

Cirugía

INCLUYE acceso a:
contenidos ONLINE

reconstruktiva

de la EXTREMIDAD INFERIOR

Lee L.Q. Pu • Jamie P. Levine • Fu-Chan Wei

TOMO 1



Cirugía reconstructiva de la extremidad inferior

Lee L.Q. Pu, MD, PhD, FACS, FICS

Profesor de Cirugía, División de Cirugía Plástica, Universidad de California en Davis
Sacramento, California, EUA

Jamie P. Levine, MD, FACS

Profesor Asociado de Cirugía Plástica; Director de Microcirugía
Departamento de Cirugía Plástica, Centro Médico Langone de la Universidad de Nueva York
Director de Cirugía Plástica, Hospital Bellevue
Nueva York, Nueva York, EUA

Fu-Chan Wei, MD, FACS

Profesor y Decano, Departamento de Cirugía Plástica
Hospital Memorial Chang Gung, Universidad Chang Gung, Facultad de Medicina
Taipéi, Taiwán



Contenido

Volumen uno

I

PRINCIPIOS GENERALES PARA EL MANEJO DE LAS LESIONES TRAUMÁTICAS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

1	Descripción general de la reconstrucción de las extremidades inferiores.....	3
	<i>Lee L.Q. Pu, Jamie P. Levine, Fu-Chan Wei</i>	
2	Anatomía y fisiopatología.....	11
	<i>Robert M. Whitfield, Jeremy R. Rinard, Lee L.Q. Pu</i>	
3	Evaluación y tratamiento de las heridas traumáticas complicadas.....	33
	<i>Allison M. Barrett, Ronald J. Simon</i>	
4	Estudios de imagenología moderna para la evaluación preoperatoria	51
	<i>Mark H. Jensen, Terri J. Vrtiska, Samir Mardini, Steven L. Moran</i>	
5	Tiempos quirúrgicos de reconstrucción de las lesiones traumáticas	67
	<i>Derrick C. Wan, Chih-Hung Lin, Fu-Chan Wei</i>	
6	Tratamiento de las lesiones de tejido blando	79
	<i>Lee L.Q. Pu, Jamie P. Levine</i>	
7	Manejo de lesiones ortopédicas por encima de la rodilla	97
	<i>Sanjit R. Konda, William Min, Nirmal C. Tejwani</i>	
8	Manejo de lesiones ortopédicas por debajo de la rodilla	113
	<i>William Min, Sanjit R. Konda, Nirmal C. Tejwani</i>	
9	Manejo de lesiones de grandes nervios	125
	<i>Nina Kropf, Stephen M. Russell</i>	
10	Manejo de lesiones vasculares mayores.....	141
	<i>Jennifer A. Stableford, Frank J. Veith, Neal S. Cayne</i>	
11	Vasos receptores para la reconstrucción de la extremidad inferior.....	157
	<i>Joseph Nicholas Carey, Justin Kane, Wesley G. Schooler</i>	

12	Asas arteriovenosas en transferencias de tejido libre	171
	<i>Günter Germann</i>	
13	Manejo perioperatorio de la reconstrucción con tejido libre	183
	<i>Nicholas T. Haddock, Lee L. Q. Pu, Jamie P. Levine</i>	
14	Protésica.....	203
	<i>Jeffrey M. Cohen, Jeffrey T. Heckman, Laura Palazzolo</i>	
15	Rehabilitación	223
	<i>Jeffrey M. Cohen, Jeffrey T. Heckman, Laura Palazzolo</i>	
16	Impacto psicológico de la desfiguración de la extremidad inferior.....	237
	<i>Leanne Magee, Canice E. Crerand, David B. Sarwer</i>	
17	Reintervención.....	251
	<i>Lee L. Q. Pu, Robert M. Whitfield, Jamie P. Levine</i>	
18	Resultados quirúrgicos de fracturas tibiales tipo IIIB y IIIC.....	271
	<i>Jennifer F. Waljee, Kevin C. Chung</i>	
 <p>RECONSTRUCCIÓN DE LA EXTREMIDAD INFERIOR CON TEJIDO BLANDO <i>Técnicas</i> AMOLCA PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA</p>		
19	Manejo de heridas con cierre asistido por vacío	287
	<i>Anthony J. DeFranzo, Jr., Louis C. Argenta</i>	
20	Papel de los colgajos locorreregionales	303
	<i>Lee L. Q. Pu</i>	
21	Papel de las transferencias de tejido libre.....	327
	<i>Cheng-Hung Lin, Chih-Hung Lin</i>	
22	Reconstrucción con colgajo fasciomiotático contra colgajo muscular en tejidos blandos.....	345
	<i>Karen Kim Evans, Mark W. Clemens, Christopher J. Salgado, Steven L. Moran, Samir Mardini</i>	
23	Papel de los sustitutos de piel.....	369
	<i>Sheel Sharma, Vishal Thanik</i>	
24	Extracción de colgajos musculares libres y nervios asistida por endoscopia.....	379
	<i>Chih-Hung Lin, Fu-Chan Wei</i>	

Colgajos de tejidos blandos

25	Colgajo libre de dorsal ancho.....	393
	<i>Sheel Sharma, Steven M. Levine, Alexes Hazen</i>	
26	Colgajo libre de serrato anterior.....	409
	<i>Neil Tanna, P. Niclas Broer, Jamie P. Levine</i>	
27	Colgajo libre de perforantes de la arteria toracodorsal	423
	<i>Michel Saint-Cyr</i>	
28	Colgajo libre de perforantes de la arteria torácica lateral.....	445
	<i>Shao-Liang Chen</i>	
29	Colgajo escapular y paraescapular libre	457
	<i>P. Niclas Broer, Neil Tanna, Pierre B. Saadeh</i>	
30	Colgajo de músculo recto del abdomen	475
	<i>William C. Lineaweaver</i>	
31	Colgajos epiploicos libres y locales	491
	<i>Norman Weinzweig</i>	
32	Colgajo libre radial de antebrazo.....	505
	<i>Jamie P. Levine, Lee L.Q. Pu</i>	
33	Colgajo libre de grácil	525
	<i>Lee L.Q. Pu</i>	
34	Colgajo libre de vasto lateral.....	543
	<i>Pedro C. Cavadas, Luis Landin, Alessandro Thione, Peter Nthumba</i>	
35	Colgajo libre y colgajo local anterolateral de muslo: la experiencia asiática	557
	<i>Seng-Feng Jeng, Ching-Hua Hsieh, Fu-Chan Wei</i>	
36	Colgajo libre y colgajo local anterolateral de muslo: la experiencia Occidental.....	575
	<i>Helen G. Hui-Chou, Eduardo D. Rodríguez</i>	
37	Colgajo de gastrocnemio.....	591
	<i>Alex K. Wong, Lee L.Q. Pu, Randy Sherman</i>	
38	Colgajo de sóleo.....	609
	<i>Lee L.Q. Pu</i>	
39	Colgajo de tibial anterior.....	631
	<i>Christopher A. Derderian, Jamie P. Levine</i>	

