



# Endovascular Treatment for Vascular Injuries of the Extremities

## 사지 혈관 손상의 인터벤션 치료

Tae Won Choi, MD<sup>1</sup> , Yohan Kwon, MD<sup>2\*</sup> ,  
Jinoo Kim, MD<sup>1</sup> , Je Hwan Won, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

<sup>2</sup>Department of Radiology, Korea University Anam Hospital, Seoul, Korea

### ORCID iDs

Tae Won Choi <https://orcid.org/0000-0002-0396-728X>

Yohan Kwon <https://orcid.org/0000-0001-9502-386X>

Jinoo Kim <https://orcid.org/0000-0001-7238-2528>

Je Hwan Won <https://orcid.org/0000-0002-5901-295X>

Received April 26, 2023

Revised June 16, 2023

Accepted July 8, 2023

### \*Corresponding author

Yohan Kwon, MD  
Department of Radiology,  
Korea University Anam Hospital,  
73 Goryeodae-ro, Seongbuk-gu,  
Seoul 02841, Korea.

Tel 82-2-920-5657

Fax 82-2-929-3796

E-mail [intervention@kakao.com](mailto:intervention@kakao.com)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Vascular injuries of the extremities are associated with a high mortality rate. Conventionally, open surgery is the treatment of choice for peripheral vascular injuries. However, rapid development of devices and techniques in recent years has significantly increased the utilization and clinical application of endovascular treatment. Endovascular options for peripheral vascular injuries include stent-graft placement and embolization. The surgical approach is difficult in cases of axillo-subclavian or iliac artery injuries, and stent-graft placement is a widely accepted alternative to open surgery. Embolization can be considered for arterial injuries associated with active bleeding, pseudoaneurysms, and arteriovenous fistula and in patients in whom embolization can be safely performed without a risk of ischemic complications in the extremities. Endovascular treatment is a minimally invasive procedure and is useful as a simultaneous diagnostic and therapeutic approach, which serve as advantages of this technique that is widely utilized for vascular injuries of the extremities.

**Index terms** Endovascular Procedures; Trauma; Extremity

## 서론

상하지 외상의 대략 75%–80% 정도가 관통상 또는 자상이며, 이 경우 혈관 손상이 발생할 가능성이 매우 높은 편이다(1). 혈관 손상은 치명률과 깊은 연관이 있는데, 혈관 손상은 전체 외상에서 1%–2%를 차지하는 반면, 외상으로 인한 사망률의 직접적인 원인에서는 20% 이상을 차지하고 있기 때문이다(2). 다만 국내에서는 총기에 의한 사고 등의 거의 없어서 관통상보다는 둔상의 비

율이 더 높은 편이다(3). 관통상 및 자상 외에 혈관 손상을 일으킬 수 있는 둔상(blunt trauma)에는 과하부 골절(subcondylar fracture), 무릎 후방 탈골, 경골고평부골절(tibial plateau fracture) 등이 있다.

최근 기술과 시술법의 비약적인 발달로 인해 상하지의 혈관 손상에 대한 혈관 내 치료법(endovascular treatment)의 효용 및 임상 적용이 증가하였는데(4), 이는 최소침습적으로(minimally invasive) 혈관조영술을 통한 진단과 스텐트 그래프트(stent graft) 설치술 또는 색전술(embolization) 등의 치료를 동시에 할 수 있다는 특징 때문이다(5). 이러한 장점은 특히나 수술적 접근이 어렵거나 진단이 쉽지 않은 부위의 손상에서 빛을 발하며, 최근 치료지침에 따르면 수술적 접근이 오히려 주변 구조물에 손상을 줄 가능성이 있거나 출혈을 최대한 빨리 최소화시킬 필요성이 있는 경우, 혈관 내 치료를 적극적으로 권장하고 있다(6).

## 본론

### 혈관 손상의 진단

먼저 이학적 검사로 손상 부위와 범위를 평가하는 것이 몹시 중요한데, 혈관 손상을 시사하는 명확한 징후로는 증가하는 박동성 혈종, 지속적인 외부로의 혈액유출, 상처 부위에서 감지되는 잡음(bruit) 또는 진동(thrill), 원위부 맥박의 소실 등을 들 수 있다(7).

