

## 외상 후 대퇴-오금 혈관손상의 치료: 수술 성적

단국대학교병원 <sup>1</sup>권역외상센터, <sup>2</sup>흉부심장혈관외과

장성욱<sup>1,2</sup>, 한 선<sup>2</sup>, 류경민<sup>2</sup>, 류재욱<sup>2</sup>

### - Abstract -

## Management of Femoropopliteal Vascular Injuries after Trauma: Surgical Outcomes

Sung Wook Chang, M.D.<sup>1,2</sup>, Sun Han, M.D.<sup>2</sup>, Kyoung Min Ryu, M.D.<sup>2</sup>, Jae-Wook Ryu, M.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trauma Center, <sup>2</sup>Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Dankook University Hospital

**Purpose:** Vascular injuries caused by traffic, industrial accidents and by outside activities have increased in Korea. Especially, vascular injuries to the extremities can lead to limb loss and even mortality if they are not appropriately treated. The aim of the study was to evaluate the surgical outcomes of femoropopliteal vascular management after trauma.

**Methods:** The medical records of 12 patients with femoropopliteal vascular injuries who were treated at Dankook University Hospital from 2011 to 2013 were reviewed. Iatrogenic vascular injuries were excluded. The clinical data including the causes of injury, associated injuries and surgical outcomes were analyzed retrospectively.

**Results:** All patients were male, with a mean age of  $46.8 \pm 16.3$  years (range: 26 ~ 69 years). The causes of vascular injuries were four traffic accidents, three industrial accidents, two iron plates, one outside activity, one glass injury and one knife injury. The average transit time between the place of the accident place and the emergency department was  $3.0 \pm 2.1$  (0.5 ~ 12.5) hours, and the average preparation time for surgery was  $8.0 \pm 6.7$  (1.7 ~ 23.3) hours. The anatomic injuries included the popliteal vessel in seven cases and the femoral vessel in five cases. The average Injury Severity Score (ISS) was  $12.0 \pm 5.0$  (5 ~ 17), and the average Mangled Extremity Severity Score (MESS) was  $5.7 \pm 2.1$  (2 ~ 9). The operation methods were four interposition grafts, three end-to-end anastomoses, two direct repairs and three patch angioplasties. One case required amputation of the injured extremity.

**Conclusion:** Early recognition and revascularization of the injured vessel are mandatory to reduce limb loss and to obtain satisfactory outcomes. Therefore, careful/rapid evaluation of the vascular injuries and timely/successful surgical treatment are the keys to salvaging an injured limb. [ J Trauma Inj 2015; 28: 15-20 ]

**Key Words:** Vascular injury, Trauma

\* Address for Correspondence : **Jae-Wook Ryu, M.D.**

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Dankook University Hospital,  
201 Manghyang-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, 330-715, Republic of Korea  
Tel : 82-41-550-6195, Fax : 82-41-550-7050, E-mail : j3thorax@chol.com

**Submitted** : November 17, 2014 **Revised** : December 2, 2014 **Accepted** : March 18, 2015

## I. 서 론

혈관손상은 많은 출혈로 생명을 잃거나 손상 받은 부위 이하의 허혈로 인하여 사지절단 등의 치명적인 결과를 초래할 수 있기 때문에 빠른 진단과 치료가 매우 중요하다. 현재 내란이나 전쟁 등이 지속되고 있는 나라에서는 혈관 손상이 특히 많이 발생한다. 이러한 특수한 경우가 아니라 하더라도 현대 사회에서는 자동차를 비롯한 교통의 발달, 여가 활동의 발달, 산업화에 따른 작업장에서의 손상 등으로 인하여 혈관 외상 환자는 증가하는 추세에 있다.(1) 이에 저자들은 외상에 의한 대퇴-오금 혈관손상으로 진단되어 수술 받은 환자들을 대상으로 후향적 조사를 통하여 진단 및 치료 시기, 손상 정도에 따른 치료 성적을 알아보려고 한다.

