

Traumatismos vasculares de los miembros. Diagnóstico y tratamiento actual

G. Pastor-Mena, M.I. Rivera-Rodríguez,
A.C. Marzo-Álvarez, M.A. Marco-Luque

Introducción

Los traumatismos que afectan a las extremidades representan aproximadamente el 80% de todos los traumatismos vasculares [1]. En nuestro país parece que el 38% afecta a los miembros inferiores y el 26% a los miembros superiores. Respecto a la etiología, en nuestro medio predominan las lesiones yatrogénicas (38%), debidas al auge de las técnicas intervencionistas (radiología y hemodinámica cardíaca), seguidas de los accidentes de tráfico (24%) y los accidentes laborales (18%) [2].

Por el contrario, en las publicaciones americanas sobre series civiles la gran mayoría se produce en varones jóvenes, por arma de fuego (70-80%) o por arma blanca (10-15%) y sólo un 10% son por accidentes de tráfico, accidentes laborales o yatrogénicos (5-10%) [1]. En las series de guerra, la causa principal son las heridas abiertas debidas a impacto de metralla de alta velocidad [3]. Según el tipo de traumatismo, se puede distinguir entre abiertos (incisos) y cerrados (contusos) [4].

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza, España.

Correspondencia: Dr. Gerardo Pastor Mena. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario Miguel Servet. P.º Isabel la Católica, 1-3. E-50009 Zaragoza. E-mail: gpastorm@yahoo.es

© 2007, ANGIOLOGÍA

Los traumatismos abiertos pueden ser debidos a: a) herida por arma de fuego o metralla; b) herida por arma blanca u otros objetos incisos; c) heridas por fragmentos óseos con lesión de la piel; d) punción arterial yatrogénica (intervencionismo, drogadictos).

La lesión arterial incisa puede afectar parcialmente a la pared y ocasionar hemorragia profusa, hematoma a tensión o fístula arteriovenosa, lo que da lugar en la exploración a la disminución de pulsos distales, palpación y/o auscultación de soplo o *thrill* (Figs. 1 y 2).

Si la sección de la arteria es completa, se produce espasmo y retracción de los bordes arteriales, con posterior formación de trombo; la hemorragia cesa (menor hematoma), pero da lugar a la aparición de isquemia con ausencia de pulsos distales. En cuanto a la etiología de las heridas incisas, las heridas por arma de fuego actualmente se producen, con mayor frecuencia, por balas de alta velocidad, metralla de bombas o granadas [5].

Estas lesiones, hasta hace poco sólo bélicas, también se ven hoy en hospitales civiles por terrorismo, atracos o reyertas, incluso por accidentes en la manipulación de armas de caza.

Debido a la gran energía cinética del proyectil, se produce una lesión grave de la arteria (efecto de cavitación), así como una extensa y devastadora destrucción de los tejidos musculares, venas, nervios y huesos [6].



Figura 1. Fístula arteriovenosa en 2.ª porción de la poplítea izquierda.

Los traumatismos cerrados (contusión) se producen por desplazamientos óseos en las luxaciones o fracturas, así como por golpes externos con objetos obtusos (tráfico o laborales), que causan lesión arterial con integridad de las capas externas de la pared, rotura intimal, disección y trombosis secundaria. Existen otros mecanismos de contusión como son el aplastamiento, la elongación y la deceleración.

Si se deja evolucionar el tiempo suficiente, podemos observar la aparición de secuelas postraumáticas del tipo de los pseudoaneurismas o también de las fístulas arteriovenosas de diversa complejidad diagnóstica y terapéutica.

Clínica y diagnóstico [7]

Es de suma importancia una anamnesis detallada sobre la causa y el mecanismo de la lesión, hora exacta, tipo de sangrado (pulsátil), cantidad de sangre perdida, método de control y su eficacia, así como

sobre maniobras previas de resucitación y el tipo de traslado al medio hospitalario.

Se recomienda el control de la hemorragia arterial mediante compresión externa (manual o con vendaje), y no está indicado el intento de clampaje de los vasos dañados a 'ciegas' por personal no experto o con instrumental no adecuado ya que, además de lesionar los vasos, también hay riesgo de lesión yatrogénica de los nervios vecinos. Hay que anotar también si se han utilizado torniquetes, desaconsejados debido a su uso pernicioso en el pasado, ya que con frecuencia sólo obstruían el drenaje venoso y aumentaban el sangrado distal.

En los casos de politraumatizados por accidentes de tráfico, es importante un traslado rápido y medicalizado, con una reanimación correcta y coordinada con el equipo de urgencias multidisciplinario del hospital receptor.

El manejo del paciente en urgencias debe estar protocolizado para acelerar las técnicas diagnósticas adecuadas, y hay que monitorizarlo correctamente



Figura 2. Tratamiento endovascular de lesión de arteria femoral superficial mediante endoprótesis cubierta (PTFE de 7 mm x 50 mm).

antes de su traslado urgente al quirófano si la situación es inestable por el cuadro hipovolémico.

En los politraumatizados puede ser de gran utilidad la realización de un angiotomografía axial computarizada (angioTAC) de multidetectores [15], puesto que nos ofrece, de una forma rápida y urgente, diagnósticos de todos los sectores supuestamente lesionados, lo que permite organizarse a los distintos equipos que tienen que intervenir según las prioridades terapéuticas protocolizadas; es obligatorio, en su caso, atender al paciente de una lesión craneoencefálica, torácica o abdominal previamente a la reparación del traumatismo de la extremidad.

En la exploración el signo clínico más frecuente es la hemorragia pulsátil, pudiéndose observar también hematoma contenido o en expansión. Los signos de isquemia pueden ser graves, asociados o no a *shock* hipovolémico.

Es importante valorar no sólo si hay ausencia o disminución de pulsos periféricos, sino también la existencia de soplos o *thrill*. La valoración de deformidades por fracturas, así como la exploración neurológica, nos indicarán la posibilidad de lesión ósea y la existencia de lesiones neurológicas asociadas.

En la tabla I podemos ver los distintos síntomas en relación con los tipos de traumatismo.

Clásicamente [7] se ha dividido a los signos clínicos en:

- Signos ‘duros’:
 - a) Hemorragia externa pulsátil.
 - b) Sopro o *thrill* sobre la arteria lesionada.
 - c) Hematoma pulsátil.
 - d) Signos isquémicos: ausencia de pulsos, dolor, palidez, frialdad, parestesia y parálisis.
- Signos ‘blandos’:
 - a) Hematoma estable.
 - b) Hipotensión transitoria no explicada.
 - c) Lesión cercana a vasos importantes.
 - d) Déficit neurológico.
 - e) Disminución del pulso distal.

