

Enfermedad carotídea aterosclerótica. Experiencia en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía en pacientes sometidos a angioplastia carotídea con *stent*

Juan Manuel Santana-López, Marco Antonio Zenteno-Castellanos, Jorge Balderrama Bañares, Liliana Escobar-Pérez, Susana Vega-Montesinos

RESUMEN

La enfermedad carotídea aterosclerosa (EC) es una entidad frecuente a nivel mundial, con una prevalencia aproximada entre el 55 y 60%, siendo más frecuente en pacientes mayores de 60 años, sin diferencias significativas entre género. La EC moderada-severa (estenosis >50%) explica alrededor del 15% de los casos de infarto cerebral y hasta el 50% de los episodios isquémicos transitorios. Asimismo, se identifica por soplos carotídeos en personas asintomáticas (sin haber presentado síntomas de isquemia cerebral). El tratamiento consistente en antiagregantes plaquetarios, uso de estatinas y control de factores de riesgo; pero en ocasiones es necesario el tratamiento invasivo (endarterectomía vs colocación de endoprótesis). La angioplastia carotídea puede ser superior a la endarterectomía carotídea en cierto grupo de pacientes, como en aquellos sometidos previamente a cirugía o radiación de cuello.

Palabras clave: enfermedad carotídea aterosclerótica, angioplastia, *stent*, isquemia cerebral.

Atherosclerotic carotid disease. Experience at the National Institute of Neurology and Neurosurgery in patients undergoing carotid angioplasty with *stent*

ABSTRACT

The carotid atherosclerotic disease (CD) is a common global entity, with a prevalence of approximately 55 to 60%, being more frequent in patients over 60 years, with no significant differences between gender. The moderate-severe CAD (stenosis > 50%) accounts for about 15% of cases of stroke and up to 50% of transient ischemic episodes. It also identified by carotid bruits in asymptomatic persons (without presenting symptoms of cerebral ischemia). Treatment consisting of antiplatelet, statin use and control of risk factors; but sometimes invasive treatment (endarterectomy vs stenting) is required. Carotid angioplasty may be superior to carotid endarterectomy in a group of patients, such as those previously undergone neck surgery or radiation.

Key words: carotid atherosclerotic disease, angioplasty, *stent*, cerebral ischemia.

Fue hasta comienzos del siglo XX que los doctores Chiari, Hunt y Moniz, iniciaron asociaciones entre la enfermedad carotídea aterosclerótica (EC) y la cerebrovascular (EVC); en 1905 Chiari describe la aparición de trombos en arterias carótidas de pacientes que habían presentado un EVC; Hunt informó características clínicas de 20 pacientes con hemiplejía pero no obtuvo datos de autopsia¹.

Recibido: 3 marzo 2014. Aceptado: 27 marzo 2014.

Departamento de Terapia Endovascular Neurológica, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Correspondencia: Juan Manuel Santana-López. Departamento de Terapia Endovascular Neurológica, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Insurgente Sur 3978. La Fama, 14269, México D.F. E-mail: santanajm9@hotmail.com

En 1927 el doctor Moniz inicio las primeras angiografías de la época, lo que permitió la identificación de los vasos afectados; en 1936, Sjöqvist realizó la primera descripción de oclusión carotídea utilizando la angiografía².

Hultquist en 1942; realizó exámenes de la circulación carotídea en 400 pacientes encontrando un 3% de trombosis en arterias carótidas; en la década del 1950; el doctor C. Miller Fisher realizó más de 1,100 autopsias encontrando relación causal de los accidentes isquémicos transitorios y EC^{1,3}.

Previamente se consideraba que las isquémias cerebrales eran secundarias a vasoespismo; hoy se conoce que la EC es la causal de cerca del 15% de todos los EVC, aproximadamente la mitad son precedidos de accidentes isquémicos transitorios^{1,4}.

En la actualidad; la EC es considerada sintomática cuando los síntomas corresponden al territorio arterial carotídeo con menos de 6 meses de evolución, dentro de los síntomas encontramos: amaurosis fugax monocular, hemiparesia, hemiplejía, hipoestesia, afasia, asimismo, ha sido descrito el *ataque de sacudidas* ("shaking spell"), en el cual el paciente presenta episodios similares a crisis motoras; las cuales afectan al miembro superior, considerado secundario a la isquemia cerebral que causa irritabilidad neuronal, con movimientos anormales secundarios^{4,5}.

Diferentes mecanismos fisiopatológicos acompañan a esta entidad, como embolismo arterio-arterial, hipoperfusión cerebral secundaria a estenosis carotídea severa o bien por extensión del trombo a circulación intracraneal⁶.

Un estudio publicado en 1998, dio a conocer la prevalencia de la enfermedad carotídea en México en mayores de 60 años, para esto se realizó ultrasonografía y Doppler con imagen de flujo a color de las arterias carótidas a pacientes que pertenecían al proyecto CUPA (estudio de vigilancia epidemiológica iniciado en 1989 en el Distrito Federal, México). En cada uno se evaluó la presencia de estenosis carotídea, placas de ateroma, índice de íntima media y tortuosidad de los vasos. Se incluyeron un total de 198 pacientes, 56 hombres y 142 mujeres, en el 65% de los estudios realizados se documentó la presencia de alguna anomalía, estas eran más frecuentes en pacientes de mayor edad, llegando a ser hasta del 88% en personas mayores de 75 años; las lesionesestenóticas mayores del 50% se encontraron en el 6% de las personas examinadas, la frecuencia de placas de ateroma y engrosamiento de la íntima media fue mayor del 60%, no se encontraron diferencias significativas cuando se realizaron análisis por género y edad⁷.

En el estudio CARMELA (*Cardiovascular Risk Factor*

Múltiple Evaluation in Latin America), realizado para determinar la prevalencia del síndrome metabólico en Latinoamérica y su asociación con aterosclerosis carotídea, de carácter observacional y corte transversal, llevado a cabo en siete ciudades de Latinoamérica; Barquisimeto (Venezuela), Buenos Aires (Argentina), Bogotá (Colombia), Distrito Federal (México), Santiago de Chile (Chile), Quito (Ecuador) y Lima (Perú), la prevalencia de síndrome metabólico fue tomado de acuerdo a la definición del Programa Nacional de Educación en el tratamiento de la dislipidemia (NCEP ATP III), se vincularon un total de 11,502 personas entre los 25 y 64 años, obteniendo los siguientes resultados.

En las mujeres se encontró 59% de hipertensión e hipertrigliceridemia y 73% de anomalías en el metabolismo de la glucosa; el 48% de hombres presentó hipertensión arterial, 64% obesidad y 71% anomalías en el metabolismo de la glucosa.

La prevalencia del síndrome metabólico se incrementó con la edad, índice de íntima media y presencia de placas de ateroma en las carótidas fue mayor en pacientes con síndrome metabólico que en aquellos que no tenían esta entidad; en la ciudad de México se obtuvo la mayor prevalencia de síndrome metabólico con un 27%, seguida de Barquisimeto con el 26%, en Santiago de Chile el 21%, Bogotá 20%, los menores prevalencias se encontraron en las ciudades de Lima, Buenos Aires y Quito con el 18, 17 y 14% respectivamente, demostrando que el síndrome metabólico se correlaciona con EC y que deben realizarse intervenciones en salud pública para disminuir la morbi-mortalidad en este tipo de poblaciones⁸.