## II. 대상 및 방법

2011년 1월부터 2013년 12월까지 외상에 의한 대퇴-오금 혈관 손상으로 수술 받은 12명의 환자를 대상으로 하였다. 혈관조영술이나 수술 등에 의하여 발생한 의인성 혈관 손상은 제외하였다. Injury Severity Score (ISS)를 계산하여 외상의 중증도와 동반 손상을 조사하였고 혈관 손상의 진단은 증상, 이학적 검사, 혈관 컴퓨터단층촬영, 혈관조영술 등을 이용하였다. 사지 절단의 지표 중 하나인 Mangled Extremity Severity Score (MESS) 수치를 측정하여 절단과의 상관관계도 보고자 하였다.

## III. 결 과

환자들의 평균 연령은 46.8±16.3 (26~69)세이었고 모두 남자였다. 혈관 손상의 원인으로는 둔상의 경우, 교통사고 4예, 산업재해 3예, 레저 활동 1예를 포함하여 8예였고, 관통상의 경우, 원인 물질에 따라 금속 2예, 칼과 유리 각각 1예를 포함하여 4예였다. 손상 받은 혈관 부위는 오금혈관이 7예, 대퇴혈관이 5예였다. 내원까지의 소요시간은 평균 3.0±2.1 (0.5~12.5)시간이었고 최장 12.5시간 후에 내원한 환자의 경우는 1일전 밤에 레저 활동으로 격렬한 신체 운동 후 내원 당일 오전까지 지속되는 무릎 통증이 있어 타병원을 경유하여 내원한 경우였다. 입원으로부터 수술까지의 기간은 8.0±6.7 (1.7~23.3)시간이 소요되었다. 사고로부터 수술까지의 기간은 11.0±6.8 (2.2~24.5)시간으로 3명의 환자가 18시간 이상 경과한 후(18.1, 18.6, 24.5시간) 수술을 받았고, 12명의 환자 중 3명만이 6시간 이내(2.2, 3.6, 5.2시간) 수술을 받았다. 상대적으로 관통상에 의한 혈관 손상환자(n=4)가 4.4±1.9 (2.2~6.6)시간으로 둔상에 의한 환자(n=8) 14.3±5.8 (8.1~24.5)시간보다 빠른 수술이 이루어졌다. 내원 당시 저혈압이 동반된 경우는 2예로, 1예에서 저혈량성 쇼크

에 의한 심정지가 발생하여 심폐소생술을 시행하였고 1예에서 활력징후상 수축기 혈압이 90 mmHg으로 확인되어 수액 치료와 승압제 치료를 받았으며 나머지 10예에서는 안정적인 활력징후를 나타내었다. 이학적 검사에서 hard sign으로는 맥박의 소실 9예, 하방 허혈 8예, 박동성 출혈이 5예였다. 진단은 수술 중 오금정맥만 파열되어 수술한 1예와 심폐소생술을 시행한 1예를 제외하고는 9예에서 컴퓨터단층촬영을 시행하였고, 내원 전일 타병원에서 컴퓨터단층촬영을 시행하였고, 내원 전일 타병원에서 컴퓨터단층촬영 후 입원치료 중 구획증후군이 의심되어 전원된 1예에서만 혈관조영술을 시행하였다. 손상 받은 혈관은 오금동맥 6예, 대퇴동맥 3예, 대퇴정맥 2예, 오금정맥 1예였다. 이 중 대퇴동맥 손상 환자는 모두 관통상에 의한 수상이었다. 혈관 손상과 동반된 사지의 손상으로는 둔상의 경우 신경 손상 5예, 근육파열 4예, 골절 3예, 연부조직 소실 3예, 탈골 2예, 십자인대손상 2예가 있었고, 이와 달리 관통상의 경우에는 골절이나 탈골은 관찰되지 않았지만 4예 모두 근육파열이 있었다. 그 중 1예는 연부조직 소실과 신경 손상을 동반하였고, 1예에서는 신경손상이 동반되었다(Table 1).

ISS는 12.0±5.0 (5~17)으로 ISS>15 이상인 환자는 5예로, 심폐소생술이 1예에서 시행되었다. 이 환자의 경우에는 관통상에 의한 대퇴동맥 절단과 신경손상, 근육손상으로 다량의 출혈이 있었고, 15분간의 심폐소생술 후 응급실에서 바로 혈관 수술을 진행하였다. 나머지 3예는 다발성 안면골절, 외상성 지주막하 출혈, 척추 압박골절, 다발성 갈비뼈골절 및 혈흉이 동반되었다.

