

Trauma vascular de extremidad superior. Manejo en la etapa aguda.

Felipe Imigo G¹, Leonardo Cárcamo G², Francisco Cárcamo G³, Cristian Zárate B²,
Carlos Fonfach Z⁴, Ivan Duhalde S⁵, Roberto Carrasco A⁵, Alfonso Sánchez H⁶.

RESUMEN

El trauma vascular es una situación de emergencia a la cual podemos vernos enfrentados en la unidad de urgencia, la cual puede causar la muerte del paciente de no realizar un manejo oportuno. Las extremidades representan el principal sitio de lesión en la población civil y de éstas alrededor del 30% afectan la extremidad superior. La principal etiología es el trauma penetrante, específicamente por arma de fuego, existiendo además un aumento alarmante de las lesiones iatrogénicas. El cirujano de urgencia debe tener los conocimientos teóricos y prácticos que le permitan un adecuado diagnóstico, y manejo en la etapa aguda, siendo el objetivo fundamental la sobrevida del paciente y luego el salvataje de la extremidad. La indicación actual ante la presencia de signos duros es la exploración quirúrgica clásica, existiendo algunos pacientes que podrían ser resueltos por cirugía endovascular, específicamente pacientes estables hemodinámicamente con lesiones de la arteria axilar y braquial proximal. En el presente artículo se exponen las consideraciones básicas en el manejo de emergencia del paciente con trauma vascular de extremidad superior. (Palabras claves: trauma vascular; extremidad superior; cirugía endovascular).

Vascular trauma of an upper extremity. Management in the acute stage.

ABSTRACT

The vascular trauma is an emergency situation at which we may be confronted in the emergency unit. This may cause the patient's death if not made a timely management. The limbs represent the main site of injury in civilian population. 30% affect the upper extremity. The main etiology is penetrating trauma, specifically gunshot. There is also an alarming increase of iatrogenic injuries. The emergency surgeon should have an appropriate theoretical and practical knowledge to allow a proper diagnosis, and management in the acute stage. The main objective is to keep the patient alive and then the rescue of the limb. The current indication in the presence of objective signs is the classic surgical exploration, and there are some patients who could be resolved by endovascular surgery, specifically hemodynamically stable patients with injuries of the proximal brachial and axillary artery. This article presents the basic considerations in the emergency management of patients with upper extremity vascular trauma. (Key words: vascular trauma; superior extremity; endovascular surgery).

-
1. Residente de Cirugía. Instituto de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile.
 2. Interno 7° año Medicina. Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile.
 3. Alumno 5° año Medicina. Escuela de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile.
 4. Profesor auxiliar de Cirugía. Instituto de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile.
 5. Cirujano Equipo de Tórax y Vascular. Hospital Base Valdivia.
 6. Profesor Asociado de Cirugía. Instituto de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile.
- Correspondencia a: Dr. Felipe Imigo, felipeimigo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El trauma vascular constituye una patología de relevancia en las unidades de emergencia, debido a las graves consecuencias de éste, ocasionando muchas veces la amputación de la extremidad o la muerte del paciente.¹⁻³

Los traumatismos de extremidades representan el 80% de todos los traumas vasculares (TV), localizándose alrededor del 30% en las extremidades superiores (ES).

La principal etiología es el trauma penetrante, siendo el 50 a 70% por armas de fuego, el 10 a 15% por arma blanca y 10% por otras causas. Se describe además un aumento exponencial del trauma iatrogénico, constituyendo hasta el 38% de los casos publicados en algunas series.¹⁻²

Dentro de los traumas vasculares de ES, el 50% afectan a la arteria braquial, y 25% a la radial y cubital. Actualmente, la tasa de mortalidad es baja, no obstante, la tasa de amputación se sitúa entre un 0 a 15%.³