Dos grandes estudios NASCET por sus siglas en inglés (*North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*) y el estudio Europeo ECST (*European Carotid Surgery Trial*), se realizaron para clasificar la enfermedad carotídea de acuerdo a su severidad y determinar el beneficio quirúrgico (endarterectomía), sobre el mejor manejo médico disponible; los estudios tuvieron resultados similares, como se describe a continuación.

El estudio NASCET, de origen Norteamericano publicado en 1991, clasificó la enfermedad carotídea en tres grupos, de acuerdo a la severidad de la estenosis y determinó el mejor tratamiento a seguir, para ello tomó rangos de estenosis carotídea: < 50%, <70% y estenosis entre el 70 y 99%, de acuerdo a la siguiente fórmula⁹:

$$\frac{D(\text{diámetro}) \text{ distal al bulbo carotídeo normal} - D \text{ de la estenosis}}{\text{estenosis}} \times 100$$

D distal al bulbo carotídeo normal.

Para la estenosis carotídea menor del 50% la mejor opción terapéutica fue el manejo médico, riesgo de EVC a 5 años fue del 3,8%; para la estenosis carotídea entre el 50 y el 69%; se encontró beneficio quirúrgico en hombres que no fueran diabéticos y que no estuvieran tomando antiagregantes plaquetarios, el riesgo de EVC a 5 años fue del 6,5%¹⁰.

Los pacientes con estenosis entre el 70 y el 99% el riesgo de EVC fue del 13%, en este subgrupo, un total de 659 pacientes fueron llevados a endarterectomía y otros 659 recibieron manejo médico, el estudio fue detenido cuando se demostró un beneficio mayor en el grupo quirúrgico con una reducción del riesgo absoluto del 17%, éste beneficio se correlacionó con el grado de estenosis, siendo mayor en personas que tenían un grado severo de estenosis carotídea, alcanzando hasta un 26% en pacientes con estenosis entre el 90 y 99%, siempre y cuando el riesgo operatorio no superara el 10%⁹⁻¹¹.

En el estudio europeo el grado de estenosis carotídea fue determinado de acuerdo a la siguiente fórmula¹²:

$$\frac{D(\text{diámetro}) \text{ bulbo carotídeo normal} - D(\text{de la estenosis}) \times 100}{D \text{ bulbo carotídeo normal}}$$

Hay que tener en consideración que el diámetro bulbar es mayor que el de la arteria en su segmento distal; por lo cual, el porcentaje de estenosis en el ECST es mayor al expresado por el estudio NASCET; así una estenosis ECST del 85% corresponde a una estenosis NASCET del 70%. En este ensayo multicéntrico se aleatorizaron un total de 2,518 personas las cuales presentaron síntomas isquémicos de territorio carotídeo, entre ellos episodios isquémicos transitorios, infartos retíneales, eventos vasculares isquémicos no discapacitantes, en los cuales se documentó lesión carotídeaestenótica ipsilateral¹²⁻¹⁴.

La estenosis fue clasificada como leve entre el 0 y el 29%, moderada entre el 30 y el 69% y severa para el rango comprendido entre el 70 y el 99%, obteniéndose en este último un beneficio mayor de la endarterectomía sobre el manejo médico¹²⁻¹⁴.

Para el tratamiento de la enfermedad carotídea asintomática, se diseñaron varios estudios entre ellos el ACAS (Asymptomatic Carotid Atherosclerosis), en el cual se incluyeron un total de 1.662 pacientes con enfermedad carotídea asintomática con estenosis mayor o igual al 60% según criterios NASCET, los pacientes fueron aleatorizados para recibir manejo quirúrgico (endarterectomía) o manejo médico, (aspirina más control de los factores de riesgo)¹⁵. Como resultados

primarios del estudio se documentó que el riesgo de EVC o muerte perioperatoria fue del 5,1% para los pacientes del grupo quirúrgico, y del 11% para los que recibieron manejo médico (reducción del riesgo agregado del 53% [95% de intervalo de confianza, 22% al 72%])¹⁵. Hubo diferencias significativas en la reducción del riesgo a 5 años con respecto al género, siendo este del 66% para los hombres y de tan sólo el 17% en mujeres, esta diferencia dada principalmente por una mayor tasa de complicaciones perioperatorias en el género femenino.

El estudio ACST (Asintomatic Carotid Surgery Trial), también incluyó personas con un porcentaje de estenosis carotídea mayor de 60%, los cuales se encontraban asintomáticos, los hallazgos fueron similares a los del estudio ACAS, la tasa de complicaciones perioperatorias fue del 3%. Se estima que el número necesario a tratar (NNT) es de 20 pacientes a ser intervenidos para prevenir un infarto cerebral los 5 años. Se encontró una incidencia anual de EVC del 2% en pacientes que recibieron manejo médico, lo cual es similar a lo encontrado en otros estudios en pacientes que recibieron manejo quirúrgico¹⁶.

OBJETIVOS

Identificar el grupo etario en el cual es más frecuente la enfermedad carotídea sintomática; sus características en cuanto a porcentaje utilizando el método de NASCET. Factores de riesgo asociados al tratamiento endovascular (clínica o imagen). Asimismo, determinar el comportamiento del *stent* en la luz vascular (reestenosis, falta de dilatación, hiperplasia endotelial, trombosis, entre otros). Comportamiento clínico de los pacientes en base a escalas de Rankin modificada, índice de Barthel; así como, evaluación cognoscitiva mediante el *test* de MoCA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio retrospectivo, observacional, transversal, analítico y descriptivo se toma como muestra a pacientes del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez con diagnóstico de enfermedad carotídea aterosclerótica que fueron sometidos a tratamiento endovascular con *stent* del 2010 al 2013.

El tamaño de muestra será el total de pacientes que se encuentren registrados en el servicio de epidemiología, a los que se les haya realizado angioplastia carotídea con *stent* en el periodo comprendido, siendo un total de 15 pacientes registrados.

Criterios de inclusión

Pacientes mayores de 30 años de edad con diagnóstico de enfermedad carotídea aterosclerótica que hayan sido sometidos a angioplastia carotídea con *stent*.

Pacientes que puedan acudir al Instituto para la realización de estudios de DyNA-CT y *Doppler* y que no sean alérgicos al medio de contraste yodado; asimismo, que hayan firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Pacientes que hayan sido sometidos a angioplastia carotídea con *stent* que no puedan acudir al Instituto, a la realización de los estudios antes mencionados a causa de discapacidad o por ser foráneos.

Pacientes que no deseen participar en el estudio, o que no hayan firmado el conocimiento informado.

Se revisaran todos los expedientes clínicos de pacientes sometidos a angioplastia carotídea con *stent* del 2010 a 2013. Se buscará la presencia de antecedentes de factores de riesgo cardiovascular; así como, el estado clínico previo a la colocación del *stent*. Se revisarán los estudios de gabinete y laboratorio que se utilizaron para diagnóstico y evaluación de los pacientes.

Se determinará el grado de severidad de la estenosis carotídea mediante el método NASCET en pacientes sometidos a angioplastia carotídea con *stent*, se compararon los datos demográficos y factores de riesgo entre los pacientes con EC.

Se buscará si en los pacientes que se consideró la colocación de *stent* con estenosis menor del 50% había datos clínicos de placa inestable, como antecedentes de ataques isquémicos transitorios y/o infartos cerebrales previos.