수술방법은 혈관 손상이 2 cm 이하이거나 절단면이 비교적 깨끗한 5예에서는 단단문합 또는 측부봉합을 시행하였다. 그러나, 혈관 손상 범위가 길거나 혈관의 완전파열 또는 손상면의 재건이 어렵다고 판단되는 4예에서는 인조혈관(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 이용하여 혈관 이식술을 시행하였고, 그 외 혈관 손상이 부분적이거나 손상 혈관의 일부를 제거해야 하는 3예에서는 패취(bovine pericardial patch)를 이용하여 혈관성형술을 시행하였다. 혈관 수술 시 심폐소생술을 시행 받은 1예를 제외하고는 PTFE를 이용한 환자에게 2,000 또는 3,000 unit의 헤파린을 정맥 주사 하였고, 그 외의 환자에게는 국소적인 헤파린(5,000 unit/L)을 이용하여 필요시 손상혈관 상.하부에 주입한 후 수술을 진행하였다. 특히 정맥손상 환자 또는 동맥손상 환자 중 손상 상.하부 혈액 흐름이 좋지 않다고 판단되는 경우에는 Fogarty 카테터를 이용한 혈전제거술을 시행하고 국소적인 헤파린을 혈관 속으로 주입하였다. 칼에 의하여 대퇴정맥이 손상된 1예를 제외한 정맥손상 환자 5예와 오금동맥 손상으로 인조혈관이식술을 시행 받고 술 후 문합부위 협착이 있어 스텐트 삽입을 시행한 1예에서 수술 후 아스피린을 복용하였다.

MESS는 5.7±2.1 (2~9)로 MESS>7인 환자는 3예가 있

**Table 1.** Characteristics of the patients with vessel injury.

Case No.	Age	Sex	Cause	Injured vessel	From injury to operation time (hour)	Associated injury of extremity	*MESS	†ISS	Combined injury except lower extremity	Operation	Conduit	Amputation	Fasciotomy	Complication
1	26	M	Motorcycle	Popliteal a.	12	Skin defect, muscle rupture, knee dislocation	6	10	No	Graft interposition	† PTFE (6 mm)	No	No	Wound infection, skin graft, stent insertion
2	54	M	Motorcycle	Popliteal a.	14.7	Femur †Fx, Tibiofibula Fx. soft tissue defect	9	17	Forearm Fx, multiple facial bone Fx	End to end anastomosis	Native	No	No	Wound infection, skin graft
3	59	M	Motorcycle	Popliteal a.	18.1	Tibiofibula Fx.	6	17	Multiple facial bone Fx, †T-SAH clavicle Fx, bilateral **MRF	End to end anastomosis	Native	No	Yes	No
4	30	M	Traffic accident	Femoral v.	8.7	Nerve injury muscle rupture, †ACL rupture	5	8	Multiple facial bone Fx	Patch angioplasty pericardium	Bovine	No	No	No
5	30	M	Leisure	Popliteal a.	18.6	Knee dislocation, ACL, †PCL rupture soft tissue defect	6	5	No	Graft interposition	PTFE (6 mm)	No	Yes	Wound infection, skin graft checkrein deformity foot
6	64	M	Stone	Popliteal a.	8.1	nerve injury tibiofibula Fx	8	13	No	End to end anastomosis	Native	Yes	No	Wound infection necrosis
7	69	M	Rice bag	Popliteal v.	24.5	Nerve injury distal femur Fx.	3	17	Multiple facial bone Fx. L5 compression. Fx. MRF c hemothorax. liver contusion	Patch angioplasty pericardium	Bovine	No	No	Wound infection pseudoaneurysm of popliteal v.
8	68	M	Cultivator	Popliteal a.	9.8	Nerve injury muscle rupture	8	13	No	Patch angioplasty pericardium	Bovine	No	Yes	Wound infection, skin graft
9	2	M	Knife	Femoral a. and v.	3.6	Muscle rupture	3	17	No	Repair	Native	No	No	No
10	37	M	Glass	Femoral v.	6.6	Nerve injury muscle rupture soft tissue defect	2	8	No	Repair	Native	No	No	No
11	52	M	Grinder	Femoral a. and v.	2.2	Nerve injury muscle rupture	6	17	Cardiac arrest	Graft interposition	PTFE (6 mm)	No	No	Occlusion of femoral v. ††DVT
12	45	M	Fork-lift	Femoral a. and v.	5.2	Muscle rupture	6	5	No	Graft interposition and repair	a.: PTFE (6 mm) v.: native	No	No	DVT