또한 도플러 초음파(Doppler ultrasonography), 혈관조영 컴퓨터단층촬영(CT angiography), 디지털 감산 혈관조영술(digital subtraction angiography; DSA) 등 다양한 영상의학적 검사를 통해 혈관손상을 진단할 수 있다.

도플러 초음파는 병상에서 빠르게 시행할 수 있다는 장점을 지닌 영상 진단 방법으로, 대부분의 외상센터에서 혈종유무, 가성동맥류(pseudoaneurysm), 혈관 폐색 등을 파악하기 위해 시행하는 focused assessment with sonography in trauma (FAST)의 중요한 축을 담당하고 있다(6). 한 보고에 따르면 84.6%의 민감도와 99.1%의 특이도로 혈관 손상을 진단할 수 있다고 한다(4, 8).

혈관조영 컴퓨터단층촬영으로는 주요 혈관 손상을 매우 빠르게, 높은 민감도와 특이도로 평가할 수 있다(9, 10). 다수의 보고에 따르면 혈관조영 컴퓨터단층촬영은 90%–100%의 민감도와 98% 이상의 특이도로 주요 혈관 손상을 진단할 수 있다고 보고하고 있으며(11-13), 심지어 한 연구에서는 혈관조영 컴퓨터단층촬영에서 음성 소견을 보이는 환자는 수술적 또는 혈관내 치료법이 대부분 필요하지 않다고 보고하고 있다(14).

혈관조영술은 혈관 손상을 진단하기 위한 최적표준(gold standard) 진단 방법이지만 하나, 침습적이고 여타 진단 방법에 비해 빠르게 시행하기 힘들다는 단점이 있다. 전술한 바와 같이 혈관조영술의 가장 큰 장점은 진단과 치료를 동시에 시행할 수 있다는 점이다(2, 15, 16). 혈관조영술에서 긴급한 치료를 요하는 혈관 손상을 시사하는 소견은 활성 조영제 누출(active contrast extravasation), 가성동맥류, 혈관 절단(transection) 또는 폐색 등이 있으며, 그 외에 부차적인 소견으로는 혈관 협착, 작은 동맥까지의 폐색, 동정맥루(arteriovenous fistula) 등이 있다(17).

## 인터벤션 치료(Endovascular Treatment)

상하지 혈관 손상에서 시행할 수 있는 혈관 내 인터벤션 치료는 크게 스텐트 그래프트 설치술과 색전술로 나뉘볼 수 있으며(18), 그 외에도 단순한 풍선 카테터 지혈술(balloon tamponade), 가성동맥류에 대한 thrombin 주입 등도 가능하다(19). 일반적으로 손상 혈관의 위치와 크기, 주요 혈관인지 원위부 가지인지 여부, 혈관 손상의 성격에 따라 치료법이 달라진다(20). 주요 혈관 손상의 경우 스텐트 그래프트 설치술을 고려해야 하는 경우가 많고 원위부 가지 혹은 혈류를 차단하여

**Fig. 1.** A 74-year-old male patient involved in a motorcycle accident.  
**A.** CT angiography shows active arterial bleeding (arrow) and hematoma involving the right axillary artery.  
**B.** Angiography of the right axillary artery shows arterial rupture and bleeding corresponding to CT findings.  
**C.** Final angiography shows disappearance of active bleeding after placement of a 9 mm × 6 cm stent-graft (Covera Plus, Bard, Tempe, AZ, USA) at the injured segment.  
**D.** Follow-up CT angiography (maximum intensity projection image) shows disappearance of the peripheral hematoma and preserved distal blood flow.



도 부작용이 크지 않은 혈관 손상의 경우에는 주로 색전술을 고려하게 된다.