Se considero EC leve si había presencia de placas de ateroma sin estenosis, moderada en estenosis del 50 al 74% y severa cuando la estenosis fue $\geq 75\%$.

Se realizará seguimiento de los pacientes mediante realización de estudios de *Doppler* para la medición de las velocidades de flujo; así como, de diámetros *intrastent* y relación íntima-media; así como, estudio de DyNACT para determinar diámetros del *stent* y presencia de estenosis y/o hiperplasia endotelial.

Para la realización de los estudios de *Doppler* se utilizará el equipo de ultrasonido del instituto SIEMENS ACUSON X150.

Para la realización del estudio de DyNACT se utilizará el equipo de angiografía del Instituto marca SIEMENS Artis Zeego brazo robótico, previa administración del medio de contraste intravenoso yodado (IOPAMIRON 320) 100 ml, evaluando previamente la función renal.

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Instrumento de medición	Escala de medición
Enfermedad carotídea aterosclerótica		Dependiente	XA y/o Doppler	Nominal
Factores de riesgo cardiovascular		Dependiente	Evaluación clínica	Nominal
Antecedente de TIA's y/o EVC		Dependiente	Evaluación clínica	
Clasificación de NASCET	Grado de estenosis carotídea	Dependiente	Estadios de NASCET	Nominal
Edad	Años cumplidos de acuerdo a fecha de nacimiento	Independiente	Historia clínica	Cuantitativa
Género	Sexo del sujeto	Independiente	Historia clínica	Dicotómica
Estado clínico previo y posterior al procedimiento	Grado de afección en las funciones cognitivas, lenguaje, motoras, sensitivas	Independiente	Historia clínica	Cuantitativa
Rankin modificado previo y posterior al procedimiento	Capacidad funcional del paciente para realizar actividades cotidianas	Independiente	Escala de Rankin modificada	Nominal
Índice de Barthel previo y posterior al procedimiento	Capacidad funcional del paciente para sus actividades cotidianas	Independiente	Historia clínica	Nominal
Hiperplasia endotelial proximal y/o distal	Diámetro y longitud de hiperplasia endotelial	Independiente	DyNA -CT	Cuantitativa
Velocidades de flujo sistólico y diastólico pre y postprocedimiento	VPS y VFD en arterias carótidas sometidas a colocación de <i>stent</i> previo y posterior al procedimiento	Independiente	Doppler	Cuantitativa
Reestenosis en <i>stent</i> previamente colocado	Presencia de reestenosis que haya requerido de una nueva intervención	Independiente	Historia clínica	Nominal

Análisis univariado para evaluar la calidad de datos recolectados incluyendo faltantes, completos y estadística descriptiva con medidas de tendencia central y dispersión; en términos de porcentajes para variables nominales, mediana y rango para ordinales, media y desviación estándar para variables dimensionales.

Análisis bivariado comparativo con pruebas de t de student o Wilcoxon/Mann-Whitney: para variables numéricas de acuerdo a si son paramétricas o no paramétricas respectivamente; *chi cuadrada* para variables nominales. *Prueba de ANOVA* de una vía para variables paramétricas y prueba de Kruskal-Wallis para no paramétricas.

Correlación de *Spearman* y regresión múltiple lineal y logística respectivamente para identificar asociaciones. El análisis estadístico se realizará con el programa SPSS v. 19 (*Statistics Package for Social Sciences*) o superior.

RESULTADOS

Se encontró un total de 15 pacientes sometidos a angioplastia carotídea con *stent* en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía de enero del 2010 a mayo del 2013 en los registros del departamento de epidemiología. Trece pacientes fueron incluidos (2 mujeres y 11 hombres) para evaluación clínica y realización

de estudio de DyNA CT (tomografía por detector planar) y *Doppler* de vasos de cuello como seguimiento después al tratamiento. Se excluyeron dos pacientes a que eran foráneos y no contaban con medios para acudir a la realización de estudios. El 100% de los pacientes eran diestros.

Los pacientes fueron divididos en 4 grupos etarios (50 a 59 años, 60 a 69 años, 70 a 79 años y > de 80 años de edad), siendo la media de edad de 67.8 años (+/-9.2). Se correlacionaron los grupos con factores de riesgo más relevantes, arrojando los siguientes resultados (tablas 1-3):

Tabla 1. Grupos por edad *porcentaje de oclusión carotídea.

Grupos por edad	Porcentaje de oclusión carotídea			Total
	<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
50-59	0	2	1	3
60-69 años	1	2	2	5
70-79 años	0	1	2	3
mayor de 80 años	0	2	0	2
Total	1	7	5	13

Tabla 2. Grupos por edad * TI.

Grupos por edad	Ataque isquémico transitorio previo		Total
	Si	No	
50-59	1	2	3
60-69 años	2	3	5
70-79 años	3	0	3
mayor de 80 años	1	1	2
Total	7	6	13

Tabla 3. Grupos por edad *EVC.

Grupos por edad	Evento vascular cerebral previo		Total
	Si	No	
50-59	2	1	3
60-69 años	4	1	5
70-79 años	1	2	3
mayor de 80 años	1	1	2
Total	8	5	13

Se encontró una correlación entre el antecedente de evento vascular cerebral y el pronóstico funcional de los pacientes determinado por la fuerza en la evaluación clínica final ($p<0.05$).

En lo que respecta al género, se encontró prevalencia en el sexo femenino y de episodios isquémicos transitorios, siendo esta de 100% ($n=2$), comparado con el sexo masculino que fue de 45.4% ($n=5$).

Del total de pacientes ($n=13$), 6 (46.2%) tenían antecedente de *diabetes mellitus* tipo 2; 9 (69.2%) *hipertensión arterial*; 7 (53.8%) presentaron *episodios isquémicos transitorios*; 8 (61.5%) tenía antecedente de *evento vascular cerebral previo*, de los cuales el 50%

fueron en territorio de arteria cerebral media izquierda y el 50% en territorio de arteria cerebral media derecha; 1 (7.7%) tenía historia de hipotiroidismo; 12 (92.3%) era *fumadores* activos; *etilismo* en el 69.2% ($n=9$); *cardiopatía* en el 23.1% ($n=3$) *artritis reumatoide* en el 7.7% ($n=1$). El tabaquismo ($n=12$) fue un factor determinante en el desarrollo de enfermedad carotídea aterosclerótica en el presente estudio, resultado similar al reportado en la literatura internacional. Se correlacionaron cada uno de los factores de riesgo con el porcentaje de oclusión carotídea, arrojando los siguientes resultados (tablas 4-8).

Tabla 4. Relación tabaquismo *porcentaje de oclusión carotídea.

Tabaquismo	Porcentaje de oclusión carotídea			Total
	<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
Si	1	6	5	12
No	0	1	0	1
Total	1	7	5	13

Tabla 5. Relación EVC *porcentaje de oclusión carotídea.

		Porcentaje de oclusión carotídea			Total
		<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
Evento vascular cerebral previo	Si	1	5	2	8
	No	0	2	3	5
Total		1	7	5	13

Tabla 6. Relación DM2 *porcentaje de oclusión carotídea.