\* MESS: mangled extremity severity score, † ISS: injury severity score, ‡ Fx: fracture, § ACL: anterior cruciate ligament, ¶ PCL: posterior cruciate ligament, †† T-SAH: traumatic subarachnoid hemorrhage, \*\* MRF: multiple rib fracture, †† PTFE: polytetrafluoroethylene, ††† DVT: deep vein thrombosis

었다. 그 중 MESS가 8이고 손상 받은 시각으로부터 수술까지 8.1시간이 소요된 1예에서 무릎위절단술이 시행되었다. 환자의 손상기전은 작업장에서 떨어진 돌에 의해 손상을 받았고 동반 손상으로는 경.비골 골절과 연부조직 소실, 오금동맥이 절단되어 외고정과 동시에 손상혈관 단단문합을 받았던 경우로 수술 후에도 광범위한 괴사가 진행되어 절단술이 필요하였다. 오금동맥 손상 환자 중 허혈 시간이 길었던 2예와 그리고 경운기에 끼이면서 으깬 손상을 받은 1예에서는 수술 당시 구획증후군이 있어 동시에 근막절개술을 시행하였고 나머지 환자에게는 시행하지 않았다.

합병증은 상처감염이 6예로 가장 많았는데 그 중 2예는 근막절개술을 받은 환자였으며 이 2예를 포함한 4예에서 피부 이식을 시행하였다. 심부정맥혈전증은 2예에서 발생하였는데 2예 모두 대퇴정맥 손상이 있어서 1예는 인조혈관이식술, 다른 1예는 단순봉합술을 시행 받은 환자였다. 그 중 인조혈관이식술을 받은 환자는 수술 후 10일째에 혈전제거술을 받았다. 그 외 오금동맥 손상으로 인조혈관이식술을 시행한 1예에서 수술 20일 후 문합부위 협착이 있어 스텐트를 삽입하였고, 오금정맥 손상으로 패취 혈관성형술을 받은 1예에서 가성 정맥류가 있어 술 후 36일째 혈관성형술을 재시행하였다. 입원 치료기간 중 1예에서 급성신부전으로 혈중 크레아티닌이 2.8 mg/dL까지 상승되었으나 핏뇨는 보이지 않았고 투석 없이 잘 치유되었다. 대부분의 환자에서는 운동장애 없이 회복되었으나 허혈 시간이 18.6시간으로 길고, 신경손상과 함께 무릎탈골, 전.후방십자인대 손상이 있어 동시에 근막절개술을 시행 받은 1예에서 checkrein 족부 변형이 있어 외래에서 지속적인 치료와 경과 관찰을 하고 있다.

#### IV. 고 찰

과거 2차 세계대전 때에는 혈관 손상 환자가 발생했을 경우, 손상된 혈관을 결찰하였고 이에 따른 사지 절단의 빈도는 약 50%에 달하였다고 한다.(2) 그 후로 인조혈관 등의 수술 재료들의 발달과 함께 혈관재건술의 수술방법이 발전하였고, 혈관 손상에 따른 사지 절단의 비율은 10% 이하로 보고되었다.(3) 우리나라의 경우 전쟁이나 테러 등이 빈번하게 일어나는 다른 나라와 달리 총기사고는 거의 없는 편이지만 교통사고, 산업재해 등에 의한 혈관 손상은 늘어가는 추세라고 한다.