40	Colgajo de peroneo corto	643
	<i>Goetz A. Giessler, Andreas B. Schmidt</i>	
41	Colgajo de arteria sural de flujo reverso	665
	<i>Keith E. Follmar, Detlev Erdmann</i>	
42	Colgajo de extensor corto de los dedos	581
	<i>Mark W. Clemens, Christopher E. Attinger</i>	
43	Colgajo plantar medial.....	693
	<i>Victor W. Wong, Geoffrey C. Gurtner</i>	
44	Colgajo de abductor del dedo pequeño.....	707
	<i>Matthew R. Endara, Christopher E. Attinger</i>	
45	Colgajos pediculados de perforantes	719
	<i>Chung-Chen Hsu, Fu-Chan Wei, Wei-Fan Chen</i>	
46	Colgajos de perforantes locales de estilo libre y libres.....	733
	<i>Seng-Feng Jeng, Fu-Chan Wei</i>	
47	Colgajos musculares parciales libres.....	747
	<i>Rudolf F. Buntic</i>	
48	Colgajos múltiples	763
	<i>Jamie P. Levine, Lee L.Q. Pu</i>	

CONTENIDOS DEL DVD DEL VOLUMEN UNO



- Colgajo libre ALM para la reconstrucción circunferencial de defectos del tejido blando
Chung-Chen Hsu
- Colgajo ALM de base distal con drenaje anterógrado para la reconstrucción de sarcoma en la rodilla
Chung-Chen Hsu
- Colgajo pediculado de perforantes de la arteria toracodorsal para tratamiento de úlcera crónica en la espalda
Chung-Chen Hsu
- Colgajo de base distal del músculo hemisóleo para cubrir placa expuesta en el maléolo medial
Chung-Chen Hsu

Volumen dos

III

RECONSTRUCCIÓN DE HUESO Y ARTICULACIÓN

Principios

49	Tratamiento de defectos óseos con injertos óseos convencionales.....	783
	<i>Craig T. Carter, William J. Rosenblum</i>	
50	Tratamiento de defectos óseos con injertos óseos vascularizados.....	801
	<i>Yu-Te Lin, Chih-Hung Lin, Fu-Chan Wei</i>	
51	Tratamiento de los defectos óseos con transporte de hueso.....	817
	<i>Toni M. McLaurin</i>	
52	Reconstrucción de defectos óseos grandes: uso de aloinjerto masivo y proteína morfogénica como sustitutos de injerto óseo	843
	<i>William Min, Philip R. Wolinsky</i>	
53	Tratamiento de defectos óseos con el uso combinado de colgajo óseo y aloinjerto .	875
	<i>David W. Chang</i>	
54	Tratamiento de fracturas no consolidadas.....	875
	<i>Dale Nicholas Reed, William J. Rosenblum</i>	
55	Tratamiento de la osteomielitis crónica.....	893
	<i>Christopher J. Salgado, Devra B. Becker, Bryan S. Armijo, Alissa N. Duncan, Harvey Chim</i>	
56	Principios fundamentales para la reconstrucción ósea del pie y el tobillo	911
	<i>John S. Steinberg, Paul J. Kim</i>	
57	Tratamiento del tejido blando de la articulación de la rodilla y el tobillo luego de una artroplastia	935
	<i>Nicholas Waughlock, Chung-Chen Hsu</i>	
58	Tratamiento de las fracturas por estrés seguidas de un injerto óseo	951
	<i>Yuan-Kun Tu</i>	

Injertos óseos vascularizados

59	Injerto libre vascularizado de peroné	971
	<i>Yu-Te Lin, Wee-Leon Lam, Fu-Chan Wei</i>	
60	Peroné proximal libre y vascularizado para la transferencia epifisaria	985
	<i>Marco Innocenti, Marco Manfrini</i>	
61	Injerto iliaco libre vascularizado	999
	<i>Yu-Te Lin, Fu-Chan Wei</i>	
62	Colgajo libre de costilla del serrato anterior vascularizada	1011
	<i>Chih-Hung Lin, Fu-Chan Wei</i>	

IV

CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

63	Abordaje ortoplastico para la pérdida de tejido compuesto	1025
	<i>Hani Sbitany, Alexander F. Au, Stephen J. Kovach, L. Scott Levin</i>	
64	Reconstrucción funcional de la extremidad inferior	1045
	<i>Steven J. Lo, Chih-Hung Lin</i>	
65	Transferencia de tejido para la reconstrucción funcional	1065
	<i>Hans-Ulrich Steinau, Lars Podleska, Sammy Al-Benna, Lars Steinstraesser</i>	
66	Procedimientos adyuvantes y secundarios para el mejoramiento funcional	1093
	<i>Jennifer W. Hsu, Steven J. Lo, Andrew R. Hsu, Chih-Hung Lin</i>	
67	Revascularización de la extremidad inferior isquémica	1117
	<i>William C. Pevec</i>	
68	Tratamiento del tejido blando en una cirugía vascular complicada	1141
	<i>Lee L.Q. Pu, Jamie P. Levine</i>	
69	Reconstrucción del tejido blando luego de la resección de un tumor	1161
	<i>Donald P. Baumann, David W. Chang</i>	
70	Reconstrucción de quemaduras en la extremidad inferior	1175
	<i>Pirko Maguina</i>	

71	Reconstrucción del tejido blando del pie y el tobillo.....	1191
	<i>Mark W. Clemens, Christopher E. Attinger</i>	
72	Reimplantación de la extremidad inferior	1217
	<i>Yur-Ren Kuo, Olympia S. Sagalongos, Yuan-Cheng Chiang</i>	
73	Reconstrucción de pseudoartrosis congénita.....	1235
	<i>Jennifer W. Hsu, Michael R. Hausman</i>	
74	Reconstrucción de la carga del peso del talón.....	1251
	<i>Cheng-Hung Lin, Chih-Hung Lin</i>	
75	Reconstrucción después de una amputación.....	1269
	<i>Steven M. Levine, Pierre B. Saadeh</i>	
76	Reconstrucción de la extremidad inferior por lesiones de guerra.....	1281
	<i>Anand R. Kumar, Alan A.T. Lim, Scott M. Tintle, James P. Bradley</i>	
77	Cobertura de la estructura	1301
	<i>Rebecca A. Nelson, Babak J. Mehrara</i>	
78	Tratamiento de enfermedades por estasis venosa.....	1319
	<i>Wojciech Dec, Jamie P. Levine</i>	
79	Corrección quirúrgica del linfedema.....	1333
	<i>Steven J. Lo, Hung-Chi Chen</i>	
80	Tratamiento de las anomalías vasculares.....	1353
	<i>Arin K. Greene, Reid A. Maclellan</i>	
	Índice	I-1

CONTENIDOS DEL DVD DEL VOLUMEN DOS



- Colgajo libre osteoseptocutáneo de peroné para la reconstrucción de pie parcialmente amputado
Chung-Chen Hsu
- Levantamiento de la articulación interfalángica proximal vascularizada (IFP)
Yu-Te Lin, Fu-Chan Wei

Estudios de imagenología moderna para la evaluación preoperatoria

Mark H. Jensen, Terri J. Vrtiska, Samir Mardini, Steven L. Moran

La evaluación temprana y rigurosa de las lesiones del paciente es imperativa para determinar el mejor plan de tratamiento. Después de un minucioso examen físico, las imágenes radiológicas pueden añadir una cantidad significativa de información con relación al grado de daño al hueso y tejido blando, lesión vascular y variabilidad anatómica vascular. Hemos encontrado que las imágenes preoperatorias son un componente esencial del proceso de planificación del proceso reconstructivo. En los últimos 10 años, la calidad de las imágenes, resolución y disponibilidad han mejorado significativamente, lo cual ha permitido la evaluación del sistema vascular de la extremidad inferior antes de intentar cualquier tipo de reconstrucción con tejido blando. En este capítulo discutiremos el papel de los estudios imagenológicos modernos en la evaluación preoperatoria de los traumatismos de la extremidad inferior.¹