		Porcentaje de oclusión carotídea			Total
		<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
<i>Diabetes mellitus</i>	Si	1	4	1	6
	No	0	3	4	7
Total		1	7	5	13

Se realizó prueba no paramétrica de Wilcoxon evaluando dos variables relacionadas: tabaquismo con porcentaje de oclusión carotídea por NASCET arrojó un valor de $p<0.05$; la correlación de DM2 con NASCET arrojó un valor de $p<0.05$; la relación de HAS con NASCET mostró un valor de $p<0.05$; la relación de TIA con NASCET dio un valor de $p<0.05$; y la relación de EVC previo con NASCET mostró un valor de $p<0.05$.

La media del valor sérico de colesterol en pacientes fue de 157.6 mg/dl y triglicéridos de 171.1 mg/dl. Se realiza prueba no paramétrica de Wilcoxon, encontrando correlación con el porcentaje de estenosis en NASCET, obteniendo un valor de $p<0.05$.

Se realizó evaluación clínica de pacientes previo al procedimiento, en base a lo registrado en el expediente clínico; así como, posterior al mismo, con una media de tiempo transcurrido de 18.1 meses entre una y otra evaluación. Los resultados de dicha evaluación se muestran en la tabla 9, observando una mejoría en la clínica

de pacientes en todas las variables evaluadas, influyendo esto en el pronóstico funcional.

Tabla 7. Relación hipertensión arterial *porcentaje de oclusión carotídea.

Hipertensión arterial	Porcentaje de oclusión carotídea			Total
	<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
Si	1	6	2	9
No	0	1	3	4
Total	1	7	5	13

Tabla 8. Relación TIA *porcentaje de oclusión carotídea.

Ataque isquémico transitorio previo	Porcentaje de oclusión carotídea			Total
	<50% leve	50-70% moderada	>70% severa	
Si	0	3	4	7
No	1	4	1	6
Total	1	7	5	13

Tabla 9. Evaluación clínica inicial y final.

Evaluación clínica inicial	Evaluación clínica final
Alerta	Alerta
Despiertos 92.3% (n=12)	Despiertos 100% (n=13)
Estupor 7.7% (n=1)	
Atención	Atención
Atentos 92.3% (n=12)	Atentos 100 % (n=13)
Inatentos 7.7% (n=1)	
Orientación	Orientación
Orientados 76.9% (n=10)	Orientados 92.3% (n=12)
Desorientados 23.1% (n=3)	Desorientados 7.7% (n=1)
Lenguaje	Lenguaje
Normal 53.8% (n=7)	Normal 84.6% (n=11)
Disartria 30.8% (n=4)	Disartria 15.4% (n=2)
Afasia motora 15.4% (n=2)	
	p 0.18
Focalización de nervios craneales	Focalización de nervios craneales
II. Amaurosis fugaz 23.1% (n=3)	VII. Paresia facial central 15.4% (n=2)
VII. Paresia facial central 30.8% (n=4)	
	p 0.34
Fuerza muscular	Fuerza muscular
Normal 46.1% (n=6)	Normal 61.5% (n=8)
Hemiparesia derecha 30.8% (n=4)	Hemiparesia derecha 15.4% (n=2)
Hemiparesia izquierda 7.7% (n=1)	Hemiparesia izquierda 15.4% (n=2)
Hemiplejía izquierda 7.7% (n=1)	Hemiplejía izquierda 7.7% (n=1)
Cuadriparesia 7.7% (n=1)	
	*p <0.05
Escala de fuerza	Escala de fuerza
Fuerza 5/5 el 46.2% (n=6)	Fuerza 5/5 el 61.5% (n=8)
Fuerza 4/5 el 23.1% (n=3)	Fuerza 4/5 el 23.1% (n=3)
Fuerza 3/5 el 7.7% (n=1)	Fuerza 3/5 el 7.7% (n=1)
Fuerza 2/5 el 7.7% (n=1)	Fuerza 0/5 el 7.7% (n=1)
Fuerza 1/5 el 7.7% (n=1)	
Fuerza 0/5 el 7.7% (n=1)	
	*p <0.05
Sensibilidad	Sensibilidad
Normal 69.2% (n=9)	Normal 84.6% (n=11)
Hipoestesia hemicorporal izquierda 23.1% (n=3)	Hipoestesia hemicorporal izquierda 7.7% (n=1)
Hipoestesia hemicorporal derecha 7.7% (n=1)	Hipoestesia hemicorporal derecha 7.7% (n=1)
	*p <0.05
Control de esfínter vesical y anal	Control de esfínter vesical y anal
Continencia 92.3% (n=12)	Continencia 100% (n=13)
Incontinencia 7.7% (n=1)	

Se realizaron 3 escalas funcionales a cada uno de los pacientes previo al procedimiento; así como, posterior al mismo, con una media de tiempo transcurrido entre evaluación inicial y posterior de 18.1 meses, siendo estas, escala de Rankin modificada e índice de Barthel para evaluar funcionalidad y dependencia de pacientes respectivamente; así como, test de MOCA

para evaluación de funciones mentales. Se encontró que los valores de la escala de Rankin modificada y del índice de Barthel mostraron mejoría en sus valores, resultando en una mejor calidad de vida para pacientes. En cuanto al resultado del test de MOCA, no influyó el tratamiento instituido (tabla 10).

Tabla 10. Escalas funcionales.

EVALUACIÓN INICIAL	EVALUACIÓN FINAL
Escala de Rankin modificada	Escala de Rankin modificada*
Rankin 0 (asintomáticos). 23.1% (n=3)	Rankin 0. El 61.5% (n=8)
Rankin 1 (incap. muy leve). 23.1% (n=3)	Rankin 1. El 7.7% (n=1)
Rankin 2 (incap. leve). 23.1% (n=3)	Rankin 2. El 7.7% (n=1)
Rankin 4 (incap. moderadamente grave). 15.4% (n=2)	Rankin 4. El 7.7% (n=1)
Rankin 5 (incap. grave). 15.4% (n=2)	Rankin 5. El 15.4% (n=2)
Índice de Barthel	Índice de Barthel **
Independientes (100 puntos). 53.8% (n=7)	Independientes. 76.9% (n=10)
Dependencia leve (>= 60 puntos). 15.4% (n=2)	Dependencia moderada. 15.4% (n=2)
Dependencia moderada (40-55 puntos). 15.4% (n=2)	Dependencia grave. 7.7% (n=1)
Dependencia grave (20-35 puntos). 7.7% (n=1)	
Dependencia total (<20 puntos). 7.7% (n=1)	
Test de MOCA	Test de MOCA ***
Media de 26.7 puntos	Media de 26.6 puntos

*P 0.12; ** p <0.05; ***0.12

En el análisis multivariado, relacionando datos clínicos de la evaluación final con el resultado de la escala de Rankin modificada para evaluar la funcionalidad, encontramos que la fuerza en relación al pronóstico funcional medido por escala de Rankin modificada fue estadísticamente significativa (p<0.05); en relación a la escala de fuerza (p<0.05), focalización de nervios craneales (p<0.05) y sensibilidad (p<0.05).

En el análisis multivariado, relacionando los datos clínicos de la evaluación final con el resultado del índice de Barthel para evaluar la dependencia de pacientes, encontramos que la escala de fuerza en relación a la dependencia fue estadísticamente significativa (p<0.05), y la focalización de nervios craneales (p<0.05).