사지혈관손상은 치료시기가 늦어질 경우 생명과 사지보전에 치명적인 결과를 초래할 수 있고 특히 다발성 외상 환자에서는 혈관손상이 있는가에 대하여 의심하고 빠른 진단과 치료를 하는 것이 중요하다. Doody 등(4)은 손상경위, 사고기전을 포함하여 혈관손상을 의심하고 도플러나 맥박산소포화도측정법을 이용하여 빠른 치료 결정을 내리는 것으로 사지보전확률을 90% 이상으로 높일 수가 있다고 하였다. 또한 이학적 검사상의 hard sign(박동성 출혈, 혈종의 크기 증가,

잡음이나 진동, 말단부위허혈)이 관찰되면 제한된 경우에는 다른 검사 없이 혈관손상 의심 하에 수술을 진행하는 것도 또한 방법이라고 되어 있다.(5) 물론 혈역학적으로 안정되어 있고 모호한 임상소견이 관찰되는 환자의 경우에는 혈관조영술이 필요할 수도 있으나 컴퓨터단층혈관촬영이 혈관조영술을 대체할 만큼 효과적이라는 보고도 있다.(6) 본 연구의 경우에도 타병원에서 전원된 1예에서만 모호한 임상 소견이 있어 혈관조영술을 시행하였다.

본 연구에서 관통상에 의한 혈관손상환자가 수술까지 걸린 시간은 평균 4.4시간으로 둔상에 의한 14.3시간보다 빠른 수술이 이루어졌다. 이는 관통상의 경우 육안상 출혈이 확인되고 응급실에서 바로 혈관손상이 인지되어 빠른 치료결정이 되었기 때문인 것으로 보인다. 상대적으로 둔상환자는 동반 손상이 많아 이에 대한 검사가 진행되면서 수술이 늦어지는 경우가 많았다. 그러므로 다발성 외상 환자의 경우 수술까지의 시간을 앞당기기 위하여 타과의 긴밀한 협조와 빠른 치료결정이 필요할 것으로 생각된다.

손상직후 환자를 진료한 병원에서 혈관손상을 놓치거나 혈관 수술이 가능한 병원으로의 이송이 늦어지는 경우를 포함하여 혈관손상 후 재건까지 걸린 시간이 길어질수록 사지절단이나 합병증의 발생비율을 높이는 것으로 알려져 있다.(7) 혈관손상 후 완벽한 혈관재건술까지 시간이 지체되었거나 다른 수술이 우선시 되는 복합손상 환자에서는, 말단부위의 재관류를 위하여 임시적인 셉트(shunt)를 이용하여 허혈시간을 줄이는 노력이 필요하다.(8,9)

사지 혈관재건술에는 자가 정맥을 이용하는 것이 가장 좋은 방법으로 알려져 있다.(3) 하지만 동반손상, 주변조직손상, 혈관손상 상태 등의 이유로 자가 정맥을 이용하기 어려운 경우에는 인조혈관(PTFE)을 이용한다.(10,11) 과거에는 인조혈관으로 혈관재건술을 시행하였을 경우에는 좋은 개통율을 보이지 않는다고 알려져 있었다.(12) 그러나 인조혈관 내에 자체혈전 방지기능을 가지고 있고 혈관내피 증식에 자극을 적게 주는 합성 인조혈관(the indexed heparin-bonded ePTFE)이 개발되면서 자가 정맥을 사용하지 못하는 경우에는, 당뇨 환자이거나 무릎 이하 동맥이라 하더라도 비교적 나쁘지 않은 개통율과 결과를 보이는 보고도 있다.(13,14)

본 연구에서 인조혈관이식술을 시행한 4예는 주변조직손상으로 인해 자가 정맥을 사용할 수 없었던 환자였다. 이 환자 중 오금동맥이식술을 시행했던 1예에서는 수술 후 문합부에 스텐트 삽입을, 대퇴정맥 인조혈관이식술을 시행한 1예에서는 수술 후 혈전제거술을 추가로 시행하였다.

