. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2016;25:2953-7. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.08.011>
- Wall SD, Brant-Zawadzki M, Jeffrey RB, Barnes B. High frequency CT findings within 24 hours after cerebral infarction. *AJR Am J Roentgenol*. 1982;138:307-11. <https://doi.org/10.2214/ajr.138.2.307>
- Sparaco M, Ciolli L, Zini A. Posterior circulation ischemic stroke-a review part II: imaging and acute treatment. *Neurol Sci*. 2019;40:2007-15. <https://doi.org/10.1007/s10072-019-03936-x>
- Schönfeld MH, Ritzel RM, Kemmling A, Ernst M, Fiehler J, Gellibßen S. Improved detectability of acute and subacute brainstem infarctions by combining standard axial and thin-sliced sagittal DWI. *PLoS ONE*. 2018;13:e0200092. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200092>
- Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018;49:e46-110. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000158>
- Förster A, Gass A, Kern R, Griebel M, Hennerici MG, Szabo K. Thrombolysis in posterior circulation stroke: stroke subtypes and patterns, complications and outcome. *Cerebrovasc Dis*. 2011;32:349-53. <https://doi.org/10.1159/000330346>
- Zhu X, Wang N, Lin H, Zhang P, Chen L, Zhang M, et al. Safety and efficacy of intravenous thrombolytic therapy in patients with acute posterior circulation stroke: A single-center study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29:104537. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104537>
- Dorňák T, Král M, Šaňák D, Kaňovský P. Intravenous thrombolysis in posterior circulation stroke. *Front Neurol*. 2019;10:417. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00417>
- Keselman B, Gdovinová Z, Jatuzis D, Melo TPE, Vilionskis A, Cavallo R, et al. Safety and outcomes of intravenous thrombolysis in posterior versus anterior circulation stroke: results from the safe implementation of treatments in stroke registry and meta-analysis. *Stroke*. 2020;51:876-82. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027071>
- Wang F, Wang J, He Q, Wang L, Cao Y, Zhang H, et al. Mechanical thrombectomy for posterior circulation occlusion: a comparison of outcomes with the anterior circulation occlusion - a meta-analysis. *J Atheroscler Thromb*. 2020. <https://doi.org/10.5551/jat.54221>
- Zhao W, Ma P, Zhao W, Yang B, Zhang Y, Song J, et al. The safety and efficacy of mechanical thrombectomy in posterior vs. anterior emergent large vessel occlusion: a systematic review and meta-analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29:104545. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104545>
- Kim SH, Lee J-Y, Kim DH, Ham JH, Song YK, Lim EJ, et al. Factors related to the initial stroke severity of posterior circulation ischemic stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2013;36:62-8. <https://doi.org/10.1159/000351512>
- Gattringer T, Posekany A, Niederkorn K, Knoflach M, Poltrum B, Mutzenbach S, et al. Predicting early mortality of acute ischemic stroke. *Stroke*. 2019;50:349-56. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.022863>
- Tao WD, Kong FY, Hao ZL, Lin S, Wang DR, Wu B, et al. One-year case fatality and disability after posterior circulation infarction in a Chinese hospital-based stroke study. *Cerebrovasc Dis*. 2010;29:376-81. <https://doi.org/10.1159/000281836>

23. Han Y, Xu M, Zhao Y, Zhang Y. Long-term outcome and prognostic factors of posterior circulation ischemia patients: Results from a single center retrospective study. *Vascular*. 2020;28:25-30. <https://doi.org/10.1177/1708538119866604>
24. Sommer P, Posekany A, Serles W, Marko M, Scharer S, Fertl E, et al. Is functional outcome different in posterior and anterior circulation stroke? *Stroke*. 2018;49:2728-32. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.021785>
25. Caplan L, Chung CS, Wityk R, Glass T, Tapia J, Pazdera L, et al. New England medical center posterior circulation stroke registry: I. Methods, data base, distribution of brain lesions, stroke mechanisms, and outcomes. *J Clin Neurol*. 2005;1:14-30. <https://doi.org/10.3988/jcn.2005.1.1.14>
26. Ay H, Furie KL, Singhal A, Smith WS, Sorensen AG, Koroshetz WJ. An evidence-based causative classification system for acute ischemic stroke. *Ann Neurol*. 2005;58:688-97. <https://doi.org/10.1002/ana.20617>
27. Glass TA, Hennessey PM, Pazdera L, Chang HM, Wityk RJ, Dewitt LD, et al. Outcome at 30 days in the New England Medical Center Posterior Circulation Registry. *Arch Neurol*. 2002;59:369-76. <https://doi.org/10.1001/archneur.59.3.369>
28. Lin SF, Chen CI, Hu HH, Bai CH. Predicting functional outcomes of posterior circulation acute ischemic stroke in first 36 h of stroke onset. *J Neurol*. 2018;265:926-32. <https://doi.org/10.1007/s00415-018-8746-6>
29. Sato S, Toyoda K, Uehara T, Toratani N, Yokota C, Moriwaki H, et al. Baseline NIH Stroke scale score predicting outcome in anterior and posterior circulation strokes. *Neurology*. 2008;70:2371-7. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000304346.14354.0b>
30. Zeng Q, Tao W, Lei C, Dong W, Liu M. Etiology and risk factors of posterior circulation infarction compared with anterior circulation infarction. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015;24:1614-20. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.03.033>
31. Frid P, Drake M, Giese AK, Wasselius J, Schirmer MD, Donahue KL, et al. Detailed phenotyping of posterior vs. anterior circulation ischemic stroke: a multi-center MRI study. *J Neurol*. 2020;267:649-58. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09613-5>
32. Libman RB, Kwiatkowski TG, Hansen MD, Clarke WR, Woolson RF, Adams HP. Differences between anterior and posterior circulation stroke in TOAST. *Cerebrovasc Dis*. 2001;11:311-6. <https://doi.org/10.1159/000047659>