

Estudio comparativo de dos técnicas de reparación vascular en trauma penetrante de la arteria carótida, modelo animal

Tte. Cor. M.C. Luis Manuel **García-Núñez FAMSUS**,* Mayor M.C. Luis Enrique **Soto-Ortega**,**
Tte. Cor. M.C. José Lauro Gilberto **Delgado-Arámburo**,* Tte. Cor. M.C. Ruy **Cabello-Pasini**,***
Mayor M.C. Ingrid Ivonne **de la O-García**,**** Mayor M.C. Jorge Antonio **Macías-Millán**,**
Mayor M.C. Olliver **Núñez-Cantú****

Sub-Sección de Cirugía del Trauma, Departamento de Cirugía, Hospital Central Militar, Secretaría de la Defensa Nacional. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. Las lesiones a la arteria carótida común (ACC) representan 3% de las lesiones arteriales cervicales. La mortalidad alcanza hasta 66%, disminuyendo a 15-20% utilizando *shunts* intravasculares temporales. Se describió en Turquía una técnica de interposición de injerto con disposición término-lateral (TL) sin retiro del *shunt* durante la reparación disminuyendo el tiempo de oclusión comparado con la técnica de interposición término-terminal (TT).

Material y métodos. Se emplearon dos grupos con diez perros cada uno. En el grupo TT, se realizó la técnica de anastomosis término-terminal con empleo de *shunt* intravascular temporal con técnica estándar; en el grupo TL, se realizó una anastomosis término-lateral con *shunt* intravascular temporal, como fue descrita por el grupo de la Universidad de Trakya. Se comparó la frecuencia cardíaca 5 y 10 min después de la anastomosis, las velocidades de flujo proximal y distal a la reparación vascular, tiempo de pinzamiento, intervalos de tiempos de lesión/término de anastomosis y otras variables. **Estadística.** Prueba t, donde $p < 0.05$ fue estadísticamente significativo.

Resultados. No hubo diferencia significativa en la VFS 2 cm proximales al sitio de corte; VFS 2 cm proximales y distal al sitio de colocación del *shunt* intravascular temporal; VFS 3 cm proximales a línea de sutura proximal de la anastomosis inmediatamente y 20 minutos después del término de la misma; VFS 3 cm distal a la línea de sutura distal de la anastomosis; FC a los 5 min y 10 min después del término de la anastomosis; flujo palpable 5 cm distal a la anastomosis ni la magnitud del sangrado. Si existió diferencia significativa en tiempo operatorio total (TT 83.7 ± 7.7 vs. TL 103.2 ± 6.8 min; [$p < 0.0001$]); tiempo para realizar la anastomosis (TT 20.7 ± 3.1 vs. TL 60.9 ± 9.8 min; [$p < 0.0001$]); intervalo lesión/término de

Comparative study of two techniques of vascular repair in penetrating trauma of the carotid artery, animal model

SUMMARY

Introduction. Common carotid artery injuries represent 3% of cervical arterial injuries. Mortality rate reaches 66%, decreasing to 15-20% when temporary intravascular shunts are used. A technique of end-to-side graft-interposition without *shunt* take-down during the vascular repair was described in Turkey, decreasing the length of flow-occlusion when compared to end-to-end interposition technique.

Material and methods. Two groups of 10-dogs were studied. Standard end-to-end anastomosis and intravascular temporary shunt was used in the EE technique. An end-to-side anastomosis using a temporary intravascular *shunt* was used in the ES group, as described by the group of Trakya University. Heart rate (HR) at 5 and 10 minutes after anastomosis ending; proximal and distal to the anastomosis-blood flow velocity, length of clamping, injury/anastomosis-ending interval and other variables were studied. **Statistics.** T-test, where $p < 0.05$ was statistically significant.

Results. There were not significant difference in the BFV 2-cm proximal to the transection-site; BFV 2-cm proximal and distal to the site of placement of intravascular temporary *shunt*; BFV 3-cm proximal to the proximal hand-sewn line, immediately and 20-min from the anastomosis-ending; BFV 3-cm distal to the distal hand-sewn line of the anastomosis immediately and 20 minutes from the anastomosis-ending; HR at 5 and 10 min from the anastomosis-ending; palpable flow 5-cm distal to the anastomosis and estimated blood loss. There were significant difference in total operative time (EE 83.7 ± 7.7 vs. ES 103.2 ± 6.8 min; [$p < 0.0001$]); time to perform the anastomosis (EE 20.7 ± 3.1 vs. TL 60.9 ± 9.8 min; [p

* Cirujano General y de Trauma, Sub-Sección de Cirugía del Trauma, Departamento de Cirugía, Hospital Central Militar, S.D.N., D.F. México.

** Residente de Cirugía General, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, S.D.N., D.F. México. *** Cirujano General y de Trauma, Hospital Regional Militar, S.D.N., Ensenada, Baja California, México. **** Residente Rotatorio de Posgrado, Hospital Central Militar., S.D.N.

Correspondencia:

Dr. Luis Manuel García-Núñez, FAMSUS.

Consultorio 45PB, Hospital Ángeles de las Lomas. Av. Vialidad de la Barranca S/N, Col. Valle de las Palmas, C.P.52763. Tel.y Fax. 5246-9768. Correo electrónico: lmgarcian@hotmail.com.

Recibido: Noviembre 14, 2010.

Aceptado: Marzo 29, 2011.

anastomosis (TT 51.2 ± 10.1 vs. TL 73.8 ± 8.3 min; [$p < 0.0001$]) y tiempo total de pinzamiento y oclusión al flujo distal (TT 35.6 ± 6.6 vs. TL 19.2 ± 1.9 min; [$p < 0.0001$]).

Conclusiones. Con fundamento en parámetros hemodinámicas, creemos que ambas técnicas restauran el flujo carotídeo distal de manera similar. Aunque el tiempo de realización de la anastomosis TL es significativamente mayor que el tiempo para construir una anastomosis TT, la primera disminuye el tiempo de interrupción al flujo carotídeo distal al compararse con la técnica TT.

Palabras clave: Trauma carotídeo, oclusión al flujo, shunt intravascular temporal.

Introducción

El cuello contiene varios órganos que discurren de la cabeza hacia el tórax y viceversa. Debido a esto, su acceso quirúrgico representa siempre un reto incluso para los cirujanos más diestros.^{1,2} De acuerdo con datos recientes del 2006 (<http://www.inegi.org.mx>), en México el trauma es la primera causa de mortalidad entre los 1-60 años de edad. Además, desde 1993 la incidencia mundial de trauma cervical ha aumentado dramáticamente,³ lo cual obligó a desarrollar técnicas que permitan el abordaje quirúrgico en forma rápida y eficaz.¹⁻³ Por su ubicación, el sistema vascular se afecta de forma frecuente por trauma contuso y penetrante.⁴ Las lesiones a la arteria carótida común (ACC) son comunes;³⁻⁵ representan $\approx 3\%$ del trauma arterial atendido en los centros de trauma urbano. La mortalidad no es despreciable: alcanza el orden de 50-66%.^{5,6} Hay varios patrones de daño a la ACC; la destrucción segmentaria requiere reconstrucción interponiendo injertos biológicos o sintéticos.⁷ En dicha técnica, es obligada la colocación de *shunts* intravasculares temporales para preservar el flujo cerebral, lo cual disminuye la mortalidad entre 15-20% en comparación con técnicas oclusivas.⁵⁻⁷

Es propósito de nuestro estudio adquirir experiencia y validar con indicadores perioperatorios objetivos la utilidad de una técnica de reparación vascular de la ACC descrita por el grupo de trauma del Hospital Universitario de Trakya⁸ en Turquía, que no demanda destrezas especiales ni modifica significativamente el desempeño quirúrgico, y el cual disminuye el tiempo de oclusión en comparación con la técnica de interposición término-terminal (TT) de injerto venoso safe-no reverso (IVSR) asociado a colocación de *shunt* intravascular temporal, abreviando el tiempo de isquemia al sistema nervioso central lo cual, aún cuando este objetivo está fuera del alcance de nuestro estudio, creemos que puede impactar benéficamente sobre la mortalidad.

Material y métodos

Para realizar el estudio, se conformaron dos grupos de diez perros criollos, de 18-20 kg, en buen estado de salud, sin trauma ni patología cervical congénita o adquirida, bajo cuidados veterinarios, ambiente y alimentación estándar, alojados en jaulas colectivas del bioterio del Hospital Central

< 0.0001)); injury/anastomosis-ending interval (EE 51.2 ± 10.1 vs. ES 73.8 ± 8.3 min; [$p < 0.0001$]) and total clamping and flow-occlusion time (EE 35.6 ± 6.6 vs. ES 19.2 ± 1.9 min; [$p < 0.0001$]).

Conclusions. Supported by hemodynamics parameters, we believe both techniques restore similarly the distal carotid flow. Albeit the length to perform the end-to-side anastomosis is significantly longer when compared to end-to-end anastomosis, this technique decreases the length of flow-occlusion.

Key words: Carotid injuries, flow-occlusion, temporary intravascular shunt.

Militar; dichos grupos fueron denominados TT (grupo en el cual se realizó la técnica de reparación término-terminal [*ver abajo*]) y TL (en donde se realizó una reparación término-lateral [*ver abajo*]). Dicho estudio fue sometido a calificación y aprobación del Comité Institucional de Bioética.

Los animales fueron anestesiados usando ketamina al 2% (2-3 mg/kg/dosis), empleando posteriormente anestesia fija con pentobarbital sódico (25-30 mg/kg/dosis). Se realizó asepsia, antisepsia y vestido quirúrgico en el cuello y miembro posterior izquierdo del animal. Tras esta maniobra, se procedió a obtener un injerto autólogo de vena safena izquierda de 6 cm a través de una incisión en la cara interna de la extremidad trasera, ligando los cabos *in situ* para asegurar la hemostasia y suturando la piel con seda trenzada. El injerto se preparó para su colocación ligando tributarias y retirando bandas de adventicia, conservándolo en un recipiente con 100 mL de solución fisiológica estéril con 1,000 UI de heparina. Se realizó palpación bidigital del pulso carotídeo, registrando la frecuencia cardíaca (FC) y la velocidad de flujo sanguíneo (VFS) proximal por medio de un Doppler portátil (*Doppler mod. ES 100V3, Adeco®, Tokyo, Japón*). Se realizó una incisión cervical paralela al músculo esternocleidomastoideo para abordar la vaina carotídea, disecando la ACC desde su nacimiento en la base del cuello hasta la bifurcación. Se realizó control vascular mediante referencias distal y proximal de la ACC con asas plásticas. Se realizó la medición ultrasonográfica de la VFS proximal al sitio designado para efectuar la transección. Se suspendió el flujo mediante aplicación de tensión en las asas plásticas y colocación de pinzas vasculares atraumáticas tipo “*bulldog*”. Se simuló una lesión traumática de la ACC (lesión de órgano vascular cervical grado IV de la Asociación Americana para la Cirugía del Trauma) efectuando transección cortante, la cual debido a la posición del cuello, creó una brecha que imposibilitó la anastomosis primaria de los extremos, como sucede con las resecciones segmentarias y obligando a restaurar el flujo con una interposición de injerto. Se realizó heparinización local con solución heparinizada de 1,000 U/100 mL de solución salina 0.9% para prevenir formación de trombos durante el procedimiento quirúrgico. Se colocó el *shunt* intravascular temporal con un catéter *Jhelco®* cal. 14, introduciéndolo en el cabo distal y asegurándolo con una

ligadura con seda 2-0, purgando el catéter con sangre e introduciéndolo entonces en el cabo distal, fijándolo de la misma forma. Se verificó visualmente la continuidad del flujo mediante el llenado del catéter y palpación del flujo distal. Posteriormente, se procedió a efectuar la reparación vascular definitiva por medio de las siguientes técnicas designadas en cada modelo al azar:

- **Técnica TT (técnica de reparación vascular TT con IVSR autólogo con retiro del shunt intravascular temporal).**

En este punto se pinzaron y controlaron nuevamente los extremos arteriales para retirar el shunt e introducir el IVSR, una vez introducido el injerto en el shunt, se colocó este último con la misma técnica descrita anteriormente. Se lavó con solución heparinizada el área de trabajo y se procedió a construir la anastomosis vascular con disposición TT, realizando la anastomosis proximal con dos postes de *Prolene*® 6-0 y realizando una capa con surgete simple anterior y una posterior; de la misma forma se construyó la capa posterior de la anastomosis distal, al término de la cual, se colocaron pinzas vasculares tipo “bulldog” 2 cm proximal y distal a las anastomosis para interrumpir el flujo sanguíneo, retirando el shunt e irrigando nuevamente con solución heparinizada. Se inició la construcción de la línea de sutura anterior de la anastomosis distal, purgando con apertura de las pinzas antes del amarre del último punto de sutura. Se procedió al lavado de la región cervical con solución estéril y el cierre de la piel con seda trenzada.

- **Técnica TL (técnica de reparación vascular TL con IVSR autólogo sin retiro del shunt intravascular temporal).**

Tras controlar los extremos y colocar el shunt intravascular temporal bajo la metodología previamente descrita, se procedió a colocar un amarre adicional para fijar de forma doble el shunt intravascular temporal dejando una brecha de 2 cm para realizar la anastomosis TL. Sin retirar el shunt intravascular temporal, se procedió a efectuar una arteriotomía longitudinal de 5 mm aproximadamente en la brecha proximal y a colocar dos postes de *Prolene* 6-0 de disposición superior e inferior para construir la anastomosis proximal en un ángulo de 45°. De la misma forma, se realizó una arteriotomía en la brecha distal y se efectuó la anastomosis distal, irrigando con solución heparinizada antes de anudar el último punto. Se procedió a pinzar los cabos proximal y distal para retirar el shunt intravascular temporal y ligar los extremos libres de la arteria. Se lavó la región cervical con solución estéril y cerró la piel con seda trenzada. Debido al diseño de nuestro estudio, se sacrificaron los modelos de acuerdo con la NOM-062-ZOO-1999 (www.sagarpa.gob.mx) y Ley de Protección a los Animales del D.F. (www.delegacionbenitojuarez.gob.mx) utilizando saturación de anestesia para provocar paro cardiorespiratorio. La disposición final se realizó de acuerdo con la NOM-087-ECOL-1995 (www.salud.gob.mx/unidades/nom/087ecolssa.html) y otras disposiciones aplicables a la materia.

Se estudiaron y sometieron a análisis estadístico, con objeto de determinar diferencias significativas entre ambos grupos, los valores obtenidos a partir de las siguientes variables: VFS 2 cm proximal al sitio designado para infligir la transección (cm/seg); VFS 2 cm proximal y 2 cm distal al sitio de colocación del shunt intravascular temporal (cm/seg); intervalo lesión-término de la anastomosis distal medido desde el momento de la transección carotídea hasta finalizar la anastomosis distal (min); pulso palpable (PP) 3 cm distal a la anastomosis al término inmediato de la anastomosis distal (sí/no); FC 5 y 10 minutos posteriores al término de la anastomosis distal (lat/min); tiempo total de pinzamiento vascular-sumatoria de tiempo de pinzamiento para control del sangrado consecutivo a transección arterial + tiempo de pinzamiento para retirar el shunt intravascular temporal y terminar la anastomosis distal (aplicable sólo en la anastomosis TT) (min); tiempo de realización de la anastomosis-medido desde la colocación de los postes para realizar la anastomosis proximal hasta la finalización de la última línea de sutura de la anastomosis distal (min); VFS 3 cm proximal y 3 cm distal al injerto 20 minutos después de finalizada la anastomosis distal (cm/seg); tiempo total de cirugía medido desde la apertura de la piel hasta el cierre total de la misma (min); pérdida estimada de sangre (mL); presencia de sangrado postoperatorio dentro de los 20 min posteriores al término de la anastomosis (sí/no) y ausencia de PP 3 cm distales a la anastomosis distal dentro de los 20 primeros minutos posteriores al término de la reparación vascular (sí/no).

El tamaño de la muestra se calculó para obtener un factor de error $\alpha = 0.05$; poder de estudio = 80%; DS200 y Δ pronóstica para intervención implementada > 0.50. Debido a las variables analizadas y naturaleza comparativa del estudio, los resultados se expresaron y compararon en media $\pm$ desviación estándar y rango. Para determinar diferencias significativas al comparar las variables estudiadas en los dos grupos, se empleó la prueba t no pareada del programa SPSS® 12.0 (SPSS/Windows, SPSS® Inc. Chicago, IL), donde $p < 0.05$ se consideró significativa.

Resultados

Los valores obtenidos de las variables seleccionadas para ser estudiadas se presentan en el cuadro 1.

No se encontraron diferencias significativas en las siguientes variables: en la VFS (TT 27.2 ± 4.43 vs. TL 29.07 ± 3.1 ; [$p = 0.8124$]) 2 cm proximal del sitio designado para el corte en la técnica (Figura 1); en la VFS (TT 34.05 ± 2.28 vs. TL 35.8 ± 3.1 ; [$p = 0.154$]) 2 cm proximales una vez colocado el shunt intravascular temporal (Figura 1); en la VFS (TT 34.7 ± 2.6 vs. TL 35.7 ± 3.8 ; [$p = 0.5426$]) 2 cm distales con el shunt colocado (Figura 1); en la VFS (TT 32.3 ± 2.5 vs. TL 33.4 ± 1.7 ; [$p = 0.2693$]) 3 cm proximales 20 minutos después de terminada la anastomosis definitiva (Figura 1); en la VFS (TT 22.4 ± 15.5 vs. TL 19.3 ± 16.7 ; [$p = 0.6751$]) 3 cm distales (Figura 1); en la FC a los 5 min (TT 109 ± 5 vs. TL 112.4 ± 3.2 ; [$p = 0.089$]) y a los 10 min (TT 111.1 ± 7.3 vs. TL 111.6 ± 3.8 ;

Cuadro 1. Resultados de la medición de las variables hemodinámicas y operatorias entre los grupos de estudio.

Variable	TT media $\pm$ DS (rango)	TL media $\pm$ DS (rango)	p*
VFS 2 cm proximal al sitio designado para corte (cm/seg)	27.2 $\pm$ 4.4 (21.8 - 34.7)	29.1 $\pm$ 3.1 (23.6 - 32.2)	0.8124
VFS 2 cm proximal con shunt (cm/seg)	34.1 $\pm$ 2.3 (30.7 - 38)	35.8 $\pm$ 3.1 (29.9 - 39.1)	0.154
VFS 2 cm distal con shunt (cm/seg)	34.7 $\pm$ 2.6 (30.4 - 37.9)	35.7 $\pm$ 3.8 (29.8 - 38.1)	0.5426
VFS 3 cm proximal 20 min después de terminada la anastomosis (cm/seg)	32.3 $\pm$ 2.5 (29.5 - 36.1)	33.4 $\pm$ 1.7 (30.5 - 36.6)	0.2693
VFS 3 cm distal 20 min después de terminada la anastomosis (cm/seg)	22.4 $\pm$ 15.5 (0 - 34.3)	19.3 $\pm$ 16.7 (0 - 35.6)	0.6751
Intervalo lesión/termino anastomosis (min)	51.2 $\pm$ 10.1 (40 - 68)	73.8 $\pm$ 8.3 (65 - 88)	< 0.0001
FC 5 min terminada la anastomosis (lat/min)	109 $\pm$ 5 (101 - 119)	112.4 $\pm$ 3.2 (109 - 119)	0.089
FC 10 min terminada la anastomosis (min)	111.1 $\pm$ 7.3 (101 - 129)	111.6 $\pm$ 3.8 (107 - 119)	0.85
Tiempo total de pinzamiento (min)	35.6 $\pm$ 6.6 (28 - 49)	19.2 $\pm$ 1.9 (17 - 23)	< 0.0001
Tiempo realización de anastomosis (min)	20.7 $\pm$ 3.1 (19 - 25)	60.9 $\pm$ 9.8 (50 - 73)	< 0.0001
Tiempo total de cirugía (min)	83.7 $\pm$ 7.7 (76 - 94)	103.2 $\pm$ 6.8 (96 - 115)	< 0.0001
Sangrado estimado total (mL)	109 $\pm$ 21.8 (80 - 150)	102 $\pm$ 26.6 (150 - 80)	0.6826
Flujo palpable 5 cm distal a la anastomosis (%)	100% (10/10)	100% (10/10)	NV

* por prueba t no pareada. p < 0.05 para significancia estadística. VFS: Velocidad de flujo sanguíneo. FC: Frecuencia cardiaca. Min:-Minutos. NV: No valorable.

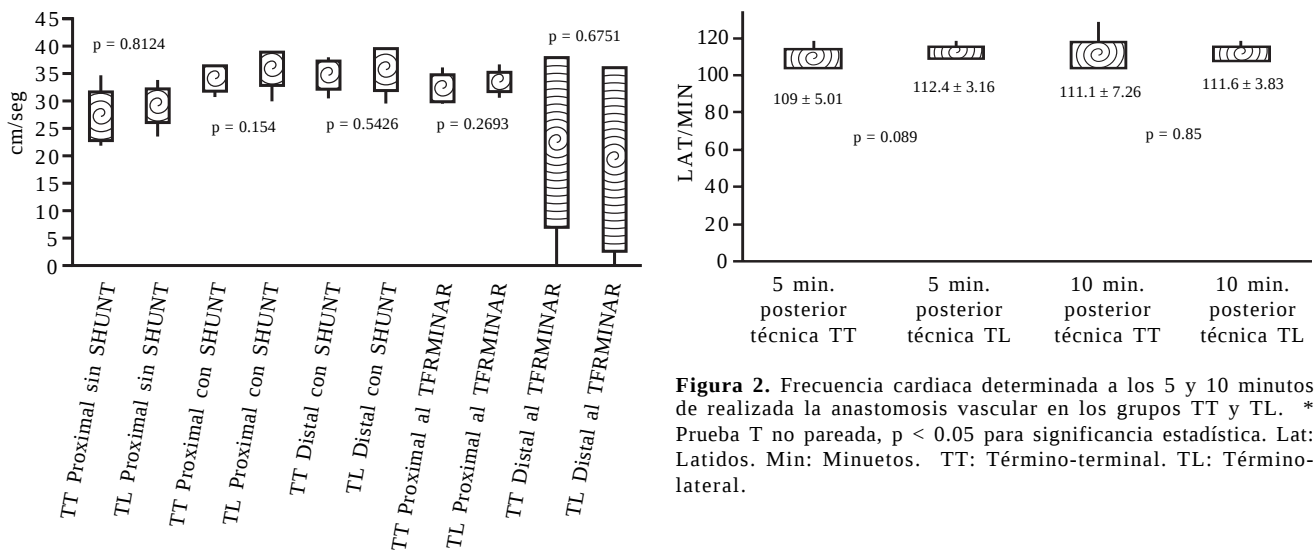


Figura 1. Representación de las velocidades de flujo sanguíneo entre el grupo de la técnica TT y TL comparando las velocidades antes del shunt, la velocidad con el shunt colocado y posterior al término de la anastomosis distal. * Prueba T no pareada, p < 0.05 para significancia estadística. cm: centímetros. Seg: Segundos. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

[p=0.85]) obtenidas por Doppler portátil (Figura 2), así como tampoco en la detección de flujo palpable en forma bidigital 5 cm distal a la anastomosis (TT 100% vs. TL 100%; p no

valorable) (Cuadro 1). Tampoco se encontró diferencia significativa en el tiempo quirúrgico total (TT 83.7 $\pm$ 7.7 vs. TL 103.2 $\pm$ 6.8; [p < 0.0001]) (Figura 3); ni en la magnitud del sangrado total operatorio (TT 109 $\pm$ 21.8 vs. TL 102 $\pm$ 26.6; [p = 0.6826]) (Figura 4).

Se encontró diferencia significativa en el tiempo de realización de la anastomosis (TT 20.7 $\pm$ 3.1 vs. TL 60.9 $\pm$ 9.8; [p < 0.0001]) (Figura 5); también en el intervalo entre el momento de la lesión y el término de la anastomosis (TT 51.2 $\pm$ 10.1 vs. TL 73.8 $\pm$ 8.3; [p < 0.0001]) (Figura 6); y en el tiempo total

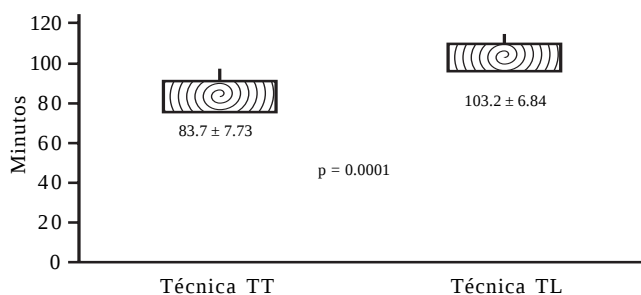


Figura 3. Comparación del tiempo quirúrgico total entre el grupo de la técnica TT y el grupo de la técnica TL. * Prueba T no pareada, $p < 0.05$ para significancia estadística. Min: Minutos. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

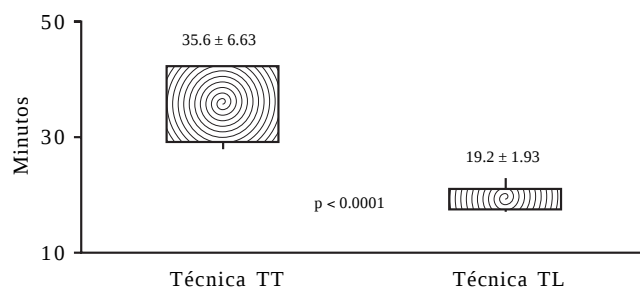


Figura 6. Tiempo de pinzamiento vascular (en minutos) entre cada grupo estudiado. * Prueba T no pareada, $p < 0.05$ para significancia estadística. Min: Minutos. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

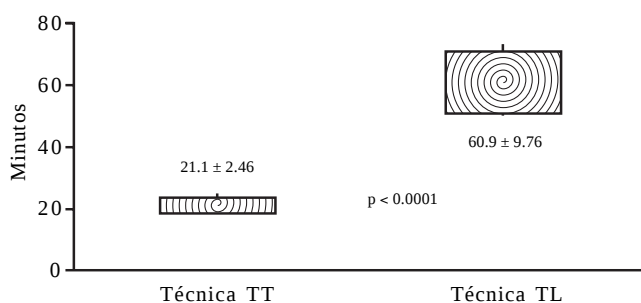


Figura 4. Tiempo de realización de la anastomosis (en minutos) en cada una de las técnicas. * Prueba T no pareada, $p < 0.05$ para significancia estadística. Min: Minutos. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

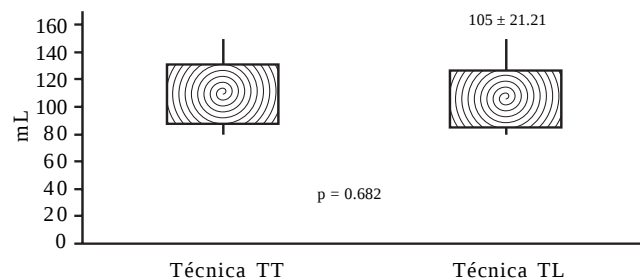


Figura 7. Sangrado total operatorio (en mililitros) en cada una de las técnicas. * Prueba T no pareada, $p < 0.05$ para significancia estadística. mL: mililitros. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

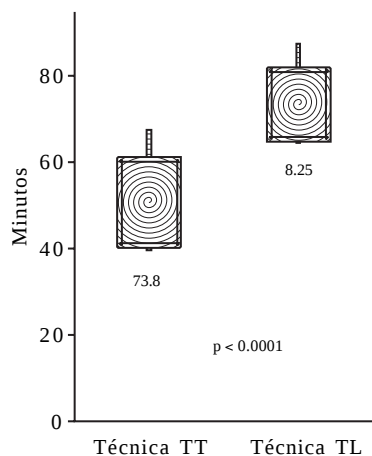


Figura 5. Intervalo lesión-término de la anastomosis (minutos) en cada uno de los grupos. Técnica TT, Técnica TL. * Prueba T no pareada, $p < 0.05$ para significancia estadística. Min: Minutos. TT: Término-terminal. TL: Término-lateral.

de pinzamiento vascular (TT 35.6 ± 6.6 vs TL 19.2 ± 1.9 ; [$p < 0.0001$]) (Figura 7).

Discusión

El trauma es un problema de salud pública mundial; su importancia como causa de muerte e incapacidad en la po-

blación infantil y económicamente productiva se ha puesto en evidencia en múltiples estudios epidemiológicos provenientes de distintas partes del orbe.^{13,14} La cinemática del trauma y los patrones de lesión han sufrido un drástico cambio en fechas recientes. Los conflictos bélicos, los adelantos tecnológicos y los grandes conglomerados urbanos, en conjunto con su problemática social, han generado que los traumatismos graves y complejos en regiones anatómicas relativamente protegidas por mecanismos de lesión otrora prevalentes se estén incrementando exponencialmente.^{13,14} Es frecuente ahora observar lesiones destructivas de órganos vasculares cervicales, que demandan manejo por cirujanos hábiles capaces de instaurar técnicas expeditas de control del sangrado.^{15,16} El trauma a la arteria carótida reviste un carácter especial; es bien conocido su papel como causa de exsanguinación en trauma de cuello; sin embargo, la clara susceptibilidad del sistema nervioso central a la anoxia e isquemia ha llevado a diseñar diferentes estrategias quirúrgicas que permitan alcanzar dos objetivos: controlar el sangrado y mantener la continuidad del flujo al árbol carotídeo distal.¹⁸ Esto se logra por medio de la colocación de un *shunt* intravascular temporal, técnica reportada por varios autores en la literatura mundial,^{11,19-22} que consiste en un tubo plástico común (ej. catéter venoso periférico) inserto dentro del lumen del vaso o anudado en sus extremos para funcionar como un puente en la brecha existente entre los dos extremos. Al tiempo que el sangrado es controlado, el flujo se restablece y las consecuencias de la privación al flujo san-

guíneo pueden amortiguarse.²³ La técnica de reparación clásica para manejar lesiones destructivas de la arteria carótida común consiste en una anastomosis TT con un injerto biológico o sintético.^{1-3,7,12,15,18,19} En la práctica, esto requiere retirar temporalmente el *shunt*, con la consecuente pérdida de la continuidad del flujo, para colocar el injerto seleccionado y efectuar la sutura.¹⁻³ Antes de terminar el procedimiento, el *shunt* debe retirarse por una ventana deliberada en la línea de sutura permitiendo la purga del vaso y ajustando el surte correspondiente para finalizar la reparación. La mencionada privación al flujo acarrea consecuencias bien descritas: la mortalidad se incrementa 15-20%. Para resolver esta problemática, el grupo de trauma de la Universidad de Trakya en Turquía diseñó una técnica de reparación consistente en una anastomosis término-lateral sin retiro del *shunt*, debiendo pinzar los extremos y ocluir el flujo sanguíneo para extraerlo del lumen vascular hasta que la anastomosis está finalizada, abreviando con esto el tiempo de oclusión. Sin embargo, el manuscrito al que hace referencia esta técnica no estudia las consecuencias técnicas ni hemodinámicas que rodean al acto quirúrgico. En nuestro estudio, el tiempo operatorio y el intervalo entre la lesión y el término de la anastomosis se vio incrementado significativamente al efectuar la técnica TL. Aunque el reporte de Abelha²⁴ señala que en cirugía carotídea la mortalidad se incrementa > 800% en pacientes bajo prolongados tiempos quirúrgicos (OR 8.05; 95% CI: 3.95-37.18; $p < 0.001$) y otro más de El-Koussy²⁵ puntualiza que el alargamiento del tiempo quirúrgico en este grupo disminuye la tasa de supervivencia (35% vs. 10%; $p < 0.003$), evidenciando ambos una estrecha relación de la mortalidad con un tiempo quirúrgico prolongado, creemos que la importancia del significativo incremento del tiempo para efectuar la anastomosis TL (TT 20.7 ± 3.1 vs. TL 60.9 ± 9.8 ; $p < 0.0001$) y del intervalo lesión/término de la anastomosis (TT 51.2 ± 10.1 vs. TL 73.8 ± 8.3 ; $p < 0.0001$) se ve sobrepasada por el beneficio de la disminución en el tiempo de oclusión por pinzamiento (TT 35.6 ± 6.6 vs. TL 19.2 ± 1.9 ; $p < 0.0001$), ya que en el estudio europeo de Mittal,⁵ consistente en 107 pacientes con trauma penetrante de cuello, se demostró que la mortalidad disminuye cerca de 75% (20 vs. 5%; $p < 0.001$) al mantener el flujo carotídeo distal por medio de *shunts* intravasculares temporales. Con respecto a las variables hemodinámicas estudiadas, observamos que la velocidad de flujo proximal al sitio designado para efectuar la lesión no fue diferente significativamente entre ambos grupos (TT 27.2 ± 4.4 vs. TL 29.1 ± 3.1 [$p = 0.8124$]); con esto corroboramos que los grupos de estudio fueron susceptibles de ser comparados desde una perspectiva hemodinámica. Al colocar el *shunt*, las velocidades de flujo proximal (TT 34.1 ± 2.3 vs. TL 35.9 ± 3.1 [$p = 0.153$]) y distal (TT 34.7 ± 2.6 vs. TL 35.7 ± 3.8 [$p = 0.5426$]) no difirieron entre ambos grupos, certificando estadísticamente la estandarización en la técnica de colocación del *shunt* intravascular en ambos modelos. La FC a los 5 min (TT 109 ± 5 vs. TL 112 ± 3.2 [$p = 0.089$]) y 10 min (TT 111.1 ± 7.3 vs. TL 116.6 ± 3.8 [$p = 0.85$]) a partir del término de la anastomosis obtenida por monitoreo no invasivo, no difirieron

significativamente, lo cual traduce una respuesta sistémica similar al trauma quirúrgico. Es bien sabido que la respuesta al trauma quirúrgico se acompaña de una amplia gama de consecuencias endócrinas, inmunológicas y hematológicas;²⁶ las lesiones traumáticas y quirúrgicas inducen un estado pro-inflamatorio e hiper-catecolaminérgico y las regiones vasculares rectoras a estados hipersomolares e hipovolémicos provocan taquicardia como respuesta temprana;²⁷ está comprobado que en etapas iniciales del fenómeno tóxico, una lesión de mayor gravedad o magnitud induce mayor taquicardia.²⁸ No existió diferencia significativa en las mencionadas variables entre ambos grupos probablemente porque cada una de las técnicas en particular no ocasionó mayor lesión; adicionalmente la magnitud del sangrado tampoco difirió significativamente entre ambos grupos, lo cual seguramente contribuyó a mantener la similitud de los resultados en dichas variables entre estos grupos. La velocidad de flujo pico sistólico 2 cm proximales a la anastomosis proximal inmediatamente terminada la anastomosis (TT 27.2 ± 4.4 [$p = 0.8124$] vs. TL 34.1 ± 3.1 [$p = 0.154$]) y 20 minutos después de terminada (TT 32.3 ± 2.5 [$p = 0.2693$] vs. TL 22.4 ± 15.5 [$p = 0.6751$]) no tuvieron diferencia significativa entre ambos grupos, lo cual nos hizo suponer que nuestra anastomosis TL, construida en un ángulo entre 15-45° con respecto al eje longitudinal del vaso principal, no induce alteraciones en la velocidad de flujo proximal a la primera línea de sutura anastomótica con respecto de la anastomosis TT. Esto ha sido estudiado por Staalsen²⁹ en una serie experimental en vasos de alto flujo, en donde se demuestra que existe una diferencia significativa al comparar la magnitud de la turbulencia y una mayor disminución de flujo proximal entre anastomosis construidas a más y menos de 45° ($p < 0.001$). En nuestro estudio, esto representa una gran ventaja hemodinámica, ya que en este modelo la velocidad de flujo proximal a la reparación vascular no se vio afectada por el tipo de anastomosis. Lo mismo sucedió con las velocidades de flujo distal a las anastomosis distales inmediatamente al término de la reparación vascular y a los 20 minutos (TT 22.4 ± 15.5 vs. TL 19.3 ± 16.7 [$p = 0.6751$]); en el estudio de Grossi³⁰ se demostró que mientras se mantenga un gradiente de presión transanastomótico proximal en la ACC de más de 75 mmHg se pueden generar flujos distales de 1.5 a 2.8 veces mayores que los encontramos en sitios proximales a las anastomosis. En nuestro estudio, en el grupo de la técnica TT la VFS distal comparada con la VFS proximal con el *shunt* colocado fue 1.019 veces mayor y en la técnica TL la VFS distal fue 1.004 veces mayor que la VFS. En cuanto la VFS en los primeros 20 minutos de construida la anastomosis del grupo de la técnica TT la VFS distal incrementó 1.44 veces comparada con la proximal y en el grupo de la técnica TL la VFS distal incrementó 1.72 veces con respecto a la VFS proximal. Con fundamento en lo anterior, creemos que el gradiente de presión transanastomótico proximal fue similar en ambas técnicas. Finalmente, el flujo sanguíneo distal a la anastomosis distal fue detectable de forma bidigital en 100% de ambos grupos, lo cual es una traducción directa de la preservación de las

variables hemodinámicas previamente comentadas al emplear la técnica de reparación vascular TL. No puede sobreentenderse que el punto mas importante que se ha puesto en claro en el manuscrito es el hecho de que aunque el tiempo de realización de la anastomosis TL es significativamente mayor, el tiempo de oclusión y de interrupción al flujo carotídeo distal también difiere significativamente entre los grupos, favoreciendo al grupo en el cual se practicó la anastomosis TL. Ya hemos comentado la trascendencia que tiene la interrupción al flujo carotídeo distal y su relación con la mortalidad. Nuestro grupo de trauma no tiene la certeza de que el tiempo de la realización de la anastomosis TL pueda transponerse como una variable de validez en la práctica clínica y debe tomarse con reserva, puesto que consideramos que estamos en fase de entrenamiento. Tenemos la conciencia de que este estudio analiza una técnica innovadora; hay variables hemodinámicas desconocidas por nuestro grupo en razón de la disposición particular de la anastomosis que al no simular una estructura tubular nativa e irrumpir en la dinámica del flujo laminar y predisponer a fenómenos tromboembólicos. Estas incógnitas deberán aclararse en otro estudio experimental similar en el cual se incluyan mayor numero de animales para mantenerlos a un plazo mas largo de vida antes que podamos recomendar su empleo en el manejo de el trauma arterial carotídeo en humanos.

Conclusión

La reparación vascular en lesiones destructivas de la ACC generalmente demanda la instalación de un *shunt* intra-vascular temporal. La técnica de reparación vascular con interposición de injerto TT ocasiona la interrupción del flujo sanguíneo distal durante las frecuentes movilizaciones del *shunt* intravascular temporal; interrumpiendo el flujo carotídeo distal y posiblemente incrementando la mortalidad. Aunque el tiempo de realización de la anastomosis TL es significativamente mayor que el tiempo para construir una anastomosis TT, la primera disminuye el tiempo de interrupción al flujo carotídeo distal al compararse con la técnica TT. Las variables hemodinámicas estudiadas (VFS 2 cm proximal al sitio de la transección, VFS 2 cm proximal y distal al sitio de colocación del *shunt*, VFS proximal y distal en los primeros 20 minutos de terminada la anastomosis distal, FC a los 5 y 10 minutos del término de la anastomosis, tiempo de realización de la anastomosis, el tiempo total de pinzamiento vascular, pulsos palpable bidigital y el intervalo lesión-término de la anastomosis distal) no difirieron significativamente entre ambos grupos, lo cual nos hace suponer bajo un fundamento estadístico que ambas técnicas preservan el flujo de manera similar. El estudio representa la apertura de una línea de investigación para dilucidar las consecuencias hemodinámicas y neurológicas a largo plazo de este tipo de anastomosis en el modelo animal. Adicionalmente, permite adiestrar al personal Residente de Cirugía y de médicos especialistas en técnicas innovadoras en cirugía del trauma vascular. Es recomendable continuar este tra-

bajo de investigación para ampliar la información obtenida de las variables analizadas y extender nuestros conocimientos con otras que no se han estudiado.