사지혈관손상 환자에서 구획증후군이 동반되면 사지절단의 위험이 증가한다. 이때 근막절개술은 사지절단을 줄이는 매우 유용한 치료법이다. 오금동맥 손상이 동반되어 있는 경우 근막절개술의 시행빈도는 30~71%까지 보고되어 있다.(15,16) 근막절개술은 사지재건과 기능 유지를 위하여 치

료적 목적보다는 예방적 목적으로 시행하는 것이 낫다고 알려져 있으며 구획증후군을 예방하기 위해서 혈관재건술 전 또는 동시에 하는 것을 권장한다.(3,17) 본 연구에서도 3예에서 구획증후군이 의심되어 혈관재건술과 동시에 근막절개술을 시행하였으며 3예 모두 사지재건에 성공하였다.

동맥재건술을 시행 받은 환자에서 가장 흔한 합병증은 상처 감염이다. 상처 감염은 이차적 출혈 또는 치료혈관 혈전증 등의 다른 합병증을 초래하기도 한다.(18) 본 연구에서도 12예 중 6예에서 상처 감염이 발생하였다. 이 중 4예에서는 피부이식이 필요하였다. 혈관, 뼈, 신경, 근육을 포함한 광범위한 연부조직 소실이 있는 경우에는 허혈시간을 단축하고 상처관리에 중점을 두어야 할 것으로 생각된다.

손상된 정맥의 치료 방법에 대해서는 논란의 여지가 있지만 속달된 혈관외과의사가 재건을 하였을 경우에는 동맥재건술의 결과를 개선 시키고 장기간의 합병증을 최소화 한다는 보고가 있다.(19) 또한 정맥 손상에 대하여 다른 정맥 이식편으로 대체하여 수술을 진행하였을 때 수술 후 혈전증의 빈도가 특히 높은 것으로 보고가 되었다.(20) 본 연구에서도 패취 혈관성형술을 시행 받은 오금정맥 환자에서 가성 정맥류가 있어 재수술이 필요하였으며 대퇴정맥에 관통상을 입은 환자 4명 중 PTFE를 이용한 혈관이식술 환자 2예에서 정맥혈전증이 발생하였다. 정맥 손상 환자에서는 수술과 수술 전, 후의 혈전증 방지를 위한 노력이 더 필요할 것으로 생각된다.

하지 외상에 있어 외상의 정도를 나타내는 척도로 많이 사용되는 수치 체계 중에는 MESS가 있다. 고령, 쇼크 또는 맥박이 없는 하지허혈을 동반하거나 손상 후 수술까지 6시간이 경과하는 등 MESS>7일 경우에는 혈관재건술 전에 일차적인 절단술을 하는 것이 나올 수 있다는 보고도 있다.(21,22) 그러나 광범위한 조직이 손실되었거나 혈관 재건술을 시행하는 것이 생명을 위협하는 경우가 아니면 적극적으로 사지재건을 고려해야 한다는 보고도 있다.(23) 본 연구에서도 MESS>7인 3예 중 1예에서만 사지절단술을 시행하였고 2예에서는 사지재건을 할 수가 있었다.