TRANSFERENCIA LIBRE DE TEJIDOS PARA RECONSTRUCCIÓN DE TRAUMATISMOS EN LA EXTREMIDAD INFERIOR

Muchas veces se necesita la trasferencia de tejido microvascular para la reconstrucción de defectos traumáticos de la extremidad inferior. El éxito de los colgajos libres en tales casos depende de la identificación de vasos receptores sanos fuera de las zonas lesionadas; así, la identificación de tales vasos tanto como la identificación de cualquier anomalía anatómica son primordiales para asegurar el éxito del colgajo. Anteriormente se reportó una variación de la tasa de falla del colgajo en series de transferencia de tejido libre para la extremidad inferior de entre el 2 % y el 20 %.² Históricamente las tasas de falla del colgajo en reconstrucciones postraumáticas han tendido a exceder las tasas de falla del colgajo observadas en situaciones más electivas de colgajo libre tales como la reconstrucción de senos. Esta mayor tasa de pérdida de colgajos se ha atribuido a daño de vasos circundantes, infección en evolución y colocación de aparatos. Evaluaciones más profundas de la tasa de daño vascular concomitante en casos de fracturas abiertas han revelado una incidencia del

29 % de lesiones vasculares ocultas. Además del daño arterial, la trombosis venosa y la existencia de enfermedad aterosclerótica preexistente puede complicar aún más la recuperación de tejido libre de estas extremidades. Por estas razones, es importante evaluar las estructuras anatómicas antes de la intervención quirúrgica.²

Las ventajas de la imagenología vascular en casos de transferencia libre de tejidos para tratar traumatismos fueron ilustradas por Haddock:³ en su experiencia durante 26 años de reconstrucción por colgajos libres en traumatología, alrededor del 60 % de los pacientes que fueron sometidos a estudios imagenológicos presentaron hallazgos anómalos. La anomalía más observada fue la lesión u anomalía de la arteria tibial anterior. Debe sospecharse traumatismo vascular en cualquier paciente con lesión ósea severa. Los signos adversos de lesión incluyen sangrado, hematoma, lesión neurológica, alteraciones de la perfusión y cambios observados durante el examen vascular. En el pasado, la angiografía se usaba en pacientes que presentaban traumatismos de las extremidades inferiores y hallazgos anormales en el examen físico. Más recientemente, estudios de imagen menos invasivos han permitido la evaluación de la extremidad inferior con muy poca morbilidad asociada. En este capítulo, revisaremos los tipos de estudios por imagen, desde las modalidades no invasivas hasta las angiografías por cateterismo que son punto de referencia.

SEVERIDAD DE LAS LESIONES VASCULARES

Cuando se evalúa la posibilidad de realizar una transferencia libre de tejidos, la evaluación del daño vascular es primordial para alcanzar el éxito microvascular. Las lesiones vasculares pueden presentarse como interrupción completa, formación de aneurismas, trombosis vascular o daño a la íntima. El éxito microvascular requiere realizar la anastomosis lejos de la zona lesionada. La elección del colgajo debe incluir un pedículo suficientemente largo para alcanzar la zona lesionada, y permitir al colgajo cubrir el déficit crítico del tejido blando. El uso de vasos receptores próximos a la zona lesionada es idóneo, pero pueden usarse selectivamente sitios de anastomosis distal si no hay sitios proximales disponibles.

RADIOGRAFÍAS SIMPLES

Las radiografías simples generalmente son el primer tipo de imágenes obtenidas en la evaluación traumatológica. Con un sólido conocimiento anatómico, el equipo puede obtener una significativa cantidad de información de estas imágenes. El patrón de fractura puede hacer más probable que haya tenido lugar un daño vascular. El aplastamiento aun más severo puede alterar el algoritmo reconstructivo. Por ejemplo, el patrón de una fractura conminuta causada por agentes de alta energía debería aumentar la preocupación cuando se considera la reconstrucción por colgajo de sóleo. Dado que el músculo sóleo está estrechamente adherido a la superficie posterior de la membrana interósea, de la tibia y del peroné, puede estar severamente traumatizado después de una fractura conminuta de tibia y peroné. Durante la evaluación inicial de la herida y el desbridamiento, con frecuencia el músculo puede inspeccionarse a través del defecto del tejido blando. Si el músculo se encuentra severamente lacerado por fragmentos de la fractura o contiene un gran hematoma intramuscular, es más prudente utilizar otro colgajo para la cobertura del tejido blando (Fig. 4-1).

Se ha demostrado que el músculo sóleo suministra una fuente colateral de flujo arterial entre los sistemas arteriales tibial posterior y peroneo. En los pacientes con oclusión vascular de las arterias peronea y tibial posterior, el uso del músculo sóleo puede causar un mayor compromiso de la vasculatura del miembro.⁴



Fig. 4.1 Radiografía que muestra un patrón de fractura que podría asociarse con dificultades en el uso de un colgajo de sóleo para cobertura. Además, cualquier lesión asociada a las arterias poplítea, peronea o tibial posterior podría afectar adversamente la sobrevida del músculo sóleo.

AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

ESTUDIOS VASCULARES DE LABORATORIO NO INVASIVOS

Mediciones tobillo-brazo

El método no invasivo más eficiente usado en la evaluación de traumatismos vasculares de las extremidades inferiores es el índice tobillo-brazo (ITB) (véase el Capítulo 10). La prueba es una simple razón de la presión sanguínea en el miembro afectado comparada con la presión sanguínea en el brazo. Puede llevarse a cabo en cualquier lugar en el que se cuente con un brazaletes de esfigmomanómetro que pueda usarse como un complemento del examen físico ordinario. Para realizar el examen, se coloca un transductor Doppler sobre la arteria dorsal del pie o la tibial posterior y se infla el brazaletes alrededor del tobillo. La presión sistólica obtenida se divide entre la presión sistólica de cualquiera de los brazos. Un ITB anormal implica la presencia de una estenosis u oclusión hemodinámicamente importante. Valores de ITB menores de 0,9 se consideran anormales. El ITB puede ser aberrantemente alto (sobre 1,4) en pacientes con vasos calcificados no elásticos producto de enfermedades como la diabetes y la insuficiencia renal. Este método se ha mostrado eficiente en el *screening* de lesiones vasculares y enfermedades arteriales periféricas ocultas en pacientes de traumatología. Es de utilidad limitada en la planificación quirúrgica de transferencia libre de tejidos.⁵⁻⁷

Medición de la presión sistólica de un segmento del miembro

Al igual que el ITB, la medición de la presión sistólica de un segmento del miembro usa un brazalete de esfigmomanómetro para medir una caída de la presión sistólica sobre un segmento arterial. Se puede colocar un brazalete de esfigmomanómetro a cualquier nivel a lo largo del miembro inferior; por ejemplo, por encima y por debajo del segmento traumatizado. Una caída de la presión sistólica de más de 20 mm Hg es sugestiva de estenosis o interrupciones hemodinámicamente importantes. Como el ITB, este método requiere de equipo no especializado; un brazalete de esfigmomanómetro y un transductor Doppler de mano son suficientes. Una limitación es la necesidad de usar un brazalete de medidas apropiadas para su uso alrededor del muslo. El aumento de volumen y las molestias ocasionadas al paciente también pueden hacer difícil la toma de estas medidas. Esta modalidad no está bien estudiada en traumatología.⁸