HISTORIA

Durante la guerra civil en USA, la mortalidad por trauma de ES fluctuaba entre el 10 a 40%, y la tasa de amputación era de hasta el 70%, consistiendo el tratamiento en la ligadura arterial. Posterior a la guerra de Korea y Vietnam la tasa de amputación disminuyó a 13% y particularmente la amputación por lesión de la arteria braquial descendió a menos del 5%, debido a la optimización del traslado y manejo prehospitalario, así como el inicio de la reparación arterial y venosa con parches o injertos venosos.⁴

FISIOPATOLOGÍA

La hemorragia es la primera manifestación del trauma vascular, siendo ésta identificable

principalmente por sangrado, o algunas veces encontrarse contenida evolucionando como un hematoma. La isquemia se presenta a consecuencia de una interrupción súbita del flujo sanguíneo hacia las extremidades, resultando el aporte de oxígeno insuficiente, dando paso a la instalación de metabolismo anaeróbico en el territorio afectado. Dado lo anterior, se produce acumulación de ácido láctico junto con mediadores de inflamación, activando las cascadas inflamatorias humorales y celulares, progresando a la muerte celular de no recuperar el aporte de oxígeno en forma oportuna. El tejido muscular es capaz de mantenerse isquémico durante 3 a 6 horas y aún recuperar su función con aporte de oxígeno, sin embargo el tejido nervioso es mucho más sensible, lo que se traduce en déficit prolongado o irrecuperable en períodos mucho más breves, generalmente no más de 3 horas. La lesión neurológica se transforma así en la principal causa de morbilidad. El compromiso está presente en el 35 a 60% de los casos, asociado principalmente al trauma de tipo contuso (58%). Se describe en la literatura que hasta un 75% del trauma vascular se asocia a lesiones nerviosas u óseas.⁵

Si se logra revertir la isquemia, ocurre una liberación súbita y masiva de mediadores de inflamación, ácido láctico, potasio y otros detritus intracelulares a la circulación sistémica, pudiendo causar depresión miocárdica severa, vasodilatación generalizada, desencadenando el Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SIRS), pudiendo causar incluso la muerte del enfermo.^{6,23}

ETIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN

Los mecanismos de daño vascular pueden ser divididos en 3 grupos (Tabla 1):

Tabla 1. Mecanismos de daño vascular.¹

Mecanismo	Etiología	Resultado	Complicaciones Tardías
Penetrante	Armas de Fuego Arma Blanca Fracturas	Laceración Transección parcial Transección parcial	Fístula arteriovenosa (FAV) Pseudoaneurismas
Contuso	Accidentes de tránsito Lesiones Ortopédicas	Disrupción intimal Disrupción lateral	
Iatrogénica	Variable	Variable	Variable

Las lesiones traumáticas pueden clasificarse a su vez en (Tabla 2):

Tabla 2. Tipos de traumatismos arteriales y sus signos clínicos.²

Tipo de lesión traumática	Signos clínicos
Desgarro (sección parcial)	Pulso disminuido, hematoma, hemorragia
Transección	Ausencia de pulsos distales, isquemia
Contusión	La exploración inicial puede ser normal. Puede progresar a trombosis
Pseudoaneurisma	Soplo o <i>thrill</i> , pulso expansivo. La exploración inicial puede ser normal
Fístula arteriovenosa	Soplo o <i>thrill</i> , pulso disminuido. La exploración inicial puede ser normal
Compresión extrínseca	Pulsos disminuidos, recuperación de pulsos normales cuando se reduce la fractura

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico se realiza en base a los hallazgos del examen físico. Es necesario obtener la máxima cantidad de información posible, siempre que no retrase la cirugía.

Debemos prestar atención a los signos duros y blandos del trauma vascular, los cuales se detallan en la Tabla 3.

La presencia de signos duros es indicación de exploración quirúrgica inmediata.

La ausencia de signos duros disminuye la posibilidad de lesión vascular, pero no la excluye. Ante la presencia de signos blandos, se debe hospitalizar al paciente durante 24 a 48 horas, tiempo necesario para realizar estudios vasculares e imagenológicos que permitan descartar la existencia real de alguna lesión.^{1,2,3,5,23}

En todo paciente se debe evaluar la función neurológica previo al ingreso a pabellón (Tabla 4).^{10,23}

Tabla 3. Signos Clínicos de Injuria Arterial¹.