Técnicas diagnósticas

El Doppler portátil tiene mucha importancia en la valoración inicial del enfermo en urgencias, de forma sencilla y rápida podemos auscultar y visualizar las curvas velocimétricas.

Calculamos el índice tobillo/brazo y lo comparamos con la extremidad no lesionada [7,9,11]. La disminución del índice tobillo/brazo por debajo de 0,9 sugiere lesión arterial. También nos ayuda como pro-

Tabla I. Tipos de traumatismos arteriales y sus posibles signos clínicos (modificado de [8]).

Tipo de lesión traumática	Signos clínicos
Desgarro (sección parcial)	Pulso disminuido, hematoma, hemorragia
Sección completa	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> , pulsos disminuidos La exploración inicial puede ser normal
Compresión extrínseca	Pulsos disminuidos, recuperación de pulsos normales cuando se reduce la fractura

Tabla II. Fiabilidad del diagnóstico con eco-Doppler color en las lesiones traumáticas [8].

Autor	Sensibilidad	Especificidad	Certeza diagnóstica
Byone	95%	99%	98%
Fry	100%	97,3%	
Bergstein	50%	99%	
Gagne	Tres casos + no diagnosticados con EDC Un caso + con EDC, pero no con arteriografía		

nóstico de la viabilidad de la extremidad en pacientes politraumatizados que precisan otra intervención previa (craneotomía, toracotomía o laparotomía urgentes).

Actualmente se recomienda la rápida exploración con eco-Doppler color de la extremidad afecta por su alta fiabilidad diagnóstica en manos expertas [9,19] (Tabla II), aunque es de menos utilidad en heridas extensas con hemorragia activa.

La presentación inicial y el pronóstico de la lesión van a depender en gran parte del agente causal y del mecanismo de la lesión.

En los pacientes que llegan con signos ‘duros’ de

lesión arterial es evidente la necesidad de cirugía urgente. En los casos con signos ‘blandos’, puede ser necesario practicar una arteriografía diagnóstica, que sigue siendo el ‘estándar de oro’ (Fig. 1) (con una sensibilidad del 92-98%); su uso habitual es selectivo [11-13,18], y actualmente se está sustituyendo por la angioTAC de multidetectores, que presenta una alta utilidad y fiabilidad [14-16]. Su rapidez apenas demora la intervención quirúrgica, valora la extensión de la lesión, la circulación distal y ayuda mucho en la planificación quirúrgica.

En ausencia de arterioesclerosis, las imágenes de estenosis segmentarias deben sugerir la existencia de lesiones subintimales, que a veces se trombosan, y en ocasiones pueden deberse a una compresión extrínseca por síndrome compartimental.

El diagnóstico de espasmo, con una imagen de estenosis larga y lisa, sólo se puede ofrecer con mucha reserva y siempre que en una sucesiva exploración se haya resuelto espontáneamente [13, 17,18].

Sin embargo, en pacientes inestables es preferible llevar al enfermo rápidamente al quirófano vascular y practicarle una arteriografía diagnóstica con el arco de sustracción digital.

Tratamiento actual

Tratamiento ‘conservador’

A pesar de que en nuestro equipo no somos partidarios del tratamiento expectante de las lesiones no sintomáticas, hay bastantes grupos con una experiencia suficiente que publican buenos resultados [22-24] en pacientes con lesiones mínimas, no oclusivas y asin-



Figura 3. Disección de arteria femoral común e ilíaca externa derecha tratada con *stent* descubierto en ilíaca externa de 9 mm x 40 mm.

tomáticas que cumplen los siguientes criterios: lesiones por bala de baja velocidad que sólo producen una lesión mínima (menos de 5 mm), con un *flap* mínimo que no compromete la circulación distal y sin hemorragia activa. En estos casos, el seguimiento con eco-Doppler color ha confirmado la estabilidad y cicatrización de las lesiones, con buenos resultados a largo plazo [25].

Técnicas endovasculares

La embolización tiene su indicación en lesiones de localización difícil (por ejemplo, pelvis), con sangrado activo y pacientes politraumatizados. La oclusión de las colaterales sangrantes mediante *coils* o balones es efectiva en muchos casos. También está indicada en fístulas arteriovenosas (FAV) traumáticas de bajo flujo con oclusión preferente del lado venoso y menos frecuentemente de la arteria aferente o distal [26].

Otra técnica endovascular en auge es la implantación de endoprótesis cubiertas para sellar pseudoaneurismas, FAV complejas y otras lesiones vasculares en pacientes politraumatizados (Figs. 2 y 3) [27-29,77,78].

Es importante evitar su implantación en zonas de flexión por el posible acodamiento de las mismas. El mejor diseño y flexibilidad de las prótesis aumentará su indicación actual.

Técnicas quirúrgicas abiertas

Generalmente se emplea anestesia general y sólo bloqueo regional en caso de lesiones mínimas. Es de gran utilidad disponer de un protocolo de actuación consensuado entre las distintas especialidades implicadas en el manejo del paciente politraumatizado, ya que en algunos casos el paciente tendrá que ser atendido de una lesión craneoencefálica, torácica o abdominal previa a la reconstrucción del traumatismo de la extremidad.

La preparación del campo quirúrgico debe ser no sólo de la extremidad afecta, sino también de la contralateral, para extraer la vena safena interna si es necesario para implantarla como injerto, y también es recomendable preparar el tórax o abdomen ante la posibilidad de prolongación del abordaje para control proximal en casos concretos.

El preoperatorio urgente incluirá pruebas cruzadas para transfundir la sangre necesaria. En casos de sangrado profuso, es útil el autotransfusor intraoperatorio para disminuir las unidades transfundidas desde el banco de sangre.

En lesiones complejas axilares o subclavias puede ser útil la inserción de un catéter de balón, bajo control angiográfico, para ocluir temporalmente la arteria proximal hasta su disección y control quirúrgico. La isquemia por medio de un manguito neumático, en la raíz del miembro afecto, también puede ser útil en casos complejos, como FAV, o en pseudoaneurismas, con el fin de evitar el sangrado arterial.

Las incisiones quirúrgicas suelen ser longitudinales sobre la arteria que hay que tratar, para permitir su prolongación y tener así un óptimo control proximal y distal de la arteria, con el fin de disminuir la posible hemorragia intraoperatoria.