Ecografía dúplex

La ecografía es un método de imagenología no invasivo que puede arrojar información anatómica y fisiológica que describe la anatomía, hemodinámica, morfología de la lesión y calidad de los tejidos adyacentes. El equipo utilizado incluye visualización de imágenes modo-B, Doppler de onda pulsada, Doppler de onda continua y Doppler en color. Equipos especiales y diversos transductores están ampliamente disponibles en la mayoría de los hospitales. El examen de las extremidades inferiores generalmente comienza en la arteria femoral y se continúa en sentido distal. El ecosonografista identifica estenosis, pseudoaneurismas y traumatismos por la morfología, el color y las velocidades del Doppler. La forma de la onda de la velocidad arterial normal es trifásica y consiste en un pico de flujo sistólico anterógrado, reversión del flujo en la diástole temprana y nuevamente flujo anterógrado en la diástole tardía. La señal trifásica se pierde cuando un aumento de la resistencia conduce a la eliminación del flujo retrógrado durante la diástole temprana. El flu-

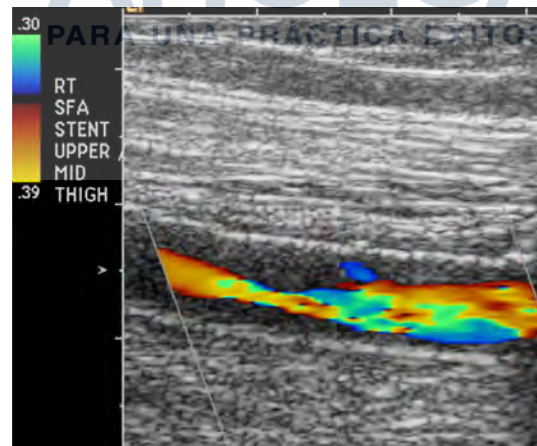


Fig. 4.2 Eco-Dúplex que muestra una estenosis focalizada de la arteria femoral superficial.

jo diastólico tardío se elimina cuando se alcanza una resistencia aún mayor, lo que resulta en una señal monofásica. Colgajos de la íntima, hematomas perivasculares y edema perivascular también son signos de daño vascular⁹ (Fig. 4-2).

Los principales beneficios de la ecosonografía son que el equipo está ampliamente disponible, el paciente no se expone a sustancias de contraste o radiaciones ionizantes, el examen puede realizarse en la cama del paciente y la información anatómica y fisiológica puede obtenerse directamente. Sin embargo, la calidad del estudio depende de la experiencia y disponibilidad del ecosonografista. Los exámenes pueden ser largos e incómodos para el paciente, requiriendo cambios de posición del miembro y la aplicación de presión sobre la extremidad para obtener una visualización completa. La pérdida de tejido blando, férulas, fijadores externos y edema de los tejidos pueden impedir la exploración de grandes segmentos. Aunque la ecografía dúplex es un examen dinámico que ofrece una gran cantidad de información sobre relaciones espaciales tridimensionales, esta información quizás no sea tan clara para el observador secundario. Sin embargo, es una modalidad de estudio por imágenes confiable y eficaz. Experimentalmente, los estudios dúplex son altamente sensibles y específicos en el diagnóstico de lesiones traumáticas. En una serie de 198 pacientes consecutivos que presentaron traumatismo contuso (21 %) o traumatismo penetrante (79 %), la precisión del estudio dúplex fue del 98 % (sensibilidad 95 %; especificidad 99 %) comparada con la de la angiografía. El ultrasonido es una modalidad de detección segura y precisa para descartar traumatismo vascular. Su aplicación debería ser ajustada en cada institución, porque sus resultados dependen de la habilidad y disponibilidad de buenos técnicos ecosonografistas.¹⁰

ANGIOGRAFÍA POR CATETERISMO

La angiografía por cateterismo es considerada el procedimiento de referencia para evaluar lesiones traumáticas de la extremidad inferior. Tiene el beneficio de mostrar segmentos vasculares con flujo en tiempo real. Seguir bolos de contraste a través del árbol vascular, permite que el examinador detecte fácilmente las anomalías de flujo, defectos de llenado, oclusiones, interrupciones, fístulas y defectos intraluminales. La sustracción digital de imágenes facilita la visión. Aunque la angiografía formal todavía se mantiene como la regla de oro de la imagenología vascular, hay algunas limitaciones y morbilidad asociadas que deben ser tomadas en cuenta. La angiografía requiere del uso de una sala de hemodinamia. Durante las horas de descanso laboral, cuando se presenta la mayoría de los pacientes de traumatología, los médicos y técnicos son llamados a sus casas. Los pacientes deben entonces ser trasladados a la sala de angiografía que puede estar alejada del quirófano y del servicio de emergencia. Muchos centros han creado salas híbridas que combinan el quirófano y la sala de angiografía para facilitar la rápida evaluación y tratamiento de lesiones vasculares.

Las lesiones vasculares vistas en el angiograma se dividen en defectos vasculares mayores y menores. Los defectos mayores incluyen la oclusión arterial, defectos intraluminales como colgajos de la íntima, pseudoaneurisma, extravasación extraluminal de material de contraste y fístulas arteriovenosas. Los defectos menores incluyen estenosis arterial (lisa o irregular), flujo arterial lento y desplazamiento arterial. Se compararon los resultados angiográficos con los hallazgos quirúrgi-

cos de 280 pacientes consecutivos en quienes se sospechaba traumatismo vascular. Los hallazgos quirúrgicos se correlacionaron con los angiogramas en todos los pacientes, excepto por tres casos de colgajo de la íntima: dos falsos positivos y un falso negativo (3 de 20 casos con colgajo de la íntima)¹¹ (Fig. 4-3).



Fig. 4.3 Angiograma que muestra múltiples estenosis arteriales en los sistemas arteriales tibial anterior y peronea.

Debe estabilizarse a los pacientes con politraumatismo severo en presencia de otras lesiones que amenacen la vida antes de trasladarlos a la sala de angiografía, porque estarán separados del personal de traumatología por un extenso período de tiempo. Una excepción a esta regla es cuando el tratamiento para la lesión vascular sospechada se realice mejor en una intervención endovascular, tal como una interrupción vascular sangrante tras una fractura pélvica. Obtener angiogramas fuera de la sala de operaciones debe ser cuidadosamente sopesado cuando la prioridad sea reducir el tiempo de isquemia. Una revisión reciente de las lesiones vasculares del miembro inferior demostró que la angiografía formal causaba un retardo crucial en la revascularización, contribuyendo al aumento de la tasa de amputaciones en pacientes con isquemia inducida por traumatismos que amenaza la vida.¹²

ANGIOGRAFÍA POR TC

El advenimiento de los nuevos escáneres de TC multidetector para examen angiográfico por TC (ATC) junto con el postprocesamiento tridimensional de los datos de imagen han permitido sustituir la angiografía por cateterismo en la mayor parte de las instituciones en la evaluación de los traumatismos vasculares de la extremidad inferior. Las ATC producen cortes transversales que pueden ser vistos y manipulados en monitores volumétricos tridimensionales. La ATC está dis-

ponible con facilidad, no es invasiva, es práctica, de rápido acceso, no se necesita movilizar todo el personal de la sala de hemodinamia. El escáner multidetector de 24 canales permite tiempos reducidos de adquisición de imágenes y alta resolución espacial, con tiempos de adquisición arterial menores de un minuto. Adicionalmente, la ATC puede realizarse simultáneamente con los exámenes rutinarios por TC de cabeza, tronco y extremidades¹³ (Fig. 4-4).