Duros	Blandos
Sangrado arterial Pérdida de pulso Hematoma expansivo Soplo y/o frémito Signos de isquemia (6 Ps*)	Historia de sangrado pre-hospitalario Pulso palpable, pero disminuido Hematoma moderado Proximidad a grandes vasos o injuria ósea Déficit neurológico ipsilateral

*Pain (Dolor), Pallor (Palidez), Paresthesia (Parestesia), Paralysis (Parálisis), Pulselessness (Déficit de pulso), Poikilothermy (Poiquilotermia).

Tabla 4. Evaluación de la función nerviosa en el brazo⁵.

Nervio dañado	Síntomas	Signos
Plexo Braquial	Imposibilidad de mover el brazo; extremidad cuelga con codo extendido y antebrazo pronado	Incapacidad de discriminar sensaciones en el cuello.
Nervio Axilar	Imposibilidad de abducir el brazo.	Incapacidad de discriminar sensaciones en cara dorsal del hombro.
Nervio Ulnar	Entumecimiento e imposibilidad de mover el 5° dedo	Incapacidad de discriminar sensaciones en el pulpejo del 5° dedo.
Nervio Mediano	Imposibilidad de flexar la mano y entumecimiento en los 3 dedos del medio	Incapacidad de discriminar sensación en el pulpejo del dedo índice.
Nervio Radial	Entumecimiento e imposibilidad de mover el pulgar	Incapacidad de discriminar sensaciones entre el pulgar y dedo índice.

ESTUDIO COMPLEMENTARIO

Presentan su mayor utilidad ante la presencia de signos blandos, para confirmar o descartar el diagnóstico.

OXIMETRÍA DE PULSO. La diferencia de resultados entre ambas extremidades sugiere la presencia de lesión vascular, pero no es capaz de confirmarla o excluirla, por lo cual es inútil en el diagnóstico.¹⁹

DOPPLER VASCULAR. Operador dependiente. No certifica la ausencia de lesión. Puede producir una sensación de falsa seguridad, en caso de pulsos no palpables y presencia de señal doppler.³

ECO DOPPLER COLOR. Método no invasivo con alta sensibilidad y especificidad, pero operador dependiente. En manos expertas entrega un diagnóstico fiable y otorga información acerca de desgarros intinales, trombosis, pseudoaneurismas y fistulas arteriovenosas.⁷

ANGIOTOMOGRAFÍA. Examen rápido, eficaz, logrando reemplazar a la angiografía en el diagnóstico inicial de lesiones vascular. Presenta una sensibilidad de 95,1% y especificidad de 98,7%. Permite determinar la extensión de la lesión, la circulación proximal y distal, lesiones asociadas además de ser fundamental en la planificación quirúrgica.^{2,20}

ANGIOGRAFÍA. Continúa siendo el *gold estándar*. Es un examen invasivo y de uso selectivo. Juega un rol importante tanto en el pre, intra y postoperatorio. En casos seleccionados permite además plantear terapias endovasculares o control temporal con catéteres de angioplastia hasta lograr una solución definitiva.^{2,8,21}

RESONANCIA MAGNÉTICA. Rol limitado debido al aspecto práctico del manejo del trauma. Es un excelente examen, sin embargo requiere de 20 a 30 minutos, es más costoso y no entrega mayor información que una angiotomografía. Además, en trauma, los pacientes pueden haber retenido fragmentos metálicos que no son compatibles con el examen.¹⁰

MANEJO INICIAL

El manejo comienza con el triage, evaluación y resucitación del paciente con trauma. Es fundamental permeabilizar la vía aérea, ventilar

adecuadamente, descartar o tratar lesiones letales, un adecuado control de la hemorragia, reposición de volumen circulante, analgesia y profilaxis antitetánica. El control inmediato de la hemorragia por lo general se puede manejar con presión directa sobre la lesión. Una alternativa es instalar una sonda foley a través de la lesión e inflarla, lo cual permite un control transitorio de la hemorragia. El uso de torniquetes sólo estaría indicado en la amputación traumática. No se debe clampar a ciegas por alta probabilidad de iatrogenia vascular y nerviosa.^{2,3}