Una vez disecada la arteria lesionada, se reseca la zona macroscópicamente dañada y se realiza una trombectomía distal y proximal con catéteres de Fogarty, extrayendo los trombos formados secundariamente. Es de suma importancia utilizar el calibre de balón adecuado al vaso y no inflar el balón en exceso para evitar la lesión endotelial, y no desencadenar un espasmo arterial yatrogénico.

Durante todo el proceso es imprescindible la heparinización local proximal y distal. La heparinización sistémica tiene su importancia, especialmente en las lesiones poplíteas, para prevenir la trombosis distal, así como la venosa asociada, y parece que también disminuye el riesgo de síndrome compartimental [3]; pero tiene el inconveniente de poder producir sangrados en otras lesiones a distancia, conocidas o no, por lo que se desaconseja indudablemente en los casos de politraumatismos craneales, torácicos y abdominales.

El uso de *shunts* intraluminales es controvertido, y somos partidarios de su uso selectivo en lesiones concretas, como:

- Isquemia grave por demora en el traslado.
- Fracturas complejas inestables.
- Pérdidas extensas de tejidos blandos.
- Lesión venosa asociada a la arterial.
- Reparación previa de otras lesiones vitales (por ejemplo, rotura de bazo o craneotomía).

Esta técnica con *shunts* (Javid o similares) se puede realizar tanto en arterias como en venas principales lesionadas, ya que por su longitud permiten restaurar con prontitud el riego de la extremidad, se disminuye el riesgo de isquemia muscular grave y previenen la trombosis venosa asociada [31,32].

En pocos minutos, los tejidos de viabilidad dudosa comienzan a mejorar, lo que permite el desbridamiento adecuado de los tejidos dañados no viables.

Procederemos a la fasciotomía previa a la revascularización, ya de inicio, si existe un edema muscular grave.

Los traumatólogos pueden fijar las fracturas inestables previamente o después de la reparación arterial (¡hay que valorar no prolongar en exceso el tiempo de isquemia!). Se revisará también, tras la revascularización, la posible existencia de lesión nerviosa, y se identificarán los nervios seccionados mediante suturas de monofilamento para realizar la reconstrucción neuroquirúrgica en un segundo tiempo.

Si existe lesión venosa importante, se reconstruye antes que la arteria (Fig. 4).

El tipo de reconstrucción arterial va a depender de la extensión, características y localización de la lesión arterial [35]. En casos de desgarramiento parcial, puede ser suficiente una sutura simple de la lesión con puntos de monofilamento (por ejemplo, en hematomas pulsátiles femorales) o la colocación de un parche venoso. Por el contrario, si existe un grave defecto de continuidad, puede ser necesario interponer un injerto venoso con safena, compuesto o en espiral, fijando la íntima distal, en caso necesario, mediante puntos de Kunlin.

Las lesiones muy limitadas que precisan regularización de los extremos en raras ocasiones permiten la realización de una anastomosis terminoterminal sin quedar en tensión, lo que puede originar trombosis en ese nivel.

En la mayoría de casos, con desgarramientos extensos y extremos arteriales retraídos, se deben extirpar los extremos macroscópicamente dañados e implantar un

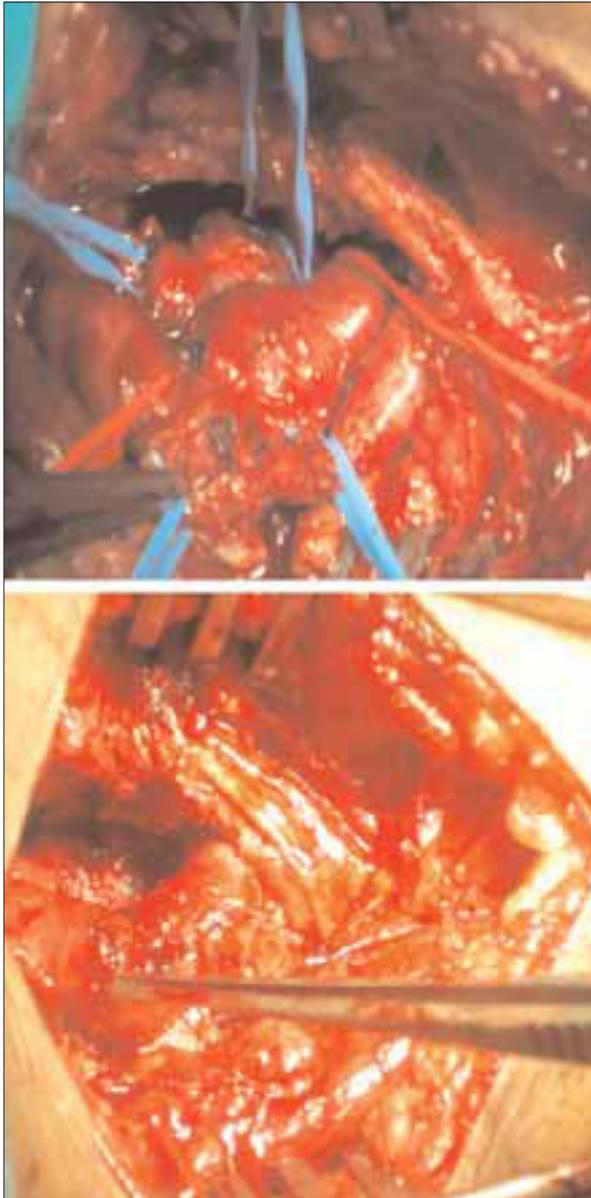


Figura 4. Resección de la FAV y aneurismorrafia de la arteria poplítea.

injerto invertido de vena safena contralateral con técnica habitual de anastomosis espatuladas, y se debe comprobar que el injerto no queda en tensión ni que tampoco es redundante. Si la vena es de pequeño calibre, también se puede utilizar un injerto en espiral o compuesto con dos segmentos venosos unidos longitudinalmente.

Si no existen venas adecuadas para injertar, podemos recurrir a injertos sintéticos de politetrafluoretileno (PTFE) de calibre idóneo. Se han publicado excelentes permeabilidades en el sector femoropoplíteo supragenicular [35,36], pero no parece que sean adecuados por debajo de la rodilla. En casos aislados, se pueden combinar injertos compuestos o secuenciales de PTFE con vena infragenicular.

En nuestra práctica utilizamos sistemáticamente la arteriografía al final de la revascularización, para asegurarnos de la ausencia de acodaduras en el trayecto y de la correcta realización de las anastomosis, sin estenosis ni lesiones residuales, como algún trombo distal. Si hay sospecha de espasmo arterial distal, utilizamos vasodilatadores diluidos intraarteriales (de mucha utilidad en niños).