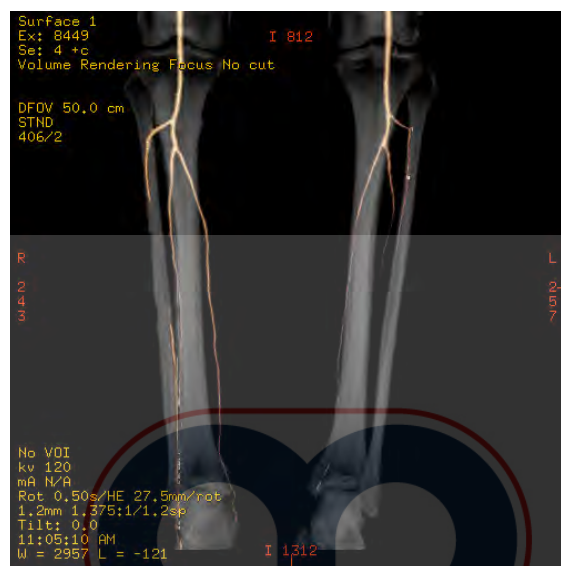


Fig. 4.4 Angiograma por TC que muestra una arteria tibial ocluida proximalmente en un paciente de traumatología.

El examen de adquisición se realiza con el paciente en decúbito supina con las piernas en el isocentro. El protocolo comienza con un topograma digital inicial y ocasionalmente se puede realizar una adquisición sin contraste para localización o evaluación de hematomas. Un algoritmo de retraso convencional, de bolo de ensayo o de bolo de activación automática precede la adquisición de la ATC. En muchas instituciones, tanto el volumen del medio de contraste como la potencia se ajustan según el tamaño del paciente. Estas adquisiciones ajustadas proveen una opacificación óptima de la vasculatura aórtica central seguida de una opacificación por flujo hacia las extremidades inferiores. Finalmente, el campo de visión y la dosis de radiación se ajustan al tamaño del paciente. Se pueden utilizar imágenes de fase tardía para visualizar vasos distales no opacificados. La manipulación de los grupos de datos que sigue a la adquisición de imágenes provee una visión flexible y ajustada de la anatomía y la patología de forma similar a un angiograma.^{2,13}

Los signos de daño vascular en la ATC incluyen extravasación del medio de contraste, pérdida de opacificación de un segmento de vaso, estrechamiento vascular abrupto, defectos de llenado intravascular, opacificación venosa precoz, oclusión de un segmento vascular o un cambio anormal en el calibre, contorno o curso de los vasos. Debe evitarse concienzudamente la interpretación equívoca cuando hay una atenuación incompleta del vaso, espasmo vascular, variantes anatómicas, artefactos metálicos, fragmentos de fracturas desplazadas, cuerpos extraños, artefactos por movimiento del paciente y limitaciones de la posición del paciente.^{13,14}

Recientemente realizamos una revisión de nuestra experiencia usando ATC en la planificación de la transferencia de tejido libre.² En un período de 6 años, se sometió a ATC a 76 pacientes consecutivos con traumatismos en las extremidades inferiores; el 90 % de las lesiones se clasificó como tipo Gustilo IIIB o IIIC. Se identificaron oclusiones arteriales traumáticas en el 29 % de los pacientes, variantes anatómicas en el 9,2 % y TVP en un paciente. La arteria tibial anterior fue el vaso más comúnmente lesionado en el 63 % de los casos con anomalías. Se identificó enfermedad aterosclerótica oclusiva en seis pacientes (7,9 %). Dos pacientes con enfermedad aterosclerótica avanzada necesitaron de cirugía de *bypass* para establecer una irrigación suficiente antes de la transferencia de tejido libre. Se encontró un caso en el que la colocación de fijadores externos fue responsable de lesiones iatrogénicas a la arteria tibial anterior; el 64 % de los pacientes con hallazgos de lesión traumática en escaneo con TC tenían un examen vascular periférico documentado como normal, lo que significa que tenían pulso pedio y tibial posterior palpables o positivos en el examen Doppler. La variante anatómica más común fue la hipoplasia de la arteria tibial anterior (cuatro de siete pacientes o el 5,2 % de todos los casos). La otra variante anatómica fue la hipoplasia de la arteria tibial posterior en un paciente, una arteria peronea dominante en un paciente y la hipoplasia de la arteria dorsal del pie en un paciente. Los hallazgos de la ATC influenciaron directamente la planificación y elección de los vasos receptores (Figs. 4-5 y 4-6).

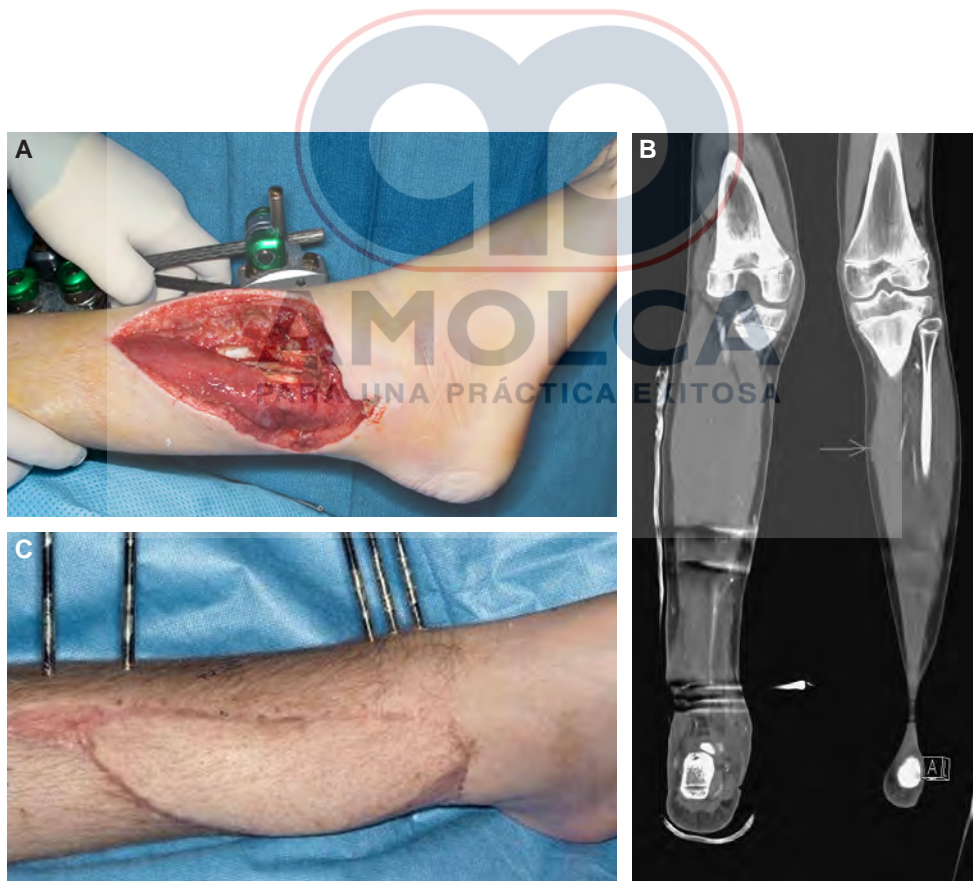


Fig. 4.5 A, Este adolescente masculino de 14 años de edad presentó un defecto de tejido blando de 20 × 15 cm por encima del maléolo lateral. B, La ATC reveló un corto segmento distal de la arteria tibial posterior sin flujo definido a nivel de fractura. El paciente fue sometido a una reconstrucción de la arteria tibial anterior y las venas concomitantes de la pierna derecha mediante un colgajo del muslo anterolateral derecho. C, Se muestran los resultados después de dos meses de seguimiento.