En cuanto a resultados del estudio *Doppler* previo al procedimiento de los 13 pacientes, uno no cuenta con estudio de *Doppler* previo debido a que ingreso a sala de hemodinámica de manera urgente por presentar un cuadro clínico de evento vascular cerebral agudo caracterizado por afasia motora, pérdida del estado de alerta y hemiparesia derecha, documentándose una estenosis carotídea izquierda a nivel del bulbo carotídeo del 98%, con evidencia de oclusión por un trombo en el segmento M1 de la arteria cerebral media izquierda, por lo que en primera instancia se colocó *wallstent* carotídeo asistido con filtro de protección distal y secundariamente; se realizó rescate vascular intrarterial del tronco de la arteria cerebral media izquierda con rTPA 3 mg y colocación de *stent* cardiológico *promus element*, con recuperación de la clínica de la paciente.

Los resultados del Doppler carotídeo previo al procedimiento de angioplastia en ejes carotídeo derecho e izquierdo se muestran en tablas 11 y 12. Asimismo, se encontró que de los 13 pacientes tratados, 4 (30.7%) fueron sometidos a colocación de *wallstent* bilateral, 6 (46.1%) fueron sometidos a colocación de *wallstent* derecho, y 3 (23%) fueron sometidos a colocación de *wallstent* izquierdo (tabla 13).

Tabla 11. Valores del Doppler previo en eje carotídeo izquierdo.

	Velocidad sistólica doppler previo a procedimiento ACII	Velocidad diastólica doppler previo a procedimiento ACII	IR Doppler previo a procedimiento o ACII	% de estenosis bulbo carotídeo	Relación íntima/media previo a procedimiento ACCI
Media	132.2364 cm/seg	40.9091 cm/seg	.7367	54.8889	.8300 mm
N	11	11	9	9	10
Desv. típ.	54.57056	24.65658	.09552	17.89863	.17670

Tabla 12. Valores del Doppler previo en eje carotídeo derecho.

	Velocidad sistólica doppler previo a procedimiento ACID	Velocidad diastólica doppler previo a procedimiento ACID	IR doppler previo a procedimiento o ACID	% de estenosis bulbo carotídeo	Relación íntima/media previo a procedimiento ACCD
Media	162.6800 cm/seg	64.9500 cm/seg	.70000	67.1250	.8778 mm
N	10	10	9	8	9
Desv. típ.	139.38566	78.22043	.086168	18.67342	.23333

Tabla 13. Carótida tratada.

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Derecha	6	46.2
Izquierda	3	23.1
Bilateral	4	30.8
Total	13	100.0

En la evaluación angiográfica la media del porcentaje de oclusión medido por el método de NASCET fue de 73.26% (± 18.4). En cuanto a la clasificación de estenosis en leve, moderada y severa los resultados fueron los reportados en la tabla 14.

Tabla 14. Porcentaje de oclusión carotídea.

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos <50% leve	1	7.7
50-70% moderada	7	53.8
>70% severa	5	38.5
Total	13	100.0

En el procedimiento de colocación de *stent* carotídeo, se utilizó filtro de protección distal en el 76.9% de los pacientes (n=10), se realizó dilatación previa con balón en el 30.8% de los casos (n=4).

No se encontró correlación entre el uso de dispositivo de protección distal y pronóstico funcional de

pacientes, ni con el riesgo de complicaciones, debido a que el 100% de los procedimientos se realizó sin eventualidades.

Dos pacientes requirieron recolocación de *stent* debido a reestenosis, en un caso esta fue del 40% y en el otro caso del 35%, sin embargo en estos pacientes se encontró que no habían seguido las indicaciones médicas y habían continuado con tabaquismo intenso posterior a la colocación del primer *stent*. Asimismo, ambos tenían antecedente de ser diabéticos e hipertensos.

En la evaluación final de los pacientes, los resultados del Doppler fueron los reportados en las tablas 15 y 16.

Tabla 15. Valores del Doppler final en eje carotídeo izquierdo.

	Velocidad sistólica Doppler posterior a procedimiento ACCI	Velocidad diastólica Doppler posterior a procedimiento ACCI	IR Doppler posterior a procedimiento ACCI	Relación íntima/media posterior a procedimiento ACCI
Media	75.7923 cm/seg	18.0308 cm/seg	.7646	1.0385 mm
N	13	13	13	13
Desv. típ.	15.55273	8.33940	.09024	.25344

Tabla 16. Valores del Doppler final en el eje carotídeo derecho.

	Velocidad sistólica Doppler posterior a procedimiento ACCD	Velocidad diastólica Doppler posterior a procedimiento ACCD	IR Doppler posterior a procedimiento ACCD	Relación íntima/media posterior a procedimiento ACCD
Media	70.2545 cm/seg	18.9909 cm/seg	.7373	.9300 mm
N	11	11	11	10
Desv. típ.	17.38260	8.83747	.10479	.14181

En los estudios de Doppler final, se encontró que 38.5% de los casos (n=5) desarrollaron hiperplasia endotelial, la media de dicha hiperplasia endotelial fue de 1.08 mm. No se encontró correlación entre factores de riesgo y detección de hiperplasia endotelial valorada por Doppler.

Las mediciones de velocidades en el interior del *stent* medidas por Doppler son las reportadas en la tabla 17.

Tabla 17. Velocidades medidas por Doppler en el interior del *stent* en ejes carotídeo derecho e izquierdo respectivamente.

	Velocidad sistólica <i>stent</i> derecho	Velocidad sistólica <i>stent</i> izquierdo	Velocidad diastólica <i>stent</i> derecho	Velocidad diastólica <i>stent</i> izquierdo
Media	136.6667 cm/seg	100.3250 cm/seg	61.9444 cm/seg	33.5000 cm/seg
N	9	8	9	8
Desv. típ.	104.73885	23.42207	81.45250	12.40392

Las medias del valor de la apertura mínima del *stent*, misma que corresponde al sitio en que se encontraba la placa fueron, para el lado derecho de 4.2 mm y para el lado izquierdo de 3.7 mm. La media del tiempo transcurrido entre el procedimiento y realización del *Doppler* final fue de 15.6 meses. En el estudio de DyNA CT se reportaron con datos de hiperplasia endotelial el 76.9% de casos (n=10), siendo esta proximal en el 30.8% de casos (n=4), distal en el 23.1% (n=3) proximal y distal en el 23.1% (n=3).

Por lo anterior, en el presente estudio, la técnica del DyNA CT para la detección de hiperplasia endotelial fue superior al *Doppler* 76.9% vs 38.5% respectivamente.

Los valores de los diámetros y longitudes de hiperplasia endotelial proximal y distal medida por DyNA CT en los ejes carotídeos derecho e izquierdo son reportados en las tablas 18 y 19, teniendo en consideración que 3 pacientes fueron sometidos a colocación de *stent* bilateral.

Tabla 18. Medias de mediciones de hiperplasia endotelial por DyNA CT en el eje carotídeo izquierdo.

	Diámetro de hiperplasia endotelial proximal izquierda	Diámetro de hiperplasia endotelial distal izquierda	Longitud de hiperplasia endotelial proximal izquierda	Longitud de hiperplasia endotelial distal izquierda
Media	3.4200 mm	.5500 mm	3.3660 mm	5.5000 mm
N	5	1	5	1
Desv. típ.	6.03955	.	2.26732	.

Tabla 19. Medias de mediciones de hiperplasia endotelial por DyNA CT en el eje carotídeo derecho.

	Diámetro de hiperplasia endotelial proximal derecha	Diámetro de hiperplasia endotelial distal derecha	Longitud de hiperplasia endotelial proximal derecha	Longitud de hiperplasia endotelial distal derecha
Media	1.4917 mm	.9050 mm	5.2440 mm	3.9000 mm
N	6	6	5	5
Desv. típ.	1.28677	.23569	1.36361	1.66381

En cuanto a la apertura del *stent* en el interior de la arteria carótida común y arteria carótida interna, determinada por estudio de DyNA CT, las medidas fueron reportadas en las tablas 20 y 21.

Los valores medidos de los diámetros de las arterias carótida común y carótida interna son reportados en la tabla 22.

En la literatura se reporta la medida del diámetro de arteria carótida común de 7 mm, bulbo carotídeo de 7.5 mm y arteria carótida interna de 4.7 mm por lo cual las determinaciones de dicha mediciones en pacientes incluidos en el presente estudio corresponden a lo reportado en la literatura.

Tabla 20. Medidas de la apertura de *stent* en el eje carotídeo derecho, determinado por estudio de DyNA CT.

	Diámetro de <i>stent</i> en ACC derecha	Diámetro de <i>stent</i> a nivel de la placa	Diámetro de <i>stent</i> a nivel de ACI derecha	Longitud del <i>stent</i> derecho
Media	6.4160 mm	3.5110 mm	4.6550 mm	5.6367 cm
N	10	10	10	9
Desv. típ.	.72702	.90289	.69414	1.18771

Tabla 21. Medidas de la apertura de *stent* en el eje carotídeo izquierdo, determinado por estudio de DyNA CT.

	Diámetro de <i>stent</i> en ACC izquierdo	Diámetro de <i>stent</i> a nivel de placa izquierda	Diámetro de <i>stent</i> a nivel de ACI izquierda	Longitud de <i>stent</i> izquierdo
Media	5.7471 mm	3.4571 mm	4.3043 mm	5.0557 cm
N	7	7	7	7
Desv. típ.	2.34440	2.09868	1.74212	.75938

Tabla 22. Valores de los diámetros de la ACC y ACI derecha e izquierda, determinados por estudio de DyNA CT.

	Diámetro de ACC derecha	Diámetro de ACI derecha	Diámetro de ACC izquierda	Diámetro de ACI izquierda
Media	6.3860 mm	4.0580 mm	5.6071 mm	3.9029 mm
N	10	10	7	7
Desv. típ.	1.16251	.72148	2.44582	1.75440

La relación de la apertura del *stent* con el diámetro arterial en ambos ejes carotídeos se resume en la tabla 23, observando una adecuada expansión del *stent* con respecto al diámetro arterial normal.

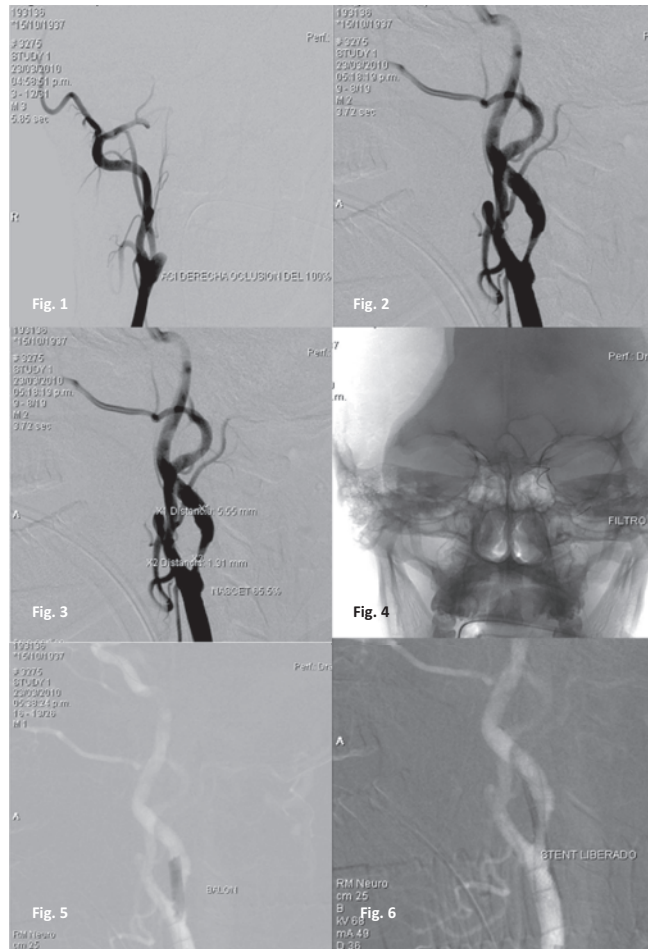
Tabla 23. Relación de la apertura del *stent* con respecto al diámetro arterial.

Sitio de medición	Diámetro de arteria	Expansión del <i>stent</i>
ACCD	6.38 mm	6.41 mm
ACID	4.04 mm	4.65 mm
ACCI	5.60 mm	5.74 mm
ACII	3.90 mm	4.30 mm

La media del tiempo transcurrido desde la colocación del *stent* hasta la realización del estudio de DyNA CT fue de 18.1 ± 13.2 meses.

Se presenta uno de los casos evaluados en el presente estudio, quien es un masculino de 75 años de edad. Cuenta con antecedentes de tabaquismo, etilismo social sin llegar a la embriaguez, hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia; así como, antecedente de evento vascular cerebral previo en territorio de arteria cerebral media derecha. Fue sometido a realización de estudio angiográfico, donde se evidencio oclusión al 100% del bulbo de la arteria carótida interna derecha (figura 1); así como, una placa en el bulbo de la arteria carótida interna izquierda, la cual disminuye la luz arterial en un 65.5% evaluado por el método de NASCET (figuras 2 y 3). Fue sometido a realización de angioplastia carotídea,

colocando previamente un *filterwire* EZ para protección distal (figura 4). Después se realizó plastia con balón (figura 5) por último se desplegó un *wallstent* (figura 6), corroborando adecuada permeabilidad en controles angiográficos finales.



A los pacientes incluidos en el presente estudio, se les realizó estudio de DyNA CT (tomografía por detector planar). Esta técnica está basada en utilización del angiografo rotacional brazo robótico ARTIS ZEEGO, con una velocidad de 30-60 cuadros/segundo, ya que a esta velocidad se logra obtener imágenes tomográficas. El angiografo se opera en modo de adquisición rápida, con un tiempo de adquisición de 20 segundos, 0.9° de incremento, una matriz de 1024 pixeles en proyección, 170° de angulación, con un total de 856 proyecciones.

Se presentan imágenes de DyNA CT (figuras 7 a 12) de los pacientes incluidos en el presente estudio, en los que se encontró hiperplasia endotelial, demostrando que esta técnica es segura, costo-efectiva, utilizando la vía venosa en lugar de vía arterial, rápida y superior al *Doppler* para este fin; sin embargo, para su realización se requiere de personal entrenado y equipo

de alta tecnología, no disponible ampliamente en centros de menor complejidad.