En lesiones extensas de partes blandas (cutáneas y musculares) resulta importante solicitar la colaboración con cirugía plástica para practicar la cobertura con el colgajo muscular o musculocutáneo más adecuado.

Si la isquemia previa es importante, puede ser útil desechar la primera sangre venosa que retorna después de abrir la arteria reconstruida, pues es rica en productos tóxicos del metabolismo muscular anaeróbico (radicales libres), con el fin de evitar el daño renal tras la isquemia [32,36,37].

Si al final de la revascularización existe un edema muscular significativo, con posibilidad de hipertensión compartimental, somos partidarios de realizar en ese momento una fasciotomía completa y extensa de los compartimentos musculares a través de incisiones cutáneas, que se cierran inmediatamente siempre que sea posible.

Dado que la lesión vascular causada por el síndrome compartimental (compresión y oclusión) sólo se evita si se piensa en él, deben realizarse fasciotomías profilácticas en aquellos casos en los que haya habido una isquemia prolongada en el tiempo, sangrados y hematomas extensos, o si existe gran destrozo de partes blandas.

Ante la duda de la existencia de síndrome compartimental, se pueden realizar tomas de presiones directamente en el compartimento en riesgo, procediendo a realizar fasciotomías en aquellos casos que la presión sea superior a 20 mmHg [38-40].

Lesiones específicas según su localización

Miembros superiores

Lesiones de las arterias axilares

No son frecuentes. En los traumatismos abiertos pueden ser de una gran complejidad, ya que el sangrado activo o el hematoma a tensión suelen ser graves [41].

En la luxación del hombro con desplazamiento de la cintura escapulohumeral, dada su vecindad, casi siempre se asocian lesiones de la vena y del plexo braquial, y la isquemia grave del brazo es menos frecuente por la rica red de circulación colateral del hombro. Además del diagnóstico vascular, es importante una exploración neurológica del brazo, pues el correcto manejo de las posibles lesiones puede evitar secuelas importantes.

Para el abordaje de lesiones axilares puede ser necesario controlar la arteria subclavia con una incisión infraclavicular, y más raramente supraclavicular; si la lesión afecta hasta el desfiladero torácico, la vía subclavicular o la axilar directa generalmente son suficientes. La disección de la arteria axilar, dada su fragilidad, debe ser extremadamente cuidadosa.

Según el tipo de lesión emplearemos sutura directa, una anastomosis terminoterminal o la interposición de vena safena invertida. La reconstrucción simultánea de la vena axilar es conveniente, pero, si es compleja (necesidad de injerto), puede tolerarse su ligadura, debido a la buena circulación colateral de la zona.

Si existen extremos seccionados del plexo braquial, los debemos marcar con suturas no reabsorbibles para su reconstrucción diferida. Las lesiones graves del plexo por arrancamiento completo pueden condicionar una amputación tardía por la abolición

funcional del brazo, a pesar de una correcta revascularización. Por el contrario, los plexos contundidos pero intactos recuperan parcialmente su función a largo plazo [41].

En raras ocasiones son útiles las técnicas endovasculares en este sector [42].

Los hematomas a tensión de las punciones axilares yatrogénicas deben diagnosticarse y drenarse precozmente, ya que pueden causar lesiones graves y secuelas neurológicas permanentes del brazo [43].

Lesiones de las arterias humeral, radial y cubital [44,45]

Las lesiones de la arteria humeral distales a la salida de la humeral profunda producen menos grado de isquemia por la rica red de colaterales; por el contrario, en lesiones proximales la isquemia puede ser grave.

La flexura del codo es la zona más frecuentemente lesionada en relación con fracturas desplazadas o luxaciones, y también aquí hay lesiones del nervio mediano. Las trombosis humerales y/o braquiales tras cateterismo cardíaco tienen como causas más frecuentes lesión/disección intimal, desgarro o perforación.

Los abordajes suelen ser en el surco bicubital o en la fosa antecubital.

Se recomienda trombectomía precoz y reconstrucción adecuada. Si se objetiva lesión intimal con disección, es conveniente una resección segmentaria y la interposición de un injerto venoso, pero, en ocasiones más tardías, puede ser preciso un *bypass* venoso invertido. Las lesiones venosas a veces se pueden reconstruir, pero otras veces hay que ligarlas sin secuela significativa.

En el antebrazo las lesiones más frecuentes son las incisocortantes por intento de suicidio. No suelen producir isquemia grave, salvo sección de ambas arterias radial y cubital. En el futuro presumiblemente veremos más casos por el uso actual de la vía radial para los cateterismos coronarios.

La lesión de una única arteria en el antebrazo puede no necesitar revascularización, y en ocasiones

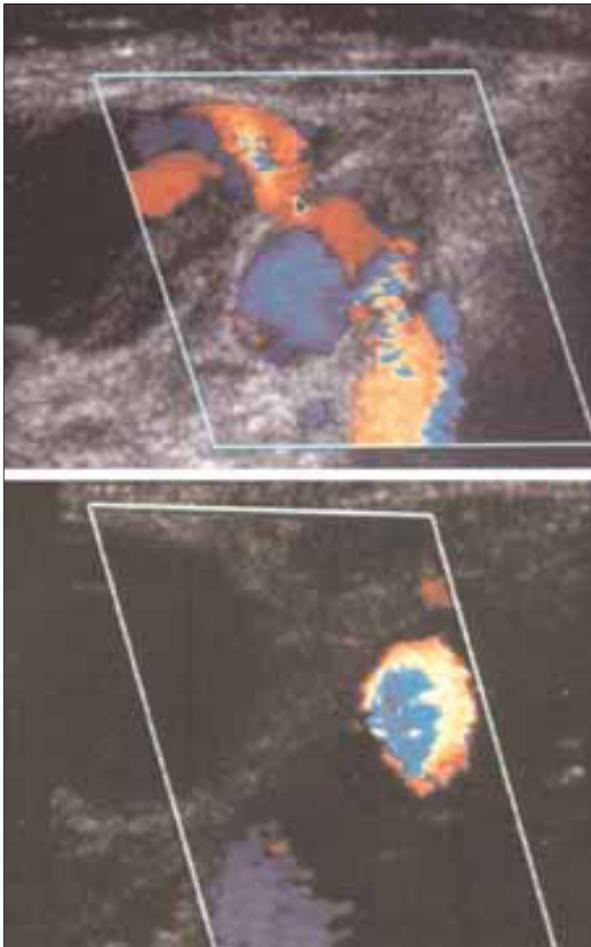


Figura 5. Tratamiento de pseudoaneurisma femoral mediante inyección de trombina dirigida con eco-Doppler.

resulta suficiente el tratamiento mediante ligadura o embolización.