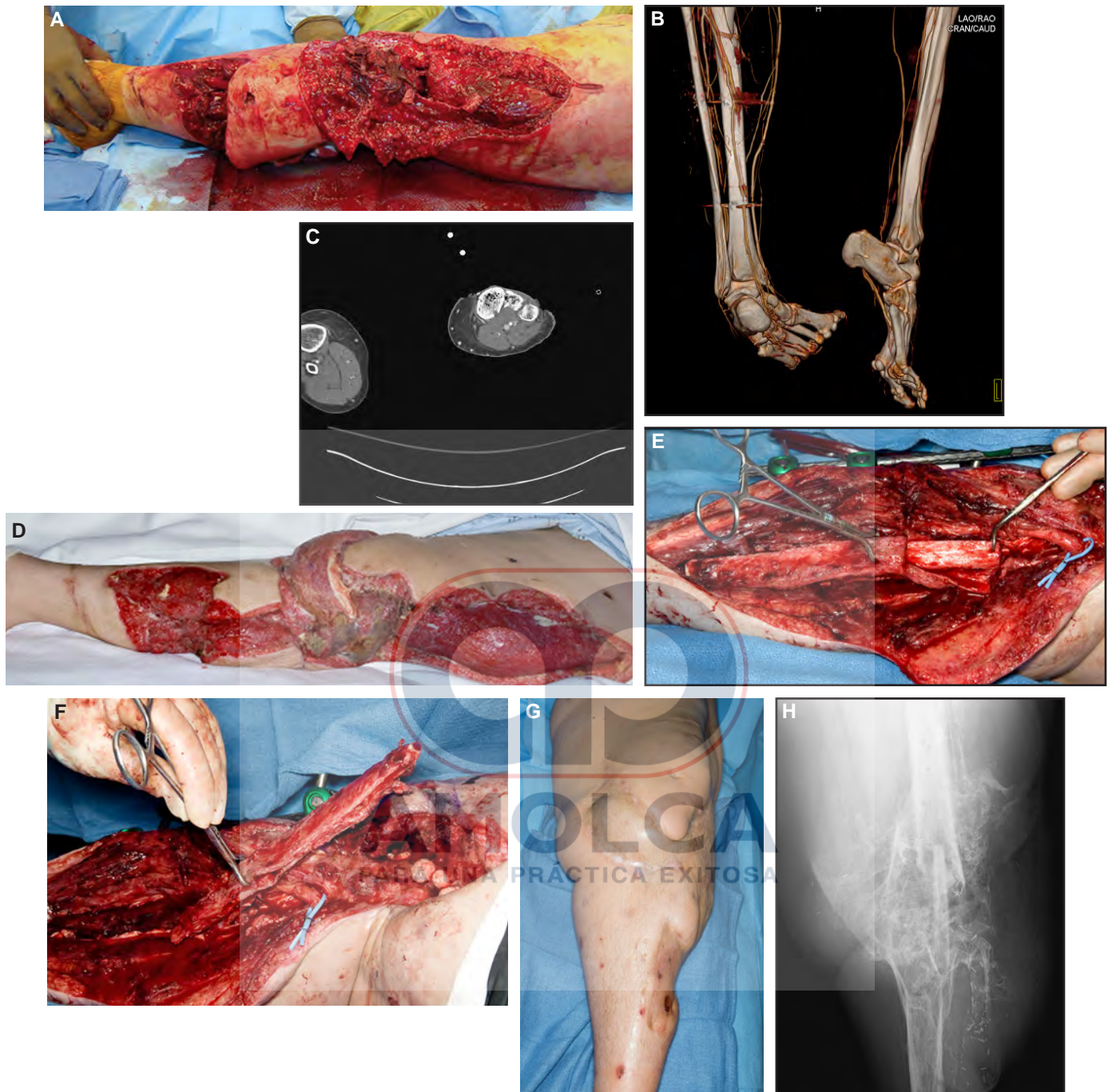


Fig. 4.6 A, Esta mujer de 38 años de edad tuvo una fractura Gustilo IIIIB de la pierna izquierda. B, La ATC realizada para la planificación quirúrgica reveló flujo patente en la arteria poplítea y tres vasos que corrían hasta el pie. C, Desafortunadamente, la arteria tibial posterior tenía un trombo. D, La paciente fue sometida a cirugía de colgajo libre de músculo recto del fémur derecho en la arteria femoral superficial por encima de la zona de la lesión y un colgajo de gastrocnemio lateral. E y F, La paciente desarrolló subsecuentemente osteomielitis micótica de la rodilla que requirió resección articular y fusión de la rodilla. La amplia resección del hueso infectado produjo un déficit de tejido blando secundario que requirió de una transferencia libre de tejidos y hueso vascularizado adicional. Debido al compromiso del sistema venoso profundo de la arteria tibial posterior, se usó la arteria peronea para llevar el peroné ipsilateral hasta el sitio de fusión y así proporcionar irrigación al colgajo de músculo dorsal ancho, el cual fue anastomosado terminolateralmente a la arteria peronea. (En F se observa el asa de un vaso azulado alrededor del vaso peroneo). G, Apariencia final de la fusión de la rodilla, vista 4 meses después de la cirugía. H, Radiografía AP de la rodilla que muestra consolidación completa a los 4 meses.

Encontramos la ATC particularmente ventajosa en casos de traumatismo en las extremidades inferiores, porque se pueden obtener imágenes vasculares de alta resolución mientras se evalúan simultáneamente las fracturas (Tabla 4-1). El formato tridimensional permite al cirujano identificar fácilmente el lugar de la oclusión, el cual puede ser verificado más extensamente con imágenes axiales. La ATC también permite la visualización de las venas, tejido blando y dispositivos metálicos adyacentes; estimar los diámetros de arterias y venas; y evaluar las articulaciones por encima y por debajo del área lesionada. La adquisición de datos ocurre en menos de 1 minuto, y las vistas arteriales tridimensionales pueden ser evaluadas de forma preliminar por el cirujano reconstructivo. Además, la ATC de la extremidad inferior se puede realizar mediante el seguimiento de un protocolo estandarizado, sin la necesidad de reunir a personal especializado como en una angiografía por cateterismo, y permite la vigilancia cercana de los pacientes inconscientes o inestables por parte del personal técnico, radiológico o médico. Además, como el medio de contraste se administra mediante una inyección venosa periférica, esta técnica elimina las complicaciones que se pueden desarrollar tras una punción arterial, tales como hematoma local, pseudoaneurisma, trombosis, disección y embolización.²

Tabla 4-1 Ventajas y limitaciones de la angiografía por tomografía computarizada

Ventajas	Limitaciones
Ampliamente disponible	Requiere la transferencia del paciente al escáner de TC
Permite tiempos de adquisición cortos	Artefactos por objetos metálicos
Puede estar ubicada cerca del área de emergencia	Artefactos por fractura desplazada
El examen vascular puede añadirse fácilmente al protocolo de uso corriente en traumatología	La presencia de cuerpos extraños obscurece el examen vascular
Mínimamente invasiva	Artefactos por movimiento del paciente
Útil para evaluar patrones de fractura	Exposición a medios de contraste (falla renal, reacción alérgica)
La manipulación postadquisición de datos añade versatilidad	Limitaciones por la posición del paciente
Puede realizarse sin la movilización del personal de hemodinamia	Limitaciones por el tamaño del paciente
Puede usarse para evaluar la calcificación de los vasos	Exposición a radiaciones ionizantes
Alta resolución volumétrica	

ANGIOGRAFÍA POR RESONANCIA MAGNÉTICA

La angiografía por resonancia magnética (ARM) es otro método de obtención de imágenes vasculares axiales que depende de las señales transmitidas por protones excitados por exposición a campos magnéticos de alta intensidad. Se descubrió que los artefactos de flujo de los vasos sanguíneos podían ser empleados para generar imágenes angiográficas. Técnicas de realce mediante contraste han contribuido a perfeccionar las imágenes durante la última década. Los avances recientes han permitido resoluciones más altas y mejores imágenes volumétricas tridimensionales. La ARM es útil principalmente en paciente que tienen un riesgo inadmisiblemente de exposición a radiaciones ionizantes o que no toleran el contraste yodado. Las contraindicaciones incluyen el uso de dispositivos metálicos accesorios e implantados no compatibles con RMN. Los tiempos normales de adquisición son bastante largos y requieren un equipo especializado de monitorización. Con frecuencia, las salas de imágenes por RMN no están disponibles para casos de emergencia fuera de su horario de funcionamiento, lo que limita la utilidad de esta modalidad en pacientes inestables de traumatología (Tabla 4-2).