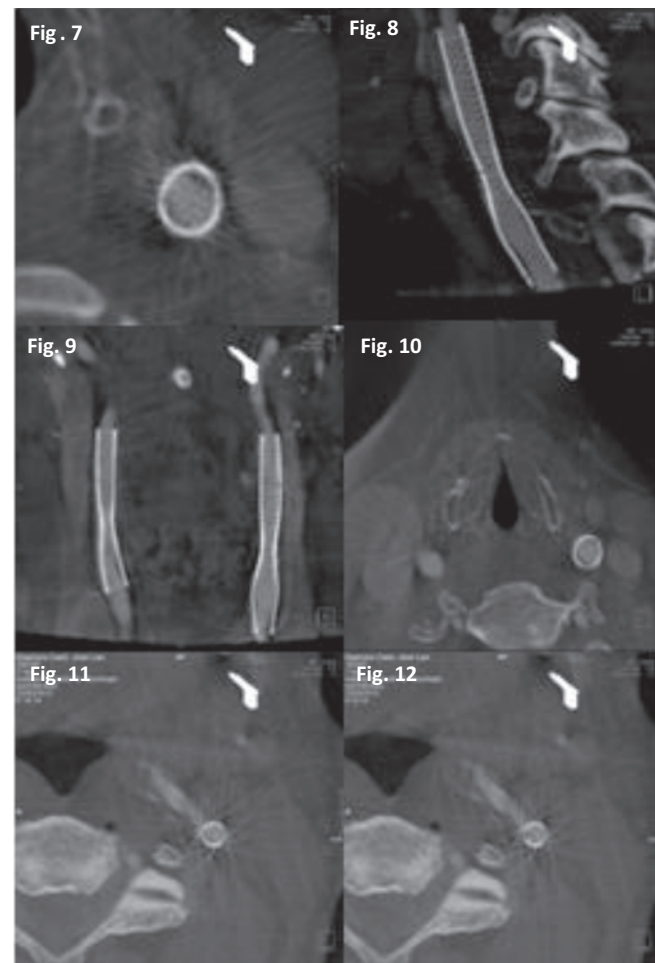


Figura 7. Se observa imagen transversal con técnica de *flat panel* detector con la presencia de zonas hipodensas adyacentes a la pared del *stent* que se relaciona con hiperplasia endotelial, y misma que se correlaciona con la figura 8 en proyección sagital; en la figura 9 se muestra imagen en coronal, ambas carótidas con *stent* en donde se ven zonas hipodensas adyacentes a la pared que sugieren hiperplasia, misma que se correlaciona con la figura 10 en plano transversal de la carótida izquierda. En la figura 11 y 12 se muestra imagen en plano transversal del *stent* con la presencia de hiperplasia endotelial concéntrica.

Se presentan imágenes de ultrasonido en pacientes reportados con hiperplasia endotelial, demostrando que dicha técnica es de ayuda en la evaluación de este grupo de pacientes, por que se encuentra al alcance de cualquier centro hospitalario, sin embargo, es una técnica operador dependiente.

DISCUSIÓN

Se incluyeron pacientes sometidos a realización de angioplastia carotídea por enfermedad carotídea

aterosclerosa, dividiendo en 3 grupos de pacientes, dependiendo del grado de estenosis observada en el estudio angiográfico, lo anterior evaluado mediante el método de NASCET, siendo los grupos los siguientes: estenosis <50% encontrando un caso (7.7%), estenosis de 50-70% en 7 casos (53.8%) y estenosis >70% en 5 casos (38.5%).

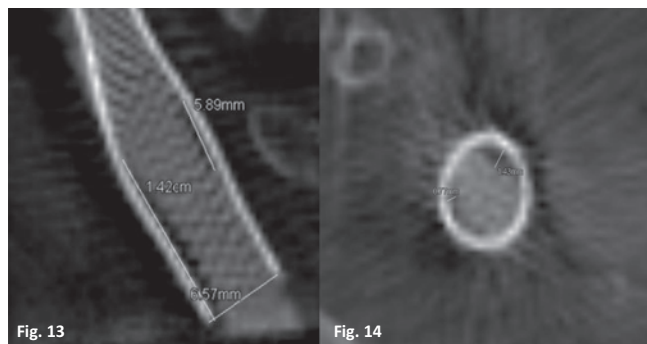


Figura 13 y 14. Se muestra una ampliación de la imagen sagital (figura 8) y en la figura 14 una ampliación en plano transversal de la figura 7.

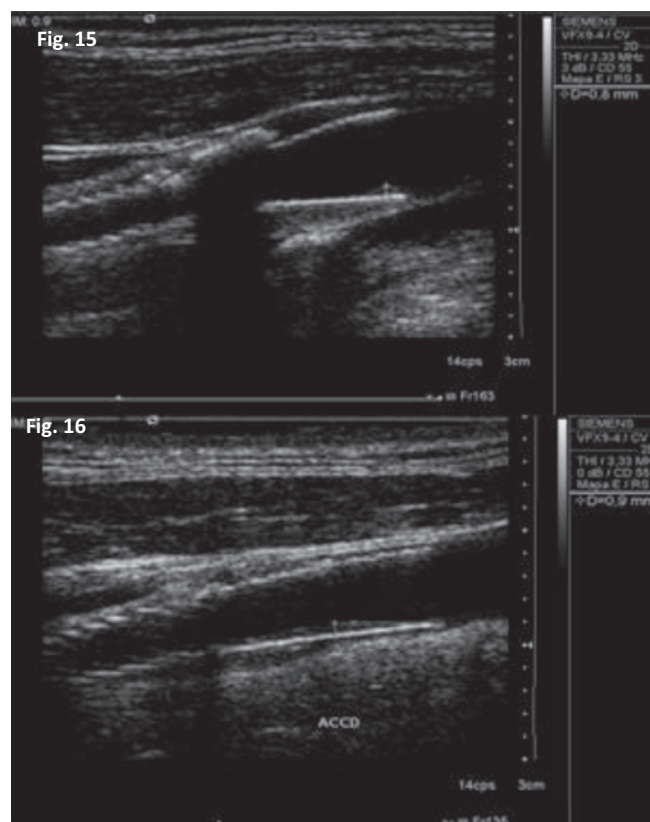


Figura 15 y 16. Ultrasonido carotídeo en el sitio del stent en donde se observa el stent adherido a la pared de la arteria; así como, presencia de imagen heterogénea con tendencia a la hipocogenicidad muy cercana al inicio del stent con dimensiones de 0.9 mm.

Se aprecian antecedentes de factores de riesgo cardiovascular en relación con el desarrollo de enferme-

dad carotídea aterosclerosa, siendo los más significativo tabaquismo, diabetes mellitus e hipertensión arterial, dato similar a lo reportado en la literatura. No se encontró correlación de niveles séricos de colesterol o triglicéridos para el desarrollo de enfermedad carotídea.

En los resultados del presente estudio se aprecia que la técnica endovascular es segura en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía; ya que la evolución clínica de pacientes sometidos a realización de angioplastia carotídea fue hacia la mejoría, obteniendo resultados favorables en el pronóstico funcional y dependencia medidos mediante la escala de Rankin modificada e índice de Barthel respectivamente, sobre las cuales influyeron en el resultado de la recuperación del estado motor a través de la evaluación de la fuerza muscular, arrojando valores de *p* significativos al comparar la evaluación clínica inicial y final. No se encontró relación con respecto a los resultados del test de MOCA para evaluación de las funciones mentales.

De la misma manera, la evaluación de las velocidades de flujo medidas mediante el *Doppler* comparando las medidas iniciales con respecto a la evaluación final, arrojó datos de mejoría en las mismas, mediante esta técnica se logró detectar datos de hiperplasia endotelial en el 38.5% de pacientes, demostrando que esta técnica es segura, no invasiva y que se encuentra disponible en la mayoría de los centros hospitalarios; sin embargo, se tiene la desventaja que es operador dependiente.