En los casos con lesión de ambas arterias del antebrazo se debe intentar revascularizar ambas incluso con injertos venosos, utilizando si es preciso técnicas microquirúrgicas. También se debe revascularizar una arteria dañada si hay certeza de lesión, ligadura previa de la otra o el arco palmar es incompleto.

También pueden encontrarse lesiones microtraumáticas arteriales en trabajadores que utilizan martillo neumático o maquinaria con fuertes y continuas vibraciones.

La arteria cubital suele ser más útil, por ser dominante y con más colaterales.

Los síndromes compartimentales son menos frecuentes en el brazo que en los miembros inferiores, pero si se presentan o se sospecha su posible aparición también precisarán de fasciotomías, lo que evita secuelas importantes.

Miembros inferiores

Lesiones de las arterias femorales [47,48]

Los traumatismos femorales son los más frecuentes en todas las series [1,46].

Hemos observado un aumento de las lesiones yatrogénicas intervencionistas (hemodinámica cardíaca y radiología vascular), así como en pacientes tras una operación cardíaca con balones de contrapulsación. Esto parece deberse al progresivo incremento del número de exploraciones, al uso de introductores más gruesos, así como a la utilización de protocolos con varios antiagregantes o anticoagulantes simultáneos, que alteran de forma importante los mecanismos de coagulación [49].

Se suelen abordar por una incisión vertical en el triángulo de Scarpa, que permite prolongación proximal al ligamento inguinal hasta la íliaca externa y/o distal para control y reparación de la arteria femoral superficial o profunda.

En los casos en los que se observe un pseudoaneurisma femoral secundario a un procedimiento invasivo, es útil y resolutivo el tratamiento mediante inyección de trombina guiada por eco-Doppler [50-52], procedimiento que realizamos sistemáticamente en nuestro servicio y que constituye un remedio eficaz con mínima morbimortalidad y sin necesidad de someter al paciente, generalmente de alto riesgo cardiológico, a una intervención quirúrgica (Fig. 5).

La cirugía se indica si falla la técnica de ecopunción con trombina o es técnicamente arriesgada (alta posibilidad de embolización arterial), o en presencia de infección secundaria, isquemia grave de la pierna, erosión o necrosis cutánea. En algunos casos, la re-

construcción es compleja e incluso precisa de colgajos miocutáneos.

En ocasiones puntuales (obesidad, hematomas extensos) resulta preciso, para mayor seguridad, el control de la ilíaca externa a través de una lumbotomía retroperitoneal. También puede ser útil el control temporal con un catéter de balón intravascular introducido con angiografía intraoperatoria. En pocos casos con hemorragias graves puede resultar necesario colocar un manguito neumático para hacer hemostasia temporal hasta controlar los vasos con *clamps*.

El tipo de lesión arterial condicionará la reconstrucción directa o bien el injerto con safena interna contralateral. También es importante la reconstrucción de la vena femoral, pues, si funciona, mejora la permeabilidad arterial y evita el síndrome posflebítico ulterior.

En casos con lesiones complejas de partes blandas del muslo, los cirujanos plásticos usan colgajos miocutáneos de músculo sartorio con desinserción superior. En lesiones complejas inguinales se han descrito colgajos con la parte inferior del recto anterior del abdomen.

El pronóstico de los traumatismos femorales es bueno, con una baja tasa de amputación, por debajo del 5%, y suele estar en relación con politraumatismo, lesiones mixtas, infecciones, etc.

Lesiones de las arterias poplíteas [47,48]

Se consideran entre las más problemáticas y con peor pronóstico funcional, con una alta tasa de amputación (hasta del 20% en heridas de bala con lesiones contaminadas de partes blandas). Esto también es debido a la escasa circulación colateral de la rodilla, tanto arterial como venosa.

El pronóstico depende de la etiología, el mecanismo causal y la demora en el tratamiento. En los traumatismos cerrados o incisos, el porcentaje de amputación es menor y va mejorando en las últimas revisiones [54,55] (Figs. 6 y 7).

Factores pronósticos positivos de salvamento en los traumatismos poplíteos son: a) heparinización sistémica; b) reconstrucción arterial favorable; y c) pulsos tibiales positivos en postoperatorio inmediato.

Factores pronósticos negativos de salvamento en traumatismos poplíteos son: a) lesión extensa de músculos, nervios, venas y fracturas; b) infección grave de tejidos blandos; c) reconstrucción arterial tardía (más de 12 h después del accidente); d) trombosis arterial postoperatoria con isquemia grave; y e) síndrome compartimental sin fasciotomía precoz.

El salvamento vascular de la extremidad no siempre evita las secuelas neurológicas y de partes blandas, que, en casos graves, pueden conllevar una amputación tardía.

También son de mal pronóstico las luxaciones posteriores de rodilla, que demoran el diagnóstico de contusión arterial y ocasionan un alto porcentaje de amputación [56,57]. En los últimos años se publican lesiones yatrogénicas de cirugía ortopédica (en artroscopias y prótesis de rodilla) [59,60].

La vía de abordaje de elección es la de cara interna del muslo-pierna, por la posibilidad de ampliación proximal o distal. A veces también se emplea la vía posterior (Figs. 6 y 7).

En ocasiones nos llegan traumatismos con lesiones óseas inestables; si no presentan una isquemia muy grave, se puede proceder a la fijación ósea y posteriormente revascularizar [61]. Por el contrario, si la isquemia es grave o ha transcurrido mucho tiempo desde la lesión, pensamos que es más adecuado colocar un *shunt* temporal antes de que la fractura se fije, y una vez que esté resuelta la inmovilización, completamos la revascularización sin prisas.

En casos con sospecha de espasmo se administrará un fármaco vasodilatador intraarterial.

Aquí también es importante la reconstrucción de la vena poplíteica lesionada, pues los resultados son más favorables en cuanto a permeabilidad y disminución del síndrome posflebítico [66-68].