### 스텐트 그래프트 설치술(Stent Graft Insertion)

전통적으로 사지 혈관 손상에 대한 표준적인 치료는 수술이었다. 하지만 최근 인터벤션 기술과 기구의 발달 등으로 혈관 내 치료를 받는 환자가 증가하고 있다(21). 특히 수술적 접근이 어려운 겨드랑-쇄골하 동맥(axillo-subclavian artery) 손상과 장골 동맥(iliac artery) 손상의 경우에 중요한 치료법으로 활용되고 있다(22, 23). 이러한 주요 동맥이 손상되어 조영제 누출을 보이는 현성 출혈이 있거나 외상성 박리(dissection)나 절단으로 폐색되어 상하지의 허혈성 손상 등이 우려될 경우 스텐트 그래프트를 설치하는 것이 최선의 치료 중 하나이다(Figs. 1, 2) (9). 외상 환자에서는 저혈량 상태(hypovolemia)가 흔하므로 환자의 혈관 직경이 평소보다 감소되어 있는 경우가 많다. 따라서 스텐트 그래프트 설치시 직경을 결정하는 데 있어 일반적인 원칙을 따르기보다는 해당 환자의 혈역학적 상태 등을 고려하여 신중하게 결정하여야 한다(24, 25).

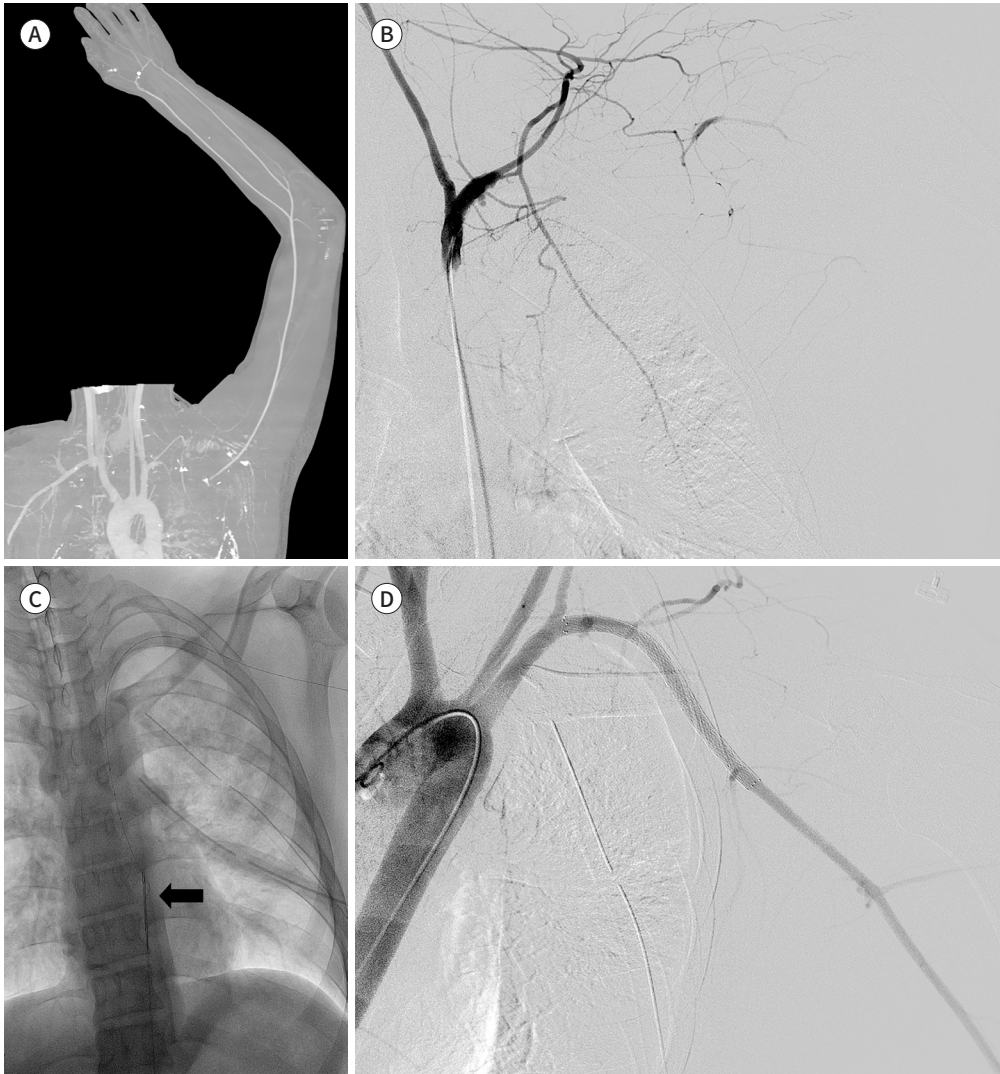
겨드랑-쇄골하 동맥의 손상은 사망률이 30%에 이를 정도로 위험성이 높은 질환이다(23, 26). 겨드랑-쇄골하 동맥이 위치한 해부학적 공간은 골격 구조로 둘러싸인 좁은 공간에 중요한 신경 및 혈관 구조물이 밀집되어 있어 수술적인 접근이 어렵고 수술 시에 추가적인 신경 손상 등의 위험성이 있는 것으로 알려져 있다(23). 겨드랑-쇄골하 동맥 손상으로 혈관 내 치료를 시행 받은 환자 160명을 분석한 한 리뷰 논문에 따르면 기술적 성공률(technical success rate)은 약 97%였고 시술 관련 합병증 발생률은 3.8%였다(27). 시술 관련 합병증으로 혈관 접근 부위(access site) 합병증이 3건, 원위부 색전(distal embolization) 1건, 뇌졸중 1건, 시술 중 사망 1건이 있었으며 추적 관찰 결과 약 89%에서는 추가적인 인터벤션이나 수술 등이 필요 없었다고 보고하였다(27). 겨드랑-쇄골하 동맥 손상에 있어서 혈관 내 치료와 수술의 결과를 비교한 논문들이 있는데 환자 수가 적어서 결과 해석에 주의가 필요하지만 수술보다 혈관 내 치료를 시행 받은 환자에서 시술 시간이 더 짧고 실혈량(blood loss)이 더 적고(28, 29) 수술 부위 감염(surgical site infection) 발생과 입원 중 사망률(in-hospital mortality)이 더 낮았다는(23) 보고들이 있다.

장골 동맥 손상도 사망률이 40%에 이를 정도로 위험성이 높은 질환이다(30, 31). 장골 동맥은 해부학적인 위치상 외부에서 압박하여 지혈하기가 어렵고 후복막 및 골반강으로의 수술적인 접근이 어려운 것으로 알려져 있다(22). 또한 수술적인 치료 후에도 약 12%에서는 하지 절단술(amputation)이 필요하였다는 보고가 있다(32). 외상 환자 데이터베이스를 후향적으로 분석한 한 연구에서는 관통상과 둔상에서 모두 혈관 내 치료를 받은 경우가 수술을 받은 경우보다 하지 절단을 시행한 비율이 낮았다고 보고하였다(22).

### 색전술(Embolization)

일반적으로 활동성 출혈, 가성동맥류, 동정맥루에 대해 색전술을 시행하지만, 혈류를 차단하여도 사지 말단부의 허혈이 우려되지 않는 동맥에 대해서는 색전술을 고려해 볼 수 있다. 색전 물질은 병변의 유형, 혈관의 크기와 위치, 그리고 환자의 혈액응고병증 여부 등에 따라 선택한다. 젤라틴 스펀지를 사용하면 일시적 지혈 효과를 얻을 수 있으나 시간이 지나면 재개통되므로 가성동맥

**Fig. 2.** A 20-year-old male patient admitted to the trauma center following a motorcycle accident. **A, B.** CT angiography (maximum intensity projection image) (**A**) and conventional angiography of the left subclavian artery (**B**) show transection of the left subclavian artery and compromised distal flow secondary to trauma. **C.** Attempt at passing a guidewire through the traumatic lesion via an anterograde approach was unsuccessful. Therefore, retrograde approach via the brachial artery was tried to pass the lesion and it was successful. Fluoroscopy image shows the guidewire subsequently captured using a snare (arrow) via the femoral access route to establish through-and-through brachial-femoral guidewire access. **D.** Final angiography obtained after placement of a 7 mm × 10 cm bare-metal stent (SMART Flex, Cordis, Santa Clara, CA, USA) shows recovery of the distal blood flow.

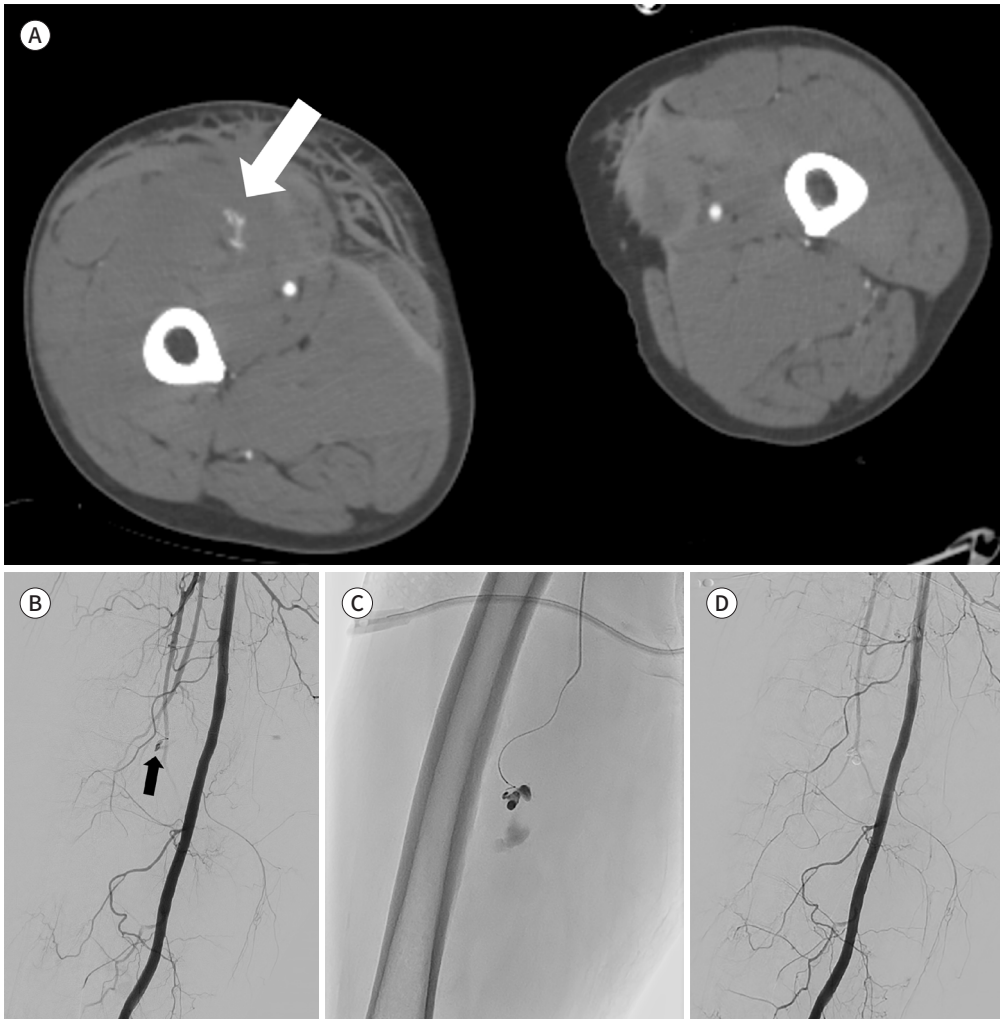


류나 동정맥류의 경우 영구 색전 물질인 코일이나 혈관마개(vascular plug) 등을 사용할 수 있다.

팔꿈치 아래 동맥과 무릎 아래 동맥은 여러 개의 분지가 있으므로 한 개 분지만 손상된 경우 색전술을 시행하더라도 결까지 순환을 통해 색전술 시행 원위부의 동맥 혈류 유지를 기대할 수 있다. 이때에는 코일이나 혈관마개 등으로 병변 뒤쪽을 막고 이를 받침 삼아 코일이나 N-butyl cyanoacrylate (이하 NBCA) 등으로 병변 부위와 병변 앞쪽 혈관을 막으면 지나친 원위부 색전을 방지함으로써 결순환에 의해 원위부 혈류가 돌아 들어오도록 할 수 있다.

**Fig. 3.** A 80-year-old male patient involved in a pedestrian traffic accident.

- A.** CT angiography shows active bleeding (arrow) and hematoma involving the right thigh.
- B.** Conventional angiography of the right common femoral artery shows definitive evidence of an active bleeding focus in a muscular branch (arrow).
- C.** Image shows super-selective catheterization of the bleeding vessel using a microcatheter; embolization was performed using N-butyl cyanoacrylate.
- D.** Final angiographic image shows disappearance of active bleeding.



NBCA는 다른 색전 물질과 달리 환자의 혈액 응고 과정의 영향을 받지 않으므로 혈액응고병증이 있는 환자에서 색전술의 성공률을 높이는데 도움이 되며(Fig. 3) (33, 34), 혈관이 구불구불하거나 직경이 매우 작아 미세도관이 병변까지 충분히 도달하기 어려운 경우 NBCA와 요오드화기름(iodized oil)의 혼합 비율을 조절하여 색전술을 시행할 수 있으나(35), 의도하지 않은 부위의 색전(nontarget embolization) 및 미세도관 접착(adhesion)이 되지 않도록 사용 시 매우 주의하여야 한다.

출혈에 대해 수술적 치료를 고려한다면, 수술 전 폐색풍선카테터(occlusion balloon catheter)를 이용하여 일시적으로 출혈을 막고 수술 시야를 확보하는 데 도움을 줄 수 있다.

색전술의 합병증으로는 매우 드물긴 하지만 통증과 면역반응을 동반한 근육 동맥 분지 영역의 허혈 및 횡문근융해증이 올 수 있으며, 신경 허혈에 의해 야기되는 마비(paresis) 등의 증상도 발

생활 수 있다(36).

## 결론

상하지의 혈관 손상에 대한 혈관 내 치료법은 최소침습적으로 진단과 치료를 동시에 할 수 있다는 장점이 있다. 특히 수술적 접근이 어려운 혈관 손상에서 수술을 대신할 수 있는 효과적인 치료법으로 사용되고 있으며 향후 그 적응증이 넓어질 것으로 기대된다.

## Author Contributions

Conceptualization, K.Y., K.J., W.J.H.; investigation, all authors; methodology, C.T.W., K.Y.; project administration, K.Y.; resources, C.T.W., K.Y.; supervision, K.Y.; validation, K.Y.; visualization, C.T.W., K.Y.; writing—original draft, C.T.W., K.Y.; and writing—review & editing, all authors.

## Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

## Funding

None

## REFERENCES

1. Doody O, Given MF, Lyon SM. Extremities--indications and techniques for treatment of extremity vascular injuries. *Injury* 2008;39:1295-1303
2. Mattox KL, Feliciano DV, Burch J, Beall AC Jr, Jordan GL Jr, De Bakey ME. Five thousand seven hundred sixty cardiovascular injuries in 4459 patients. Epidemiologic evolution 1958 to 1987. *Ann Surg* 1989;209:698-705
3. Cho H, Huh U, Lee CW, Song S, Kim SH, Chung SW. Traumatic peripheral arterial injury with open repair: a 10-year single-institutional analysis. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2020;53:291-296
4. Johnson CA. Endovascular management of peripheral vascular trauma. *Semin Intervent Radiol* 2010;27:38-43
5. Jeph S, Ahmed S, Bhatt RD, Nadal LL, Bhanushali A. Novel use of interventional radiology in trauma. *J Emerg Crit Care Med* 2017;1:40
6. 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-S142
7. Frykberg ER. Advances in the diagnosis and treatment of extremity vascular trauma. *Surg Clin North Am* 1995;75:207-223
8. deSouza IS, Benabbas R, McKee S, Zangbar B, Jain A, Paladino L, et al. Accuracy of physical examination, ankle-brachial index, and ultrasonography in the diagnosis of arterial injury in patients with penetrating extremity trauma: a systematic review and meta-analysis. *Acad Emerg Med* 2017;24:994-1017
9. Kuwahara JT, Kord A, Ray CE Jr. Penetrating extremity trauma endovascular versus open repair? *Semin Intervent Radiol* 2020;37:55-61
10. Inaba K, Branco BC, Reddy S, Park JJ, Green D, Plurad D, et al. Prospective evaluation of multidetector computed tomography for extremity vascular trauma. *J Trauma* 2011;70:808-815
11. Soto JA, Múnera F, Cardoso N, Guarín O, Medina S. Diagnostic performance of helical CT angiography in trauma to large arteries of the extremities. *J Comput Assist Tomogr* 1999;23:188-196
12. Soto JA, Múnera F, Morales C, Lopera JE, Holguín D, Guarín O, et al. Focal arterial injuries of the proximal extremities: helical CT arteriography as the initial method of diagnosis. *Radiology* 2001;218:188-194
13. Jens S, Kerstens MK, Legemate DA, Reekers JA, Bipat S, Koelemay MJ. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial injury due to trauma: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2013;46:329-337
14. Wallin D, Yaghoubian A, Rosing D, Walot I, Chauvapun J, de Virgilio C. Computed tomographic angiography as the primary diagnostic modality in penetrating lower extremity vascular injuries: a level I trauma experi-

ence. *Ann Vasc Surg* 2011;25:620-623

15. Saad NE, Saad WE, Davies MG, Waldman DL, Fultz PJ, Rubens DJ. Pseudoaneurysms and the role of minimally invasive techniques in their management. *Radiographics* 2005;25(suppl 1):S173-S189
16. Franz RW, Shah KJ, Halaharvi D, Franz ET, Hartman JF, Wright ML. A 5-year review of management of lower extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *J Vasc Surg* 2011;53:1604-1610
17. Pryor JP, Braslow B, Reilly PM, Gullamondegi O, Hedrick JH, Schwab CW. The evolving role of interventional radiology in trauma care. *J Trauma* 2005;59:102-104
18. du Toit DF, Lambrechts AV, Stark H, Warren BL. Long-term results of stent graft treatment of subclavian artery injuries: management of choice for stable patients? *J Vasc Surg* 2008;47:739-143
19. Nicholson AA. Vascular radiology in trauma. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004;27:105-120
20. Singh A, Kumar A, Kumar P, Kumar S, Gamanagatti S. "Beyond saving lives": current perspectives of interventional radiology in trauma. *World J Radiol* 2017;9:155-177
21. Ganapathy A, Khouqeer AF, Todd SR, Mills JL, Gilani R. Endovascular management for peripheral arterial trauma: the new norm? *Injury* 2017;48:1025-1030
22. Abdou H, Kundi R, DuBose JJ, Scalea TM, Morrison JJ, Ottochian M. Repair of the iliac arterial injury in trauma: an endovascular operation? *J Surg Res* 2021;268:347-353
23. Branco BC, Boutros ML, DuBose JJ, Leake SS, Charlton-Ouw K, Rhee P, et al. Outcome comparison between open and endovascular management of axillosubclavian arterial injuries. *J Vasc Surg* 2016;63:702-709
24. Jonker FH, van Keulen JW, Schlosser FJ, Indes JE, Moll FL, Verhagen HJ, et al. Thoracic aortic pulsatility decreases during hypovolemic shock: implications for stent-graft sizing. *J Endovasc Ther* 2011;18:491-496
25. Bae M, Jeon CH. Optimal sizing of aortic stent graft for blunt thoracic aortic injury considering hypotension-related decrease in aortic diameter. *J Endovasc Ther* 2022 Nov 7 [Epub]. <https://doi.org/10.1177/15266028221134894>
26. Demetriades D, Chahwan S, Gomez H, Peng R, Velmahos G, Murray J, et al. Penetrating injuries to the subclavian and axillary vessels. *J Am Coll Surg* 1999;188:290-295
27. DuBose JJ, Rajani R, Gilani R, Arthurs ZA, Morrison JJ, Clouse WD, et al. Endovascular management of axillo-subclavian arterial injury: a review of published experience. *Injury* 2012;43:1785-1792
28. Xenos ES, Freeman M, Stevens S, Cassada D, Pacanowski J, Goldman M. Covered stents for injuries of subclavian and axillary arteries. *J Vasc Surg* 2003;38:451-454
29. Shalhub S, Starnes BW, Hatsukami TS, Karmy-Jones R, Tran NT. Repair of blunt thoracic outlet arterial injuries: an evolution from open to endovascular approach. *J Trauma* 2011;71:E114-E121
30. Cushman JG, Feliciano DV, Renz BM, Ingram WL, Ansley JD, Clark WS, et al. Iliac vessel injury: operative physiology related to outcome. *J Trauma* 1997;42:1033-1040
31. Asensio JA, Petrone P, Roldán G, Kuncir E, Rowe VL, Chan L, et al. Analysis of 185 iliac vessel injuries: risk factors and predictors of outcome. *Arch Surg* 2003;138:1187-1193; discussion 1193-1194
32. Oliver JC, Bekker W, Edu S, Nicol AJ, Navsaria PH. A ten year review of civilian iliac vessel injuries from a single trauma centre. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012;44:199-202
33. Hur S, Jae HJ, Lee M, Kim HC, Chung JW. Safety and efficacy of transcatheter arterial embolization for lower gastrointestinal bleeding: a single-center experience with 112 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2014;25:10-19
34. Jae HJ, Chung JW, Jung AY, Lee W, Park JH. Transcatheter arterial embolization of nonvariceal upper gastrointestinal bleeding with N-butyl cyanoacrylate. *Korean J Radiol* 2007;8:48-56
35. Yoo DH, Jae HJ, Kim HC, Chung JW, Park JH. Transcatheter arterial embolization of intramuscular active hemorrhage with N-butyl cyanoacrylate. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2012;35:292-298
36. Hare WS, Holland CJ. Paresis following internal iliac artery embolization. *Radiology* 1983;146:47-51



## 사지 혈관 손상의 인터벤션 치료

최태원<sup>1</sup> · 권요한<sup>2\*</sup> · 김진우<sup>1</sup> · 원제한<sup>1</sup>

상하지 혈관 손상은 높은 사망률과 관계가 있다. 사지 혈관 손상에 대한 전통적인 치료법은 수술이었으나 최근 기술과 시술법의 비약적인 발달로 인해 혈관 내 치료법(endovascular treatment)의 효용 및 임상 적용이 증가하고 있다. 상하지 혈관 손상에서 시행할 수 있는 혈관 내 치료는 크게 스텐트 그래프트(stent graft) 설치술과 색전술로 나뉘볼 수 있으며 일반적으로 손상 혈관의 위치와 크기, 혈관 손상의 성격에 따라 치료법이 달라진다. 겨드랑-쇄골하 동맥과 장골 동맥 손상의 경우 해부학적 위치상 수술적인 접근이 어려운 것으로 알려져 있으며 스텐트 그래프트 설치술이 수술을 대신할 수 있는 중요한 치료법으로 활용되고 있다. 활동성 출혈, 가성동맥류, 동정맥루 및 색전 시 허혈이 우려되지 않는 동맥의 손상에 대해서는 색전술을 고려해 볼 수 있다. 상하지의 혈관 손상에 대한 혈관 내 치료법은 최소침습적으로 진단과 치료를 동시에 할 수 있다는 장점이 있어 향후 그 적응증이 더 넓어질 것으로 기대된다.

<sup>1</sup>아주대학교 의과대학 영상의학교실,

<sup>2</sup>고려대학교 안암병원 영상의학과