Referencias

- Asensio JA, Meneu JC, Calvo PJ, Moreno GE, Moreno EA, García-Núñez LM. Lesiones vasculares en la arteria carótida. En: Asensio JA, Meneu JC, Calvo PJ, Moreno GE (eds.). Traumatismos. Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. 1a. Ed. Madrid, España: Jarpoy; 2005, p. 203-8.
- Ram-Kumar S, Weaver FA, Yellin AE. Cervical vascular injuries. *Surg Clin North Am* 2001; 81: 1331-44.
- Feliciano DV. Management of penetrating injuries to the carotid artery. *World J Surg* 2001; 25: 1028-35.
- Magaña SIJ, Cabello PR, Melgoza MD, Galvan JL, Chavez RJ. Patrón de lesiones de cuello en el Hospital Central Militar. *Ciruj Gen* 2001; 23: 240-4.
- Mittal VK, Paulson TJ, Colaiuti E, Habib FA, Penney DG, Daly B, et al. Carotid injuries and their management. *J Cardiovasc Surg* 2000; 41: 423-31.
- Navsaria P, Omoshoro-Jones J, Nicol A. An analysis of 32 surgically managed penetrating carotid artery injuries. *Eur J Vasc & Endovasc Surg* 2002; 24: 349-55.
- Fua R, Rutledge E, Oller D, Howell P, Baker C, Keagy B, et al. Carotid artery trauma: a review of contemporary trauma centers experience. *J Vasc Surg* 1995; 21: 46-56.
- Sunar H, Canbaz S, Edis N, Duran E. A different repair technique for carotid artery injury. *Eur J Vasc & Endovasc Surg* 2002; 4: 35-36.
- Ayuyao AM, Kaledzi YL, Parsa MH, Freeman HP. Penetrating neck wounds. Mandatory versus selective exploration. *Ann Surg* 1995; 202: 563-7.
- Hernandez SRV, Campos CR. Heridas penetrantes de cuello. Experiencia de 28 casos. *Rev Sanid Milit Mex* 1996; 52: 328-34.
- García-Núñez LM, Cabello PR, Decuir DA, Lever RCD, Padilla SR, Gomez GMA, et al. Lesiones vasculares periféricas complejas y shunts intravasculares temporales. El concepto y la institución del "control de daños" va mucho más allá del abdomen. *Rev Sanid Milit Mex* 2005; 59: 201-7.
- Asensio JA, Valenziano CP, Falcone RE, Grosh JD. Management of penetrating neck injuries. The controversy surrounding zone II injuries. *Surg Clin North Am* 1991; 71: 267-96.
- Demetriades D, Murray J, Sinz B, Myles D, Chan L, Sathiyaragiswaran L, et al. Epidemiology of major trauma and trauma deaths in Los Angeles County. *J Am Coll Surg* 1998; 187: 373-83.
- Illescas FGJ. Epidemiología del trauma en la Ciudad de México. *Trauma* 2003; 6: 40-3.
- Erhart J, Mousavi M, Vécsei V. Penetrating injuries of the neck, injury pattern and diagnostic algorithm. *Der Chirurg Zeitschrift für alle Gebiete der Operativen Medizin* 2000; 71: 1138-43.
- Ríos-Bruno G, Castiglioni JC, Bergalli L, Gateño N, Tortorolo E, Crespo LE, et al. Heridas de cuello. *Cir Urug* 1974; 44: 225-66.
- Kumar SR, Weaver FA, Yellin AE. Cervical vascular injuries: carotid and jugular venous injuries. *Surg Clin North Am*. 2001; 81: 1331-44.
- Kendall JL, Anglin D, Demetriades D. Penetrating neck trauma. *Emerg Med Clin North Am* 1998; 16: 85-105.
- Subramanian A, Vercruysse G, Dente C, Wyrzykowski A, King E, Feliciano DV. A decade's experience with temporary intravascular shunts at a civilian level I trauma center. *J Trauma* 2008; 65: 316-32.
- Sriussadaporn S, Pak-Art R. Temporary intravascular shunts in complex extremity vascular injuries. *J Trauma* 2002; 52: 1129-33.
- Reber PU, Patel AG, Sapio NL, Ris HB, Beck M, Kniemeyer HW. Selective use of temporary intravascular shunts in coincident vascular and orthopedic upper and lower limb trauma. *J Trauma* 1999; 47: 72-6.

22. Bechara C, Huynh TT, Lin P. Management of lower extremity arterial injuries. *J Cardiovasc Surg* 2007; 48: 567-79.
23. du Toit DF, van Schalkwyk GD, Wade SA, Warren BL. Neurologic outcome after penetrating extracranial arterial trauma. *J Vasc Surg* 2003; 38: 257-62.
24. Abelha F, Maia P, Landeiro N, Neves A, Barros H. Determinants of outcome in patients admitted to a surgical intensive care unit. *Arqui Med* 2007; 21: 135-43.
25. El-Koussy M, Schroth G, Do DD, Gralla J, Nedeltchev K, von Bredow F, et al. Periprocedural embolic events related to carotid artery stenting. *J Endovasc Therapy* 1990; 14: 1545-50.
26. Desborough JP. The stress response to trauma and surgery. *Br J Anaesth* 2000; 85: 109-17.
27. Yang R, Tibbs B, Chang B, Nguyen C, Woodall C, Steppacher R, et al. Effect of DHEA on the hemodynamic response to resuscitation in a porcine model of hemorrhagic shock. *J Trauma* 2006; 61: 1343-49.
28. Victorino GP, Battistella FD, Wisner DH. Does tachycardia correlate with hypotension after trauma? *J Am Coll Surg* 2003; 196: 679-84.
29. Staalsen NH, Ulrich M, Winther J, Pedersen M, Thien H, Nygaard H. The anastomosis angle does change the flow fields at vascular end-to-side anastomoses in vivo. *J Vasc Surg* 1995; 21: 460-71.
30. Grossi EA, Giangola G, Parish M, Baumann FG, Riles TS, Spencer FC. Differences in carotid shunt flow rates and implications for cerebral blood flow. *Ann Vasc Surg* 1993; 7: 39-43.