## V. 결 론

외상에 의한 혈관손상의 치료 목표는 환자의 생명을 살리고 합병증을 최소화하면서 사지 재건을 하여 사고 이전과 같은 생활을 할 수 있게 하는 것이다. 혈관손상이 조금이라도 의심되는 허혈 증상이 있거나 hard sign을 동반하는 경우에는 진단과 치료를 포함하여 허혈시간을 줄이는 노력이 절대적으로 필요할 것이다. 특히 동반손상이 있는 경우에도 다학제적 접근과 타과의 긴밀한 협조를 통하여 빠른 수술치료를 위해 노력한다면 좀 더 나은 결과를 가져올 것이라고 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Kim HY, Park JH, Kim MY, Hwang SW. Management of vascular injuries to the extremities after trauma. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 42: 46-52.
- 2) De BM, Simeone FA. Battle injuries of the arteries in World War II; an analysis of 2,471 cases. *Ann Surg* 1946; 123: 534-79.
- 3) Siddique MK, Bhatti AM. A two-year experience of treating vascular trauma in the extremities in a military hospital. *J Pak Med Assoc* 2013; 63: 327-30.
- 4) Doody O, Given MF, Lyon SM. Extremities--indications and techniques for treatment of extremity vascular injuries. *Injury* 2008; 39: 1295-1303.
- 5) Frykberg ER, Dennis JW, Bishop K, Laneve L, Alexander RH. The reliability of physical examination in the evaluation of penetrating extremity trauma for vascular injury: results at one year. *J Trauma* 1991; 31: 502-11.
- 6) Peng PD, Spain DA, Tataria M, Hellinger JC, Rubin GD, Brundage SI. CT angiography effectively evaluates extremity vascular trauma. *Am Surg* 2008; 74: 103-7.
- 7) Sfeir RE, Khoury GS, Haddad FF, Fakh RR, Khalifeh MJ. Injury to the popliteal vessels: the Lebanese war experience. *World J Surg* 1992; 16: 1156-9.
- 8) Gifford SM, Aidinian G, Clouse WD, Fox CJ, Porras CA, Jones WT, et al. Effect of temporary shunting on extremity vascular injury: an outcome analysis from the Global War on Terror vascular injury initiative. *J Vasc Surg* 2009; 50: 549-55.
- 9) Hossny A. Blunt popliteal artery injury with complete lower limb ischemia: is routine use of temporary intraluminal arterial shunt justified? *J Vasc Surg* 2004; 40: 61-6.
- 10) Majid HJ, Waris M, Afzal MF, Islam HR, Khan SA, Chaudhry ZA, et al. Extremity vascular trauma- Continuing challenge. *Annals of King. Edward Medical College* 2001; 7: 106-9.
- 11) McCready RA, Logan NM, Daugherty ME, Mattingly SS, Crocker C, Hyde GL. Long-term results with autogenous tissue repair of traumatic extremity vascular injuries. *Ann Surg* 1987; 206: 804-8.
- 12) Shah DM, Leather RP, Corson JD, Karmody AM. Polytetrafluoroethylene grafts in the rapid reconstruction of acute contaminated peripheral vascular injuries. *Am J Surg* 1984; 148: 229-33.
- 13) Dorigo W, Di Carlo F, Troisi N, Pratesi G, Innocenti AA, Pulli R, et al. Lower limb revascularization with a new bioactive prosthetic graft: early and late results. *Ann Vasc Surg* 2008; 22: 79-87.
- 14) Dorigo W, Pulli R, Castelli P, Dorrucchi V, Ferilli F, De Blasis G, et al. A multicenter comparison between autologous saphenous vein and heparin-bonded expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) graft in the treatment of critical limb ischemia in diabetics. *J Vasc Surg* 2011; 54: 1332-8.
- 15) Bongard FS, White GH, Klein SR. Management strategy of complex extremity injuries. *Am J Surg* 1989; 158: 151-5.
- 16) Farber A, Tan TW, Hamburg NM, Kalish JA, Joglekar F,

- Onigman T, et al. Early fasciotomy in patients with extremity vascular injury is associated with decreased risk of adverse limb outcomes: a review of the National Trauma Data Bank. *Injury* 2012; 43: 1486-91.
- 17) Fox N, Rajani RR, Bokhari F, Chiu WC, Kerwin A, Seamon MJ, et al. Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 73: 315-20.
  - 18) Ratnayake A, Samarasinghe B, Bala M. Outcomes of popliteal vascular injuries at Sri Lankan war-front military hospital: case series of 44 cases. *Injury* 2014; 45: 879-84.
  - 19) Carrillo EH, Spain DA, Miller FB, Richardson JD. Femoral vessel injuries. *Surg Clin North Am* 2002; 82: 49-65.
  - 20) Nypaver TJ, Schuler JJ, McDonnell P, Ellenby MI, Montalvo J, Baraniewski H, et al. Long-term results of venous reconstruction after vascular trauma in civilian practice. *J Vasc Surg* 1992; 16: 762-8.
  - 21) Lin CH, Wei FC, Levin LS, Su JI, Yeh WL. The functional outcome of lower-extremity fractures with vascular injury. *J Trauma* 1997; 43: 480-5.
  - 22) Winkelaar GB, Taylor DC. Vascular trauma associated with fractures and dislocations. *Semin Vasc Surg* 1998; 11: 261-73.
  - 23) Verdant A, Gaffero P. The traumatized ischemic lower limb: a search for the optimal treatment. *Can J Surg* 1995; 38: 215-7.