En caso de encontrarnos en un centro sin cirugía, debemos coordinar en forma expedita el traslado al centro de referencia. Una vez estabilizado el paciente se puede continuar con manejo específico del trauma vascular.^{1,5}

PRONÓSTICO

En la evaluación inicial deben destacarse datos de la anamnesis que implican peor pronóstico como son 6:

1. Tiempo transcurrido: mayor tiempo, especialmente > 6 horas.
2. Mecanismo: heridas contusas y de alta velocidad.
3. Lugar anatómico: extremidades, tórax, abdomen.
4. Injurias asociadas.
5. Paciente de edad avanzada y alteraciones psicológicas.
6. Presentación clínica: shock e isquemia evidente.
7. Circunstancia ambiental: zona de guerra, ambiente austero.

TRATAMIENTO

Dentro de las alternativas de tratamiento existe el manejo conservador y quirúrgico según las características clínicas del paciente.

MANEJO CONSERVADOR

Las nuevas técnicas imagenológicas han permitido diagnosticar una serie de lesiones en pacientes hemodinámicamente estables y con mínimas lesiones asociadas, las cuales permiten la observación, decisión que debe ser asumida por un cirujano vascular. Dentro de los criterios se incluyen:^{9,10}

1. Lesiones de baja velocidad.
2. Mínima interrupción de la pared arterial (<5 mm).

3. Protrusión adherente o distal de colgajos de la íntima.
4. Circulación distal intacta.
5. Ausencia de hemorragia activa.

MANEJO QUIRÚRGICO

Si bien la cirugía abierta constituye hoy en día el *gold estándar*, con estudios que avalan buenos resultados a largo plazo, actualmente existen reportes acerca de los beneficios que aportarían las técnicas endovasculares en estas lesiones.¹²

CIRUGÍA ENDOVASCULAR

Ha presentado un auge desde el año 2000. Está indicada en pacientes con mínimas lesiones asociadas. Dentro de los beneficios se ha descrito un leve aumento en la sobrevida al alta (89.7 vs 87.3%) y disminución de la estadía hospitalaria (16 vs 20 días). Los vasos susceptibles de reparar por esta vía son la arteria axilar y la arteria braquial proximal.¹¹

Contraindicaciones:¹²

1. Hemorragia no controlada
2. Isquemia crítica de la extremidad
3. Compresión de vía aérea o plexo braquial
4. Lesiones aerodigestivas
5. Herida infectada
6. Estudio angiográfico contraindicado

TÉCNICAS ENDOVASCULARES

OCCLUSIÓN CON BALÓN. Utilizado como alternativa transitoria en el control de las arterias subclavia, axilar y braquial proximal. Debido a que la compresión directa de estos vasos es difícil e inefectiva, jugaría un rol en la adecuada y rápida hemostasia, proporcionando así un campo quirúrgico limpio.¹⁰

EMBOLIZACIÓN PERCUTÁNEA. Juega un rol fundamental en el tratamiento de pseudoaneurismas y las fistulas arterio-venosas (FAV). Se han utilizado agentes como Gelfoam, Coils y pegamento Vascular (n-butyl cyanoacrylate). La utilización de Coils más Stent ha demostrado efectividad en arteria axilar.¹⁰

STENT. Es una alternativa aceptada para el tratamiento de pseudoaneurismas, FAV y secciones parciales. Faltan estudios que avalen su utilidad a largo plazo, por lo que en pacientes jóvenes con alta expectativa de vida se prefiere

vía abierta. Existen stents auto-expandibles o por balón, estos últimos se evitan por posibilidad de mayor daño vascular. Por lo general los Stents no recubiertos están indicados en disecciones y los recubiertos en lesiones sangrantes.¹²