Tabla 4-2 Ventajas y limitaciones de la angiografía por resonancia magnética

Ventajas	Limitaciones
Apropiada para pacientes con insuficiencia renal	Resolución más baja que con ATC
Puede usarse en pacientes con alergias a los contrastes usados con TC	Limitaciones con dispositivos implantables no compatibles con RMN
Los adelantos tecnológicos permiten resoluciones más altas	Requiere un equipo especializado de monitorización
No hay exposición a radiaciones	La adquisición de imágenes requiere tiempos prolongados
	Las arterias periféricas representan un reto

En la actualidad existen varios métodos para obtener imágenes vasculares. Los métodos sin medio de contraste dependen del movimiento de protones excitados y no excitados a través de regiones de excitación. Se han desarrollado dos métodos: ARM de tiempo de vuelo (TOF, por sus siglas en inglés) y de contraste de fase (PCA, por sus siglas en inglés). La mayor limitación de estos métodos es que requieren mucho tiempo, producen artefactos de flujo y poseen poca resolución. A diferencia de la angiografía sin contraste, que depende del flujo, la ARM con realce de contraste usa un material de contraste paramagnético inyectable (generalmente gadolinio) para inducir un acortamiento de T_1 en el espacio vascular. Pueden adquirirse imágenes en cualquier plano, los artefactos

producidos por variaciones de flujo pueden ser eliminados y el tiempo de adquisición se reduce de manera importante. La mayor dificultad es la sincronización de la imagen con el pico de señal del bolo arterial. El postprocesamiento depende de complejos algoritmos computacionales que filtran el ruido de fondo y aseguran que la vasculatura resalte por su brillo en la imagen^{15,16} (Fig. 4-7).



Fig. 4.7 Este hombre de 60 años de edad con una fractura de tibia que no consolidaba necesitó una transferencia libre de tejidos para cubrir el sitio de su placa y fractura abierta en el tercio distal de su pierna derecha. Su ARM preoperatoria muestra una enfermedad vascular oclusiva de las arterias tibial anterior y peronea, y una arteria tibial posterior visible de aspecto normal. (Caso cortesía de Lee L.Q. Pu, MD).

Aunque las técnicas de diagnóstico por imagen de arterias centrales generalmente producen excelentes imágenes, las arterias periféricas presentan mayores dificultades, debido principalmente a la contaminación venosa. Las mesas móviles para RMN permiten reducir los tiempos de adquisición de imágenes periféricas (menos de 20 minutos), minimizando la contaminación venosa; sin embargo, se requiere una atención meticulosa a los detalles. Se utilizan torniquetes inflados a presiones subsistólicas para demorar la intensificación de las venas. Técnicas más veloces con campos magnéticos más fuertes y métodos mejorados de postprocesamiento tienen como objetivo mejorar estas imágenes en el futuro.^{15,16} Incluso con estas mejoras, la ARM en casos de traumatismo continúa siendo un desafío debido a lo extenso del examen y a limitaciones del equipo asociadas con el campo magnético. El costo y disponibilidad de la ARM son mucho más limitantes que los de la ATC.

DISCUSIÓN

Los traumatismos severos de la extremidad inferior continúan retando a los cirujanos reconstructivos y ortopédicos de traumatología. La adecuada consolidación ósea depende de la cobertura con tejido blando sano. En muchos casos de lesión vascular traumática severa, las anomalías vasculares y la enfermedad aterosclerótica vascular oculta representan un verdadero reto para la cobertura con colgajos libres. Los métodos auxiliares no invasivos del examen físico completo tales como

el examen con Doppler portátil y el ITB pueden sugerir exámenes diagnósticos más profundos. Sin embargo, las técnicas de imagenología tridimensional pueden ser deseables en muchos casos. Los avances en las diversas modalidades de imagenología han permitido análisis del flujo vascular rápidos y menos invasivos, lo cual facilita la adecuada planificación preoperatoria. En nuestra institución, la ATC es la modalidad preferida para la evaluación de lesiones traumáticas severas que requieren cobertura por colgajos. Las limitaciones y contraindicaciones de la ATC necesitan ser comprendidas. Modalidades alternativas, incluyendo la ARM y la ecografía se utilizan en casos específicos. El examen de referencia continúa siendo el angiograma de la extremidad inferior. Esta modalidad más invasiva desempeña un papel definitivo, pero se usa con menos frecuencia en nuestra institución debido a las mejoras significativas en la calidad de las imágenes por TC y RMN.

Consideraciones importantes

- Las lesiones vasculares pueden estar presentes en hasta el 29 % de las fracturas de las extremidades inferiores.
- La angiografía por TC proporciona la identificación confiable de las lesiones vasculares, así como de las variantes anatómicas.
- La angiografía por TC puede no ser apropiada para pacientes con disminución de la función renal.
- La ARM proporciona una modalidad de diagnóstico por imágenes alternativa a la ATC, pero requiere mayor tiempo para la obtención de imágenes y puede ser de utilidad limitada en pacientes con implantes o dispositivos metálicos.

AMOLCA
ANGIOGRAFÍA MODERNA EXITOSA

Referencias con anotaciones clave

1. Reddy V, Stevenson TR. MOC-PS(SM) CME article: lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 121(Suppl 4):1, 2008.
2. Duymaz A, Karabekmez FE, Vrtiska TJ, Mardini S, Moran SL. Free tissue transfer for lower extremity reconstruction: a study of the role of computed angiography in the planning of free tissue transfer in the posttraumatic setting. *Plast Reconstr Surg* 124:523, 2009.

La angiografía por tomografía computarizada se puede utilizar para evaluar la vasculatura de la parte inferior de la pierna antes de realizar la transferencia de tejido libre, pero su confiabilidad en un contexto de trauma no ha sido evaluada. El objetivo de este estudio fue examinar los hallazgos de la ATC preoperatoria y correlacionar estos hallazgos con la supervivencia del colgajo y el salvamento de la extremidad. Setenta y seis pacientes con traumatismo de extremidad inferior consecutivos se sometieron a ATC preoperatoria antes de la reconstrucción con colgajo libre. Se registraron el flujo arterial, el flujo venoso y la incidencia de oclusión traumática. Se observaron tasas de supervivencia de colgajo, salvamento de la extremidad y complicaciones postoperatorias. No hubo complicaciones asociadas con el procedimiento de angiografía por tomografía computarizada. ATC demostró anatomía vascular normal en 40 pacientes (52,6 %), variantes anatómicas en siete pacientes y enfermedad oclusiva aterosclerótica en seis pacientes. Oclusión arterial traumática se identificó en 22 pacientes (28,9 %). Fallo de colgajo se observó en cinco pacientes, y la tasa de salvamento de la extremidad fue del 94,7 %. Cuatro miembros fueron amputados; cada uno tenía al menos una arteria ocluida como se demostró en la ATC preoperatoria; la oclusión arterial preoperatoria resultó ser un predictor significativo de la pérdida de la extremidad ($p < 0,05$).