Si se detecta lesión neurológica, se deben marcar

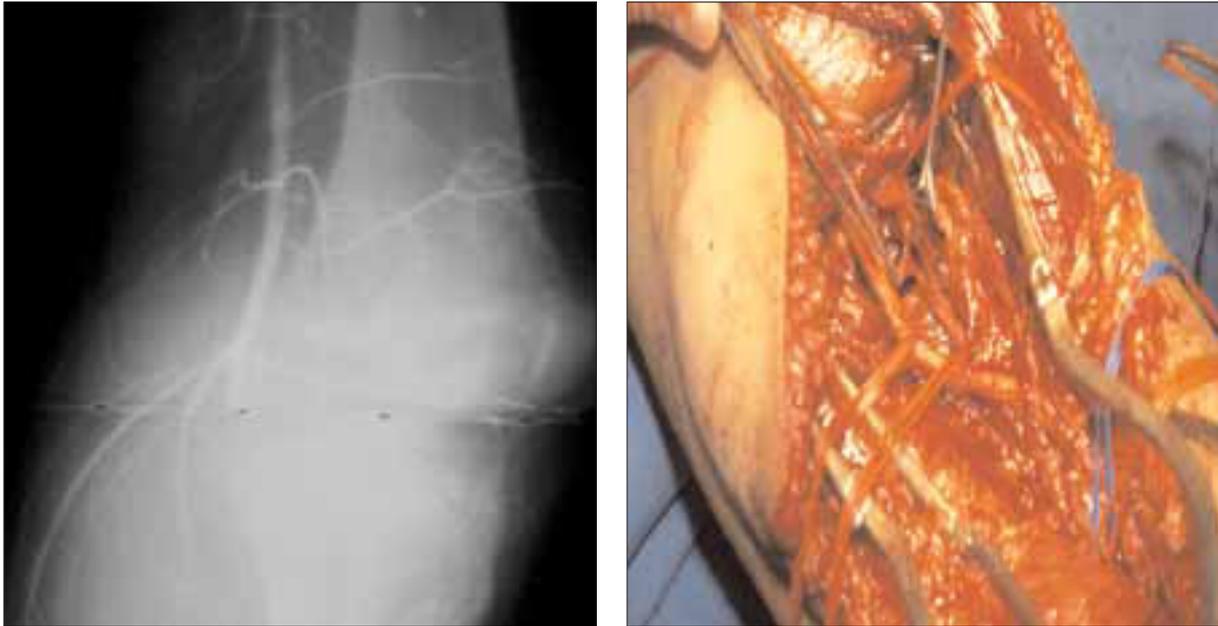


Figura 6. Arteriografía con una trombosis de 2.ª porción de arteria poplítea por contusión. Disección y apertura de la arteria poplítea que presenta trombosis.



Figura 7. Reconstrucción con injerto de safena invertida contralateral. Fasciotomía e injertos cutáneos de cobertura.

los extremos nerviosos con suturas irreabsorbibles para una reconstrucción microquirúrgica diferida.

En estas lesiones complejas, la fasciotomía practicada justo después de revascularizar es de gran importancia para evitar la amputación y las secuelas sistémicas metabólicas graves, ya que su aparición aumenta notablemente la mortalidad de estos pacientes politraumatizados [60].

En estos casos de politraumatizados graves el criterio más admitido es “salvar la vida antes que la extremidad”.

Se han descrito varias escalas (p. ej., MESS) [62] para pronosticar la indicación segura de amputación primaria de la extremidad. La mayoría de autores las emplea, aunque con individualizaciones, pues se salvan casos con valoraciones pronósticas negativas [63].

Lesiones de las arterias tibiales [64,65,71]

En lesiones óseas inestables se recomienda la fijación externa, teniendo en cuenta dejar libre la vía longitudinal interna para abordar los vasos, lo que, a veces, hace necesario emplear la vía externa de la

pierna. Se ha comprobado que los fijadores externos disminuyen las complicaciones pulmonares y aceleran la cicatrización y rehabilitación de la extremidad. Hoy en día está desaconsejado el uso de férulas por la inadecuada fijación y por los inconvenientes del manejo vascular.

La lesión aislada de una arteria tibial casi nunca produce isquemia distal, y generalmente se puede ligar o embolizar. En cambio, la lesión del tronco tibioperoneo o de las dos arterias tibiales sí precisa indicar revascularización de ambas. Las lesiones venosas en este nivel, con rica circulación colateral, sólo precisan ligadura. La realización de fasciotomías extensas es también muy necesaria.

La asociación de lesiones combinadas venosas, nerviosas y fracturas empeora el pronóstico: con dos lesiones asociadas el pronóstico suele ser bueno; si son tres lesiones, hay mal pronóstico para el salvamento de la extremidad [63,69].

La cobertura de las lesiones abiertas extensas, especialmente en lesiones militares por arma de fuego, produce importantes pérdidas de continuidad y frecuente contaminación de la herida, lo que hace necesarios desbridamientos sucesivos. En ocasiones se pueden quedar expuestos los vasos afectados, con un alto riesgo de infección arterial. En estos casos es preferible ligar los vasos expuestos y hacer un *bypass* con safena por una zona limpia intermuscular o incluso subcutánea [70].

Lesiones intraarteriales en drogadictos y por inyección accidental de fármacos

Se han descrito en drogadictos que al no encontrar venas adecuadas se inyectan en la arteria. También se ha descrito inyección yatrogénica de barbitúricos durante la anestesia y de esclerosantes venosos en tobillo. Generalmente se produce en la arteria humeral, y al distribirse la droga concentrada por las arteriolas se produce una intensa reacción inflamatoria, con espasmo grave, lesión endotelial y trombosis secundaria.

Además, en las drogas ilícitas también hay productos insolubles que obstruyen la microcirculación, con importante liberación de productos tóxicos, lo que produce también trombosis asociada de las venas de pequeño calibre. Esto aumenta el edema local con hipoxia añadida y desarrollo progresivo de lesiones necróticas irreversibles.

El cuadro clínico es de una grave isquemia aguda con un dolor insoportable, acompañada de frialdad, edema, disestesias, insensibilidad, cianosis o lividesces, parestesia de la extremidad y mano en garra, con una mayor severidad en los dedos.

Los pulsos en la muñeca pueden estar ausentes, incluso auscultándolos con el Doppler portátil. Se debe buscar la zona cutánea donde se practicó la inyección de droga.

El diagnóstico puede confirmarse mediante eco-Doppler color, y se desaconseja la arteriografía por el riesgo de empeoramiento de los tejidos distales afectados.

En estos casos de drogadictos, en muchos casos inmunodeprimidos (VIH+), con frecuencia se desarrolla un cuadro séptico con grave infección polibacteriana, abscesos múltiples y aneurismas micóticos. El tratamiento vascular tiene que asociarse a terapia antibiótica intensiva con drenaje de abscesos. En muchos casos no es posible revascularizar, y solamente se puede ligar la arteria. A nivel humeral, la isquemia es menos frecuente, y a nivel femoral o poplíteo suele producirse isquemia grave en el 50% de los casos. La amputación más o menos extensa es frecuente [72,73].

El tratamiento recomendado [74] consiste en heparinización sistémica, corticoides, dextrano 40, prostaglandinas intravenosas, control del dolor intenso con morfínicos, elevación de la extremidad para disminuir el edema y rehabilitación precoz para minimizar las contracturas.

En ocasiones son necesarios los desbridamientos y amputaciones parciales cuando se delimitan las zonas no viables [75].

Bibliografía

1. Coimbra R, Hoyt DB. Epidemiology and natural history of vascular trauma. In Rutherford R, ed. Philadelphia: e-Edition 2007. p. 1001-20.
2. Utrilla-López A. Traumatismos de las extremidades y reimplantes. In SEACV, eds. Tratado de las enfermedades vasculares. Barcelona: Viguera; 2006. p. 1127-39.
3. Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rich NM. Contemporary management of wartime vascular trauma. *J Vasc Surg* 2005; 41: 638-44.
4. Rich NM, Spencer FC. Etiology, incidence. In *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 22-43.
5. Rich NM, Spencer FC. Experimental arterial trauma. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 44-60.
6. Hoyt DB, Coimbra R. Trauma. In Greenfield LJ, Mulholland MW, Oldham KT, et al, eds. *Surgery: scientific principles and practice*, 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 271-80.
7. Rich NM, Spencer FC. Clinical evaluation. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 61-74.
8. Rowe VL, Yellin AE, Weaver FA. Vascular injuries of the extremities. In Rutherford R, ed. Philadelphia: e-Edition 2007. p. 1046-7.
9. Schwartz MR, Weaver FA, Yellin AE, et al. Refining the indications for arteriography in penetrating extremity trauma: A prospective analysis. *J Vasc Surg* 1993; 17: 166.
10. Lynch K, Johansen K. Can Doppler pressure measurement replace 'exclusion' arteriography in the diagnosis of occult extremity arterial trauma? *Ann Surg* 1991; 214: 737.
11. Schwartz M, Weaver F, Yellin A, Ralls P. The utility of color-flow Doppler examination in penetrating extremity arterial trauma. *Am Surg* 1993; 59: 375.
12. Abou-Sayed H, Berger DL. Blunt lower-extremity trauma and popliteal artery injuries: revisiting the case for selective arteriography. *Arch Surg* 2002; 137: 585.
13. Conrad MF, Patton JH Jr, Parikshak M, et al. Evaluation of vascular injury in penetrating extremity trauma: angiographers stay home. *Am Surg* 2002; 68: 269.
14. Dennis JW, Jagger C, Butcher JL, et al. Reassessing the role of arteriograms in the management of posterior knee dislocations. *J Trauma* 1993; 35: 692.
15. Weaver FA, Yellin AE, Bauer M, et al. Is arterial proximity a valid indication for arteriography in penetrating extremity trauma? A prospective analysis. *Arch Surg* 1990; 125: 1256.
16. Miller-Thomas MM, West OC, Cohen AM. Diagnosing traumatic arterial injury in the extremities with CT angiography: pearls and pitfalls. *Radiographics* 2005; 25 (Suppl 1): S133-42.
17. Perry MO, Bongard F. Vascular trauma. In Moore W. *Vascular and endovascular surgery: a comprehensive review*. 7 ed. Philadelphia: Saunders; 2006. p. 713-31.
18. Karcaaltincaba M. MDCT angiography in patients with traumatic extremity injuries. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186: 656-64.
19. Applebaum R, Yellin AE, Weaver FA, et al. The role of routine arteriography in blunt lower extremity trauma. *Am J Surg* 1990; 160: 221.
20. Meissner M, Paun M, Johansen K. Duplex scanning for arterial trauma. *Am J Surg* 1991; 161: 552.
21. Bynoe RP, Miles WS, Bell RM, et al. Noninvasive diagnosis of vascular trauma by duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 1991; 14: 346.
22. Stain SC, Yellin AE, Weaver FA, et al. Selective management of nonocclusive arterial injuries. *Arch Surg* 1989; 124: 1136.
23. Dennis JW, Frykberg ER, Veldenz HC, et al. 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.
24. Frykberg EP. Advances in the diagnosis and treatment of extremity vascular trauma. *Surg Clin North Am* 1995; 75: 207.
25. Knudson MM, Lewis FR, Atkinson K, et al. The role of duplex ultrasound arterial imaging in patients with penetrating extremity trauma. *Arch Surg* 1993; 128: 1033.
26. McNeese S, Fink E, Yellin AE. Definitive treatment of selected vascular injuries and post-traumatic AVF by arteriographic embolization. *Am J Surg* 1980; 140: 252.
27. Marin ML, Veith FJ, Panetta TF, et al. Transluminally placed endovascular stented graft repair for arterial trauma. *J Vasc Surg* 1994; 20: 466.
28. Shah SH, Ledgerwood AM, Lucas CE. Successful endovascular stenting for common iliac artery injury associated with pelvic fracture. *J Trauma* 2003; 55: 383.
29. Xenos ES, Freeman M, Stevens S, et al. Covered stents for injuries of subclavian and axillary arteries. *J Vasc Surg* 2003; 38: 451.
30. Wagner WH, Caulkins E, Weaver FA, et al. Blunt popliteal artery trauma: 100 consecutive cases. *J Vasc Surg* 1988; 7: 736.
31. Nichols JG, Svoboda JA, Parks SN. Use of temporary intraluminal shunts in selected peripheral arterial injuries. *J Trauma* 1986; 26: 1094.
32. Barros D'Sa AAB, Harkin DW, Blair PHB, Hood JM, McIlrath E. The Belfast Approach to Managing Complex Lower Limb Vascular Injuries. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 32: 246-56.
33. Hughes CH. Arterial repair during the Korean War. *Ann Surg* 1958; 147: 555.
34. Rich NM, Spencer FC. Management of acute arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 75-105.
35. Martin LC, McKenney MG, Sossa JL, et al. Management of lower extremity arterial trauma. *J Trauma* 1994; 37: 591.
36. Hafez HM, Woolgar J, Robbs JV. Lower extremity arterial injury: Results of 550 cases and review of risk factors associated with limb loss. *J Vasc Surg* 2001; 33: 112.
37. Odeh M. Mechanisms of disease: The role of reperfusion-induced injury in the pathogenesis of the crush syndrome. *N Engl J Med* 1991; 324: 1417.
38. Watson J.C. Johansen K.H. Compartment syndrome: pathophysiology, recognition, and management. In Rutherford R, ed. Philadelphia: e-Edition 2007. p. 1063-5.
39. Mabee Jr, Bostwick TL. Pathophysiology and mechanisms of compartment syndrome. *Orthop Rev* 1993; 22: 175-81.