CIRUGÍA CLÁSICA

PREPARACIÓN PREOPERATORIA. Una vez estabilizado hemodinámicamente al paciente se ubica en una mesa quirúrgica radiolúcida en caso de realizar angiografías. Se debe instalar con el brazo abducido en 90° y mano en supinación. No instalar vías venosas en extremidad ipsilateral. El control de la hemorragia se realiza por presión directa en la lesión. Realizar asepsia del hombro, brazo en alto a fin de minimizar el sangrado por congestión venosa y una pierna como eventual zona dadora.⁵

CONTROL PROXIMAL. Principio básico en cirugía vascular. En caso de lesiones proximales, se debe exponer un segmento del vaso normal por sobre el área dañada mediante una incisión longitudinal amplia. En el caso de la arteria axilar se debe realizar una incisión longitudinal desde la clavícula distal hasta el tercio medio del brazo por la cara medial, y para la arteria braquial una incisión en S desde el tercio medio del brazo hasta el tercio proximal del antebrazo. La arteria se puede controlar usando clamps vasculares o vessel loops. Se debe tener extrema precaución de no clampear alguna estructura nerviosa.⁵

EXPLORACIÓN Y REPARACIÓN. El control distal se realiza explorando la herida. De ser necesario se debe ampliar o realizar nuevas incisiones en piel. Se debe retirar el hematoma para permitir la inspección de nervios y tendones según región anatómica. Antes de clampear la arteria se debe administrar heparina 50 UI/Kg vía endovenoso. Algunos cirujanos administran también heparina al extremo distal de vaso. Es recomendable pasar un catéter de Fogarty N° 2 o N° 3 hacia distal para asegurarse que no se hayan formado coágulos. En caso que exista la duda sobre el flujo proximal, se puede realizar una angiografía intraoperatoria o un ECO Duplex. Como principio general, toda lesión vascular se repara, a excepción que ponga en riesgo la vida del paciente. Las ligaduras arteriales debieran realizarse sólo en caso que se planea amputación o ante riesgo inminente de muerte. En el antebrazo estaría permitida la ligadura de una de las arterias

(radial o cubital), siempre y cuando la extremidad presente pulso y el test de Allen sea adecuado, sin embargo se debe recordar que hasta en un 20% de los pacientes presenta el arco palmar discontinuo, motivo por el cual la ligadura sería catastrófica para el paciente generando un alto riesgo de amputación.^{5,6}

Para la mayoría de las lesiones se requerirán implantes venosos para la reparación. En lesiones pequeñas de bordes netos, transversas, que afectan parcialmente la circunferencia del vaso, pueden ser reparadas con sutura primaria.⁵

Las venas son extraídas de la misma extremidad si el trauma es limitado o de la extremidad inferior. Antes de realizar la anastomosis se debe retirar el tejido dañado debido al mayor riesgo de trombosis.

El material de sutura indicado para la reparación es el Prolene® 5.0 para la arteria axilar, 6.0 para las arterias braquial, radial y cubital.

Las lesiones venosas igualmente debieran ser reparadas en el mismo acto quirúrgico si las condiciones lo permiten. La presencia de múltiples colaterales asociados a buenos resultados a largo plazo con tratamiento médico, hacen que la reparación sea deseable pero no indispensable, motivo por el cual no debe prolongarse el tiempo quirúrgico en esta reparación, a excepción de una lesión de la vena braquial proximal o la vena subclavia, que sí deben repararse.^{5,15,22.}

En lesiones combinadas privilegiar siempre la lesión arterial. Sólo de ser posible es ideal reparar ambas estructuras.¹⁶

Ante la presencia de un paciente con trauma vascular extenso asociado a otras lesiones importantes y shock, existe la alternativa de realizar lo que se conoce como “trauma vascular contenido”; el cual consiste en realizar el control proximal, distal y posteriormente instalar un shunt intravascular, asegurando la irrigación distal y así diferiendo la reparación final a fin de estabilizar al paciente y que ésta sea realizada en las próximas 24 horas en condiciones idóneas, por un cirujano vascular.¹⁶

AMPUTACIÓN

En caso de lesiones amplias con gran daño vascular o tiempo de evolución prolongado, se debe optar por esta alternativa. Existe el score de MESS, que objetiva la necesidad de amputación ante un puntaje >7 puntos⁵ (Tabla 5).

SINDROME COMPARTAMENTAL

La interrupción del flujo sanguíneo hacia la extremidad causa isquemia y edema. Éste ocurre debido al paso de transudado a través de las membranas capilares y mediadores de inflamación. Al incrementar el edema se comprimen progresivamente los capilares, resultando en mayor isquemia.

Durante la isquemia, el metabolismo aeróbico deriva al anaeróbico, acumulándose ácido láctico y provocando la falla de la bomba NA/K ATP dependiente. El fallo de la bomba provoca un desbalance en el gradiente osmolar, provocando más edema e isquemia subsecuente

Tabla 5. Mangled Extremity Severity Score (MESS Score).

Isquemia de miembro > 6 horas	Multiplicar puntos de isquemia del miembro x2
Isquemia del miembro	Pulso reducido, pero perfusión normal (+1) Sin pulso, parestesias, llenado capilar lento (+2) Frialdad, parálisis, entumecido/insensible (+3)
Rango de edad de los pacientes	<30 años (0) 30-50 años (+1) 50 años (+2)
Shock	PAS > 90 persistentemente (0) Hipotensión transitoria (+1) Hipotensión persistente (+2)
Mecanismo de lesión	<i>Baja energía</i> (arma blanca, arma de fuego, fractura simple) (+1) <i>Energía media</i> (dislocación, expuesta/múltiples fracturas) (+2) <i>Alta energía</i> (Accidente vehicular o disparo de escopeta) (+3) <i>Muy alta energía</i> (Alta velocidad y contaminación excesiva) (+4)

y formación de hipoxantina. Así se forma un círculo vicioso que termina provocando el síndrome compartamental.

Al ocurrir la reperfusión los tejidos obtienen oxígeno a libre demanda, el cual se combina con hipoxantina generando radicales libres más superóxido. Estos productos terminan causando lisis celular y agregación plaquetaria, lo cual perpetua el trastorno.

El trastorno es principalmente clínico. Una presión mayor a 30 mmHg es indicadora de la presencia de síndrome compartamental, el cual genera intenso dolor, parestesias, palidez, parálisis, ausencia de pulsos.

El tratamiento de elección es la fasciotomía de las estructuras comprometidas. Existe controversia acerca de la realización de fasciotomía profiláctica en pacientes de mayor riesgo, o la observación y realización sólo en caso necesario. La severidad del trastorno lleva a pensar que siempre debieran realizarse profilácticamente, pero éste no es un procedimiento exento de complicaciones, existiendo evidencia sobre el

aumento de complicaciones a corto y largo plazo. Por otro lado, si el médico sospecha la patología de forma temprana, no presenta gran dificultad diagnóstica y se puede efectuar tratamiento precoz. Ante opiniones discordantes, recomendamos evaluar a cada paciente en particular y actuar en concordancia.^{6,18,23}

CONCLUSIONES

El trauma vascular es una situación de emergencia, a la cual se puede ver enfrentado todo cirujano que se desempeñe en las unidades de urgencia. Es fundamental tener conocimientos acabados sobre la anatomía, cuadro clínico, métodos de exploración así como de la técnica quirúrgica del control y reparación vascular. Es imprescindible considerar que ante la presencia de signos duros o inestabilidad hemodinámica se debe realizar la exploración quirúrgica en forma inmediata. Se recomienda además siempre que sea posible recurrir a la ayuda de un cirujano vascular.

REFERENCIAS

1. Nguyen T, Kalish J, Woodson J. Management of civilian and military trauma: Lessons learned. *Semin Vasc Surg* 2011; 23:235-42.
2. Pastor-Mena G, Rivera-Rodriguez MI, Marzo-Álvarez AC, Marco-Luque MA. Traumatismos vasculares de los miembros. Diagnóstico y tratamiento actual. *Angiología* 2007; 59:S39-52.
3. Fields CE, Latifi R, Ivatury RR. Brachial and Forearm vessel injuries. *Surg Clin North Am* 2002; 82:105-14.
4. Rich NM, Baugh JH, Hughes CW. Acute arterial injuries in Vietnam: 1000 cases. *J Trauma* 1970; 10:359-69.
5. Wahlberg E. Emergency vascular surgery. A practical guide. 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
6. Rush RM, Beekley AC, Puttler Eg, Kjorstad RJ. The mangled extremity. *Curr Probl Surg* 2009; 46:851-926.
7. Britt LD, Weieter LJ, Cole FJ. Newer diagnostic modalities for vascular injuries: the way we were, the way we are. *Surg Clin North Am* 2001; 81:1263-79.
8. Gavant ML, Gold RE, Fabian TC, Tonkin IL. Vascular trauma to the extremities and lower neck: initial assessment with intravenous digital subtraction angiography. *Radiology* 1986; 158: 755-76.
9. Dennis JW, Frykberg ER, Veldenz HC, Huffman S, Menawat SS. Validation of nonoperative management of occult vascular injuries and accuracy of physical examination alone in penetrating extremity trauma: 5- to ten-year follow-up. *J Trauma* 1998; 44:243.
10. Doody O, Given MF, Lyon SM. Extremities-indications and technique for treatment of extremity vascular injuries. *Injury, Int. J. Care Injured* 2008; 39: 1295-1303.
11. Reuben BC, Whitten MG, Sarfati M, Kraiss LW. Increasing use of endovascular therapy in acute arterial injuries: analysis of the national trauma data bank. *J Vas Surg* 2007; 46:1222-6.
12. Kalish J. Selective use of endovascular techniques in the management of vascular trauma. *Semin Vasc Surg* 2011; 23:243-8.
13. Feliciano D. Orthopaedic management decisions. In: Browner BD, ed. *Skeletal Trauma: Basic Science, Management and Reconstruction*. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company; 2003.
14. Timberlake GA, Kerstein MD. Venous injury: to repair or ligate, the dilemma revisited. *Am Surg* 1995; 61:139-45.
15. Bermudez KM, Knudson MM, Nelken NA, Shackleford S, Dean CL. Long-term results of lower-extremity venous injuries. *Arch Surg* 1997; 132:963-7.

16. Rasmussen TE, Clouse WD, Jenkins DH, Peck MA, Eliason JL, Smith DL. The use of temporary vascular shunts as a damage control adjunct in the management of wartime vascular injury. *J Trauma* 2006; 61:8-15.
17. Velmahos GC, Toutouzas KG. Vascular trauma and compartment syndromes. *Surg Clin N Am* 2002; 82:125-41.
18. Dente C. Fasciotomy. *Curr Probl Surg* 2009; 46:779-839.
19. Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB. Blunt vascular trauma in extremity: diagnosis, management and outcome. *J Trauma* 2003; 55:814-24.
20. Soto JA, Múnera F, Morales C, Lopera JE, Holguín D, Guarín O et al. Focal arterial injuries of the proximal extremities: helical CT arteriography as the initial method of diagnosis. *Radiology* 2001; 218: 88-94.
21. Aerts NR, Poli de Figueiredo LF, Buriham E. Emergency room retrograde transbrachial arteriography for the management of axillosubclavian vascular injuries. *J Trauma* 2003; 55:69-73.
22. Galindo-García A, Serrano-Hernando FJ. Traumatismos venosos. Características singulares y tratamiento actual. *Angiología* 2007; 59 (Supl 2): S53-S63.
23. Soto S, Sánchez G, Brousse J, Sánchez A. Trauma vascular periférico. *Cuad. Cir.* 2004; 18: 91-97.