La técnica de *flat panel CT* (DyNA CT), es novedosa de reciente incorporación, misma a la que se le han realizado adaptaciones técnicas en este Instituto, mediante la cual se logran obtener imágenes de alta resolución para evaluación de dispositivos endovasculares, logrando eliminar el efecto Hounsfield. Mediante esta técnica se logró detectar datos de hiperplasia endotelial en el 76.9% de los pacientes incluidos en el presente estudio, misma que arroja imágenes hipodensas que se proyectan a partir del stent hacia la luz del vaso, siendo susceptibles de medición. Además de tener en cuenta que esta técnica es novedosa con respecto a la evaluación de este tipo de dispositivos, ya que en la literatura no se encuentran estudios reportados de la utilización de esta técnica para la evaluación de dispositivos endovasculares carotídeos, sólo existen escasos estudios para evaluación de dispositivos endovasculares intracraneales para tratamiento de aneurismas.

CONCLUSIÓN

La técnica endovascular es segura en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía ya que en ninguno de los pacientes presento complicaciones. Sin

embargo, se aprecia el desarrollo de hiperplasia endotelial como consecuencia del uso de dispositivos endovasculares, el cual se logra controlar con el uso de medicamentos como estatinas. Otro inconveniente es que estos pacientes tienen que consumir antiagregantes plaquetarios durante un largo periodo de tiempo.

Además, que la técnica de flat panel CT (DyNA CT) es novedosa en la evaluación y detección temprana de hiperplasia endotelial, relacionada con la colocación de dispositivos endovasculares tipo *stent*, pudiendo ser de utilidad en el seguimiento de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Fisher CM. Occlusion of the internal carotid artery. *Arch Neurol Psychiatry* 1951;65:346-77.
2. Conrado J. Miller Fisher and the history of carotid artery disease. *Stroke* 1996;27(3):559-66.
3. Fields WS. The history of carotid endarterectomy. *Rev Neurol Argent* 1991;16:20-8.
4. Young Victoria, Gillard Jonathan H. Carotid-artery imaging in the diagnosis and management of patients at risk of stroke. *Lancet Neurol* 2009;8, (6):569-80.
5. Baquis GD, Pessin MS, Scott MR. Limb shaking-a carotid TIA. *Stroke* 1985;16:444-8.
6. Cantú Brito C. Estenosis carotídea. ¿Cómo decidir endarterectomía vs colocación de *stent*, vs sólo tratamiento médico? *Rev Investigación Clín* 2009; 61:(1):53-65.
7. Rodríguez Saldaña J, Cantú Brito C, Sosa Espinosa P. Prevalence of carotid atherosclerosis in a cohort of Mexico City. *Arch Inst Cardiol Mex* 1998;68(1):44-50.
8. Escobedo J, Schargrodsky H, Champagne B. Prevalence of the metabolic syndrome in Latin America and its association with sub-clinical carotid atherosclerosis: the CARMELA cross sectional study. *Cardiovasc Diabetol* 2009;26;(8):52.
9. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of endarterectomy in carotid symptomatic patients with high grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991;325:445-53.
10. Final results of the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET). *Stroke* 1998;29:286.
11. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of endarterectomy in carotid symptomatic patients with moderate or severe stenosis. *N Engl J Med* 1998;339: 1415-25.
12. European Carotid Surgery Trialists'. Collaborative Group. Randomized Trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial. *Lancet* 1998;351:1379-87.
13. European Carotid Surgery Trialists'. MRC Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991;337: 1235-43.
14. The European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. Endarterectomy for moderate symptomatic carotid stenosis. *Lancet* 1996;347:1591-93.
15. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995;273:1421-8.
16. Rosenthal D, Rudderman R, Borrero E. Carotid endarterectomy to correct asymptomatic stenosis: ten years later. *J Vasc Surg* 1987;6:226:30.
17. Stoner MC, Abbott VM, Wong DR. Defining the high risk patients for carotid endarterectomy: an analysis of the prospective National Surgical Quality Improvement program database. *J Vasc Surg* 2006;43:285-95.
18. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS): a randomized trial. *Lancet* 2001;357:1729-37.
19. Yadav JS. Study of angioplasty with protection in patients at high risk for endarterectomy (SAPHIRE) trial. Paper presented at:2002 Scientific Sessions of American Heart Association. Chicago IL. 2002.
20. Hobson RW II. Update on the carotid revascularization endarterectomy versus *stent* trial (CREST) protocol. *J Am Coll Surg* 2002;194(Suppl 1):S9-S14.
21. Brott TG, hobson RW II, Howard G. Crest investigators. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid artery stenosis. *N Engl J Med* 2010;363:11-23.
22. Mas JL, Chatellier G, Beyssen B. Endarterectomy vs stenting in patients with symptomatic severe carotid stenosis. *N Engl J Med* 2006;355:1660-71.
23. Eliasziw M, Rankin RN, Fox AJ. Accuracy and prognostic consequences of ultrasonography in identifying severe carotid artery stenosis. *Nort Am Symp Carotid Endarter Trial (NASCET) Group. Stroke* 1995;26:1747-52.
24. Grant Edward G, Benson Carol B, Moneta Gregory L. Carotid artery stenosis: gray- scale and Doppler US Diagnosis-Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference1. *Radiol* 2003;229(2):340-6.
25. Huston J III James EM, Brown RD. Redefined duplex ultrasonographic criteria for diagnosis of carotid artery stenosis. *Mayo Clin Proc* 2000;75:1133-40.
26. Johnson MB, Wilkinson ID, Wattam J. Comparison of Doppler ultrasound, magnetic resonance angiographic techniques and catheter angiography in evaluation of carotid stenosis. *Clin Radiol* 2000;55: 912-20.
27. Berry E, Kelly S, Westwood ME. The cost-effectiveness of magnetic resonance angiography for carotid artery stenosis and peripheral vascular disease: a systematic review. *Health Technol Assess* 2002; 6: 1-155.
28. Wardlaw JM, Chappell FM, Best JJ. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis. *Lancet* 2006; 367:1503-12.
29. Lev MH, Romero JM, Goodman DNF. Total occlusion vs hairline residual lumen of the internal carotid arteries: accuracy of single section helical CT angiography. *AJNMR Am J Neuroradiol* 2003;24:1123-9.
30. Someone A, Carriero A, Armillota M, et al. Spiral CT angiography in the study of carotid stenosis, *J Neuroradiol* 1997;24:18-22.
31. Bartlett ES, Walters TD, Symons SP. Quantification of carotid stenosis on CT Angiography. *AJNR* 2006; 27: 13-9.
32. Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K. Neurologic complications of cerebral angiography: prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Radi* 2003;227:522-8.
33. Heran NS, Song JK, Namba K, Smith W, Niimi Y, Berenstein A. The utility of DyNACT in neuroendovascular procedures. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27 (2): 330-2
34. Buhk JH, Groth M, Sehner S, Fiehler J, Schmidt NO, Grzyska U. Application of a novel metal artifact correction algorithm in flat-panel CT after coil embolization of brain aneurysms: intraindividual comparison. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013;30.
35. Tobias Stuffert, Stephan Kloska, Tobias Engelhorn. Optimized intravenous flat detector CT for non-invasive visualization of intracranial stents: first results. *Eur Radiol* 2011;21:411-18.