40. Velmahos GC, Toutouzas KG. Vascular trauma and compartment syndrome. *Surg Clin N Am* 2002; 82: 125-41.
41. Manord JD, Garrard CL, Kline DG, et al. Management of severe proximal vascular and neural injury of the upper extremity. *J Vasc Surg* 1998; 27: 43.
42. Xenos ES, Freeman M, Stevens S, et al. Covered stents for injuries of subclavian and axillary arteries. *J Vasc Surg* 2003; 38: 451.
43. Rich NM, Spencer FC. Management of axillary arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 330-47.
44. Rich NM, Spencer FC. Management of brachial arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 348-66.
45. Clouse WD, Rasmussen TE, Eliason JL, Jazerevic S, Jenkins DH. Upper extremity vascular injury: a current in-theater wartime report from Operation Iraqi Freedom. *Ann Vasc Surg* 2006; 20: 429-34.
46. Rich NM, Baugh JH, Hughes CW. Acute arterial injuries in Vietnam: 1,000 cases. *J Trauma* 1970; 10: 359-69.
47. Rich NM, Spencer FC. Management of femoral arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 494-525.
48. Carrillo EH, Spain DA, Miller FB, Richardson JD. Femoral vessel injuries. *Surg Clin N Am* 2002; 82: 49-65.
49. Ricci MA, Trevisani GT, Pilcher DB. Vascular complications of cardiac catheterization. *Am J Surg* 1994; 167: 375.
50. Feld R, Patton GM, Carabasi A, et al. Treatment of iatrogenic femoral artery injuries with ultrasound-guided compression. *J Vasc Surg* 1992; 16: 832.
51. Briones-Estébanez JL, Zaragoza-García JM, Martínez-Parreño C, Al-Raies Bolaños B, Plaza-Martínez A, Blanes-Mompó JI, et al. Tratamiento de los pseudoaneurismas iatrogénicos: comparación de la técnica de ecocompresión con la inyección ecoguiada de trombina humana. *Angiología* 2006; 58: 445-50.
52. Kazmers A, Meeker C, Nofz K, et al. Nonoperative therapy for postcatheterization femoral artery pseudoaneurysms. *Am Surg* 1997; 63: 199.
53. Weatherford DA, Taylor SM, Langan EM, et al. Ultrasound-guided compression for the treatment of iatrogenic femoral pseudoaneurysms. *South Med J* 1997; 90: 223.
54. Rich NM, Spencer FC. Management of popliteal arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 526-48.
55. Wagner WH, Yellin AE, Weaver FA, et al. Acute treatment of popliteal artery trauma: the importance of soft tissue injury. *Ann Vasc Surg* 1994; 8: 557.
56. Melton SM, Croce MA, Patton JH, et al. Popliteal artery trauma. *Ann Surg* 1997; 225: 518.
57. Dar AM, Ahanger AG, Wani RA, et al. Popliteal artery injuries: the Kashmir experience. *J Trauma* 2003; 55: 362.
58. Frykberg ER. Popliteal vascular injuries. *Surg Clin N Am* 2002; 82: 67-89.
59. Jiménez F, Utrilla A, Cuesta C. Popliteal arterial and venous aneurysm as a complication of arthroscopic meniscectomy. *J Trauma* 1988; 28: 1004-5.
60. Da Silva MS, Sobel M. Popliteal vascular injury during total knee arthroplasty. *J Surg Res* 2003; 109: 170-4.
61. Peck MA, Rasmussen TE. Management of blunt peripheral arterial injury. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 2006; 18: 159-73.
62. Huynh TT, Pham M, Torres RH, Keyhani K, Safi HJ, Moore FA. Management of distal femoral and popliteal arterial injuries: an update. *Am J Surg* 2006; 192: 773-8.
63. Johansen K, Daines M, Howey T, et al. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990; 30: 568.
64. Whitman GR, McCroskey BL, Moore EE, et al. Traumatic popliteal and trifurcation vascular injuries: determinants of functional limb salvage. *Am J Surg* 1987; 154: 681.
65. Rich NM, Spencer FC. Management of tibial arterial injuries. In: *Vascular trauma*. Philadelphia: Saunders; 1978. p. 549-62.
66. Shah DM, Corson JD, Karmody AM, et al. Optimal management of tibial arterial trauma. *J Trauma* 1988; 28: 228.
67. Meyer J, Walsh J, Schuler J, et al. The early fate of venous repair after civilian vascular trauma. *Ann Surg* 1987; 206: 458.
68. Timberlake GA, Kerstein MD. Venous injury: to repair or ligate, the dilemma revisited. *Am Surg* 1995; 61: 139.
69. Kuralay E, Demirkilic U, Özal E, et al. A quantitative approach to lower extremity vein repair. *J Vasc Surg* 2002; 36: 1213.
70. Weaver FA, Rosenthal RE, Waterhouse G, et al. Combined vascular and skeletal injuries of the lower extremities. *Am Surg* 1984; 50: 189.
71. Feliciano DV. Heroic procedure in vascular injury management. The role of extra-anatomic bypasses. *Surg Clin N Am* 2002; 82: 115-24.
72. Rowe VL, Salim A, Lipham J, Asensio JA. Shank vessel injuries. *Surg Clin N Am* 2002; 82: 91-104.
73. Padberg JF, Hobson R II, Lee B, et al. Femoral pseudoaneurysm from drugs of abuse: ligation or reconstruction? *J Vasc Surg* 1992; 15: 642.
74. Yellin AE, Frankhouse JH, Weaver FA. Vascular injury secondary to drug abuse. In Ernst CB, Stanley JC, eds. *Current therapy in vascular surgery*, 3 ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1995. p. 637.
75. Treiman GS, Yellin AE, Weaver FA. An effective treatment protocol for intra-arterial drug injection. *J Vasc Surg* 1990; 12: 456.
76. Padberg F Jr, Hobson R II, Lee B, et al. Femoral pseudoaneurysm from drugs of abuse: ligation or reconstruction? *J Vasc Surg* 1992; 15: 642.
77. Cope C, Zeit R. Coagulation of aneurysms by direct percutaneous thrombin injection. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 147: 383.
78. Baltacioglu F, Cimcedilit NC, Cil B, et al. Endovascular stent-graft applications in iatrogenic vascular injuries. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003; 26: 434.
79. Sternberg W III, Connors MS III, Ojeda MA, et al. Acute bilateral iliac artery occlusion secondary to blunt trauma: Successful endovascular treatment. *J Vasc Surg* 2003; 38: 589.