3. Haddock NT, Weichman KE, Reformat DD, et al. Lower extremity arterial injury patterns and reconstructive outcomes in patients with severe lower extremity trauma: a 26-year review. *J Am Coll Surg* 210:66, 2009.

Se realizó un análisis retrospectivo de 26 años de todas las lesiones de Gustilo tipo IIIB y IIIC de las extremidades inferiores que requirieron reconstrucción microvascular en el Centro Médico de la Universidad de Nueva York. Se examinaron los datos demográficos de los pacientes, la clasificación de Gustilo, los hallazgos angiográficos (convencional/ATC/ARM), los vasos receptores, el tiempo transcurrido desde la lesión, las opciones de colgajo y los resultados. Se realizaron doscientos veinticinco colgajos libres en 191 pacientes. Hubo 151 hombres y 40 mujeres con edades comprendidas entre 4 y 83 años (mediana de edad de 33 años). Los pacientes tuvieron fracturas abiertas Gustilo IIIB (170 pacientes) o IIIC (21 pacientes). Ciento cincuenta y cuatro pacientes tenían angiogramas (78,2 % IIIB, 100 % IIIC). Sesenta y seis (42,9 %) tenían vaciado normal de 3 vasos y 88 (57,1 %) anormales. Sesenta y un pacientes (31,9 %) tenían lesiones tibiales anteriores, 17 pacientes (8,9 %) tenían lesiones tibiales posteriores, y 30 (15,7 %) tenían lesiones peroneales. Ocurrieron sesenta y tres complicaciones (11 trombosis temprana, 33 que requieren procedimientos secundarios y 10 que requieren amputación).

4. Lettieri SC, Moran SL. The pedicled soleus muscle flap for coverage of the middle and distal third of the tibia. In *Master Techniques in Orthopaedic Surgery: Soft Tissue Surgery*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
5. Sadjadi J, Cureton EL, Dozier KC, et al. Expedited treatment of lower extremity gunshot wounds. *J Am Coll Surg* 209:740, 2009.
6. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, et al. ACC/AHA 2005 practice guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic). *Circulation* 113:e463, 2006.
7. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 45(Suppl S):S5, 2007.
8. Kempczinski RF. Segmental volume plethysmography in the diagnosis of lower extremity arterial occlusive disease. *J Cardiovasc Surg* 23:125, 1982.
9. Olin JW, Kaufman JA, Bluemke DA, et al. Atherosclerotic Vascular Disease Conference: Writing Group IV: imaging. *Circulation* 109:2626, 2004.
10. Bynoe RP, Miles WS, Bell RM, et al. Noninvasive diagnosis of vascular trauma by duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 14:346, 1991.
11. Rose SC, Moore EE. Angiography in patients with arterial trauma: correlation between angiographic abnormalities, operative findings, and clinical outcome. *Am J Roentgenol* 149:613, 1987.

Se revisaron los arteriogramas y el curso clínico de 280 pacientes consecutivos con sospecha de traumatismo arterial para correlacionar las anomalías angiográficas con los hallazgos quirúrgicos y para evaluar el impacto de estos hallazgos en el tratamiento quirúrgico y el pronóstico. Se encontraron anomalías angiográficas importantes en 77 pacientes. La oclusión arterial (46 pacientes) fue causada por lesión del colgajo intimal o transección arterial con trombosis posterior y con frecuencia se presentó con una extremidad con isquemia aguda (27 pacientes, tres de los cuales requirieron posteriormente amputaciones). Los defectos intraluminales típicos de los colgajos intinales (20 pacientes) fueron la entidad patológica más difícil de diagnosticar, lo que representa dos angiografías falsas positivas y el único examen falso negativo. El ensanchamiento luminal focal (cinco pacientes) correspondió con una lesión de espesor parcial de la pared arterial. La principal extravasación angiográfica del material de contraste (19 pacientes) fue causada por laceración arterial o transección y generalmente se presentó con signos clínicos de hemorragia aguda; la hemorragia pélvica masiva fue la causa de muerte en tres pacientes. Las fistulas arteriovenosas agudas (cuatro pacientes) fueron por laceración arterial con comunicación venosa. El estrechamiento arterial con un margen suave (50 pacientes) fue un hallazgo asociado con un curso clínico benigno, excepto cuando se combinó con flujo arterial demostrado, un hallazgo característico del síndrome compartimental (6 de 13 pacientes). Un patrón irregular de estrechamiento arterial (23 pacientes) se asoció con lesiones graves, subsiguiente curación de fracturas e infección de la herida. Un mapa angiográfico detallado es de gran valor para planificar el tratamiento quirúrgico. La ausencia de anomalías angiográficas importantes generalmente elimina la necesidad de exploración quirúrgica; la ubicación de la lesión y las rutas del flujo sanguíneo distal afectan la viabilidad de la terapia conservadora; la longitud de la oclusión influye en la necesidad de

la extracción de la vena safena; la ubicación de la extravasación arterial determina la conveniencia de la ligadura quirúrgica o la embolización transcatóter; y la necesidad de fasciotomía puede sugerirse primero por las características angiográficas del síndrome compartimental.

12. Glass GE, Pearse MF, Nanchahal J. Improving lower limb salvage following fractures with vascular injury: a systematic review and new management algorithm. *J Plastic Reconstr Aesthet Surg* 62:571, 2009.
13. Gakhal MS, Sartip KA. CT angiography signs of lower extremity vascular trauma. *Am J Roentgenol* 193:W49, 2009.

Los signos específicos de ATC de lesión vascular se pueden detectar fácilmente, y también se puede obtener de forma rutinaria información adicional sobre lesiones óseas y de partes blandas. Los autores ilustraron los signos importantes de ATC de lesión vascular en la extremidad inferior.
14. Fishman EK, Horton KM, Johnson PT. Multidetector CT and three-dimensional CT angiography for suspected vascular trauma of the extremities. *Radiographics* 28:653, 2008.
15. Rofsky NM, Adelman MA. MR angiography in the evaluation of atherosclerotic peripheral vascular disease. *Radiology* 214:325, 2000.

La angiografía por resonancia magnética de la enfermedad vascular oclusiva de la extremidad inferior se ha convertido en una opción factible de diagnóstico por imágenes. El énfasis anterior en las técnicas de tiempo de vuelo se asoció con largos tiempos de adquisición y pérdidas de señal de artefacto. Esas limitaciones presentaban un obstáculo para la implementación clínica generalizada. Sin embargo, la aparición de secuencias de imágenes rápidas combinadas con la mejora del quelato de gadolinio ofrece alternativas de tiempo eficiente que pueden producir una representación más verdadera de la estructura anatómica vascular. La tecnología ahora está lista para servir como un estudio de detección de rutina si los radiólogos comprenden todos los factores necesarios para generar angiogramas de RM clínicamente relevantes.
16. Jackson JE, Allison DJ, Meaney J. Angiography: principles, techniques (including CTA and MRA) and complications. In Adam A, Dixon AK, Grainger RG, Allison DJ, eds. *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology*, vol 1, 5th ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2008.



AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA