대한골절학회지 제12권, 제4호, 1999년 11월
The Journal of the Korean Society of Fractures
Vol.12, No.4, November, 1999

슬관절 주위 골절 혹은 탈구를 동반한 동맥손상의 치료

오창욱 · 인주철 · 박병철 · 박일형 · 김신윤 · 김희수

경북대학교 의과대학 정형외과학 교실

= Abstract =

Arterial Injuries associated with Fractures or Dislocations around the Knee

Chang-Wug Oh, Joo-Chul Ihn, Byung-Chul Park, Il-Hyung Park, Shin-Yoon Kim and Hee-Soo Kim

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyungpook National University Hospital, Taegu, Korea

The purpose of this article is to delineate factors important in successful management and subsequent extremity function of the patient with arterial injury associated with fractures or dislocations around the knee.

We reviewed 25 cases of arterial injury associated with fractures or dislocations around the knee which were treated at our hospital between 1994 and 1998.

As long term results, the salvage rate of the lower limb was related to the extent of the soft tissue damage and the severity of infection, but there was no statistical difference according to the method of vascular surgery(p=0.645). Compared with the salvage rate of the lower limb according to the length of time from injury to vascular reanastomosis, there was no statistical difference between two groups of the patients who were operated within 12 hours and were operated during the time between 12 hours and 24 hours(p=0.084). In view of whether open or closed fractures were combined, 11 cases(58%) among 19 cases of open fractures and 5

※통신저자: Chang-Wug Oh, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University Hospital
50 Samdok-2Ga, Chung-Gu, 700-721, Taegu, Korea
Tel : (053) 420-5630
Fax : (053) 422-6605
E-mail : cwoh@kyungpook.ac.kr

cases(83%) among 6 cases of closed fractures were able to salvage the lower limb, so it could contributes to the salvage rate of the limb. Finally 16 cases(64%) among total 25 cases were able to salvage the lower limb, and its functional outcome was like followings : excellent results were found in 6 cases, fair results in 8 cases, poor results in 2 cases, and amputation in 9 cases(36%). In case of amputation, 3 cases were primarily amputated and 6 cases were amputated secondary to vascular surgery.

As long term results, whether open or closed fractures were combined, the severity of the infection and the extent of the soft tissue necrosis were the factors influencing on the salvage rate of the lower limb. Other factors, such as the difference of ischemic time within 24 hours interval, the site and the method of management of the fractures and the vascular injuries and whether fasciotomy was performed or not were not important factors influencing on the salvage rate of the lower limb.

Key Words : Arterial injury, Lower limb salvage

서 론

슬관절주위의골절을동반한 하지동맥의손상은 비교적드물지만, 임상적으로 간과하기 쉬워동맥손상을일찍발견하지못하거나치료의지연으로하지를잃게되는 경우가많다. 특히상지와는달리 하지의경우허혈성 통증이나피부색의변화가뚜렷하지않으므로, 유의하지않으면지나치기쉽다. 하지골절을동반한 혈관손상에따르는절단빈도는20-50% 정도로 보고되고 있는데[7,15,18], 사지의 구제 여부뿐 만 아니라, 장기추시결과에서기능적인장애와이차적 절단술등이치료의성공또는실패를구분하는표식자가 된다. 이에 저자들은 외상으로 인하여 슬관절주위골절을동반한동맥손상환자들을치료하고, 추시 관찰한 후 치료의 결과에 미치는 요인을 조사하고, 그결과를 통계적처리를통하여분석하고, 그상관관계를문헌고찰과함께보고하고자한다.

연구대상 및 방법

연구대상은 1994년 4월부터 1998년 4월까지 본원에서 치료받은 슬 관절 주위 골절을 포함한 동맥 손상환자 25례로, 추시 기간은 최소 1년 최장 4년이었다. 이중 1차적 절단술을 시행한 환자는 3례이었고, 21례에서는혈관수술및골절치료를같이하였고, 나머지 1례에서는 경골 비골 동맥 삼분지(arterial trifurcation) 이후의혈관손상으로 골절치료만을실시하였다.

연령 분포는 17세-70세(평균 38세)이고, 그 중 20대의 활동성 연령 군이 10례로 가장 많았으며, 남자 환자가 23례로대부분을차지하였다. 혈관손상부위별로는 원위 대퇴동맥(distal femoral artery)손상이 10례, 슬괵 동맥(popliteal artery) 손상이 12례, 경골 비골 동맥 삼분지(arterial trifurcation) 부위손상이 3례이었다. 외상의 종류로는 오토바이에 의한 교통사고 7례, 승용차, 트럭에의한교통사고 4례, 보행자사고 4례, 경운기 사고 3례, 기타 포크레인, 지게차, 열차 등에 의한 사고가 7례였다. 동반된 골절양상은 대퇴골 원위부골절이 5례, 경골 근위부골절이 8례, 원위대퇴골 및 경골근위부의 동시골절이 3례, 슬관절 탈구가 3례, 기타대퇴골또는경골간부골절이 6례이었으며, 이 중 개방성 골절이 19례로 많은 비율(76%)을 차지하였다(Table 1).

수상 시점에서 혈관 재개통까지의 허혈 시간(ischemic time)은 5시간에서 19시간(평균 11시간)이었고, 혈관손상의발견시기가늦은 2례에서는 4일과 5일째혈관수술을시행하였다.

사지구제에영향을미친다고생각되는요인, 즉 외상및골절의개방성유무 , 동반된연부조직손상, 환자의 나이와 성별, 수상 후 혈관 재개통까지의 시간,

Table 1. Type of fractures associated with arterial injuries.

Associated fractures	Open	Closed	Total
Supracondylar or condylar fracture of the femur	2	3	5
Proximal tibiofibular Fx. or tibial condylar Fx.	6	2	8
Distal femoral and proximal tibiofibular fracture	3	0	3
Knee dislocation	2	1	3
Femoral or tibial mid shaft Fx.	6	0	6
Total	19	6	25

Table 2. Survival and its functional results according to the method of vascular surgery.

Method	Survival			Amputation	Total
	excellent	fair	poor		
Direct anastomosis	1	3	0	1	5
PTFE* interposition	1	2	0	0	3
Saphenous v. graft	4	2	2	5	13
Conservative	0	1	0	0	1
Total	16	6	2	2	

* PTFE : polytetrafluoroethylene

동반된 골절의 위치 및 치료방법, 근막 절개술 시행 유무, 혈관문합수술방법, 합병증, 장기추시결과등을의무기록과함께분석하였고, 또한이들이사지구제가가능했던군에서의하지기능에미친 영향에대하여 조사하였다. 모든 통계는 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여, Fisher's exact test로 분석하였다.

결 과

1)사지구제에관련되는인자의영향

첫째로혈관수술을시행한 22례중손상된동맥을 절제한 후 단단문합(end-to-end anastomosis)을 시행한 경우가 5례, 인조혈관(PTFE : polytetrafluoroethylene)을 이용한 재개통이 3례, 자가복제정맥을이용한정맥이식(saphenous vein graft)이 13례, 보존적 치료한것이 1례이었다. 보존적 치료를한 경우는수술전동맥조영술상 전경골동맥의폐색이있었으나수술소견상 동맥의연속성및혈류가 보존되어있어동반된골절에 대해서만외고정장치를이용하여고정하고근막절개를 시행하였다. 22례 모두에서 혈관 수술 직후 원위부 혈류의 회복이 만족할 만한 정도이었으나, 6례에서는이차적절단술을시행하였다. 이차적절단의 원인으로는 감염, 연부조직 괴사, 혈관 재개통 후의이차적인혈관 폐색 등이었다. 최초혈관 수술 방법중에서자가정맥을이식한경우가 38%(5/13)의 이차적절단율을보여사지구제율이낮았으나, 이중 2례는수술시기가 4일 이상 지연된 경우로 조직의 허혈성괴사가진행되어혈관재개통의 효과가의문시되는경우이었다. 따라서혈관수술방법에따른하지구제율의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(P=0.645)(Table 2).

둘째, 수상 후 혈관 재개통까지의 시간에 따른 결과에서, 12시간 이내에 혈관 수술을 한 10례 중 8례(80%), 12시간에서 24시간사이에수술한경우는 10례 중 8례(80%)에서사지구제가 가능하였고, 수상후 4일과 5일째발견되어 혈관수술을시행한 2례에서는 이차적 절단술을 시행하였다. 대부분이 24시간이내에 혈관수술이 가능하였으며, 12시간이내에 수술한 군과 12시간에서 24시간이내에수술한군 사이의사지 구제율의 차이는 통계적 의의가 없었다 (P=0.084)(Table 3).

셋째, 동맥 손상 부위에 따른 혈관 수술 후의 결과

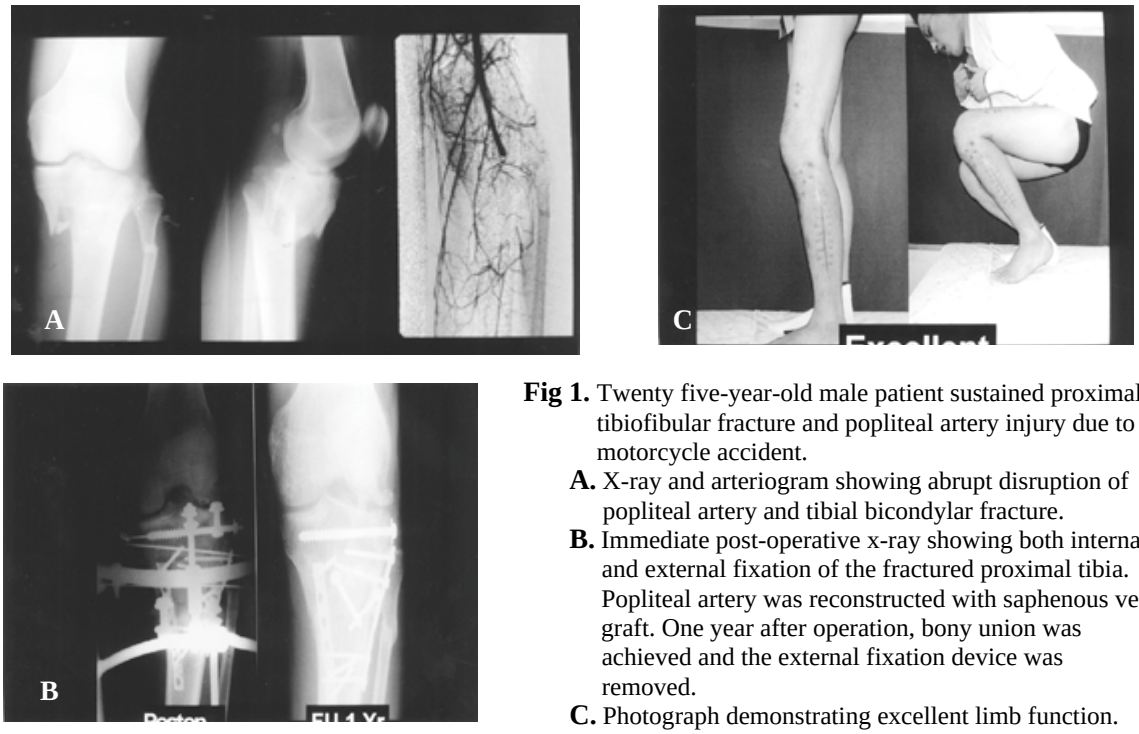


Fig 1. Twenty five-year-old male patient sustained proximal tibiofibular fracture and popliteal artery injury due to motorcycle accident.
A. X-ray and arteriogram showing abrupt disruption of popliteal artery and tibial bicondylar fracture.
B. Immediate post-operative x-ray showing both internal and external fixation of the fractured proximal tibia. Popliteal artery was reconstructed with saphenous vein graft. One year after operation, bony union was achieved and the external fixation device was removed.
C. Photograph demonstrating excellent limb function.

Table 3. Survival and its functional results according to the ischemic time.

Ischemic time	Survival			Amputation	Total
	excellent	fair	poor		
< 12 hrs	2	5	1	2	10
12 - 24 hrs	4	3	1	2	10
> 24 hrs	0	0	0	2	2
Total1		16		6	22

Table 4. Survival and its functional results according to the ischemic time.

Level of arterial injury	Survival			Amputation	Total
	excellent	fair	poor		
Superficial femoral a.	3	4	0	2	9
Popliteal a.	3	1	2	4	10
Arterial trifurcation	0	3	0	0	3
Total		16		6	22

로는대퇴동맥 손상 9례중 7례(78%), 슬괵동맥손상 10례 중 6례(60%), 경비골 동맥 삼분지 부위에서는 3례 모두(100%)에서 하지구제가 가능하였다. 슬괵동맥 손상 중에서 4일 이후에 발견되어 수술 한 2례를 제외하면동맥손상부위에따른하지구제율의차이는없었다(P=0.539)(Table 4).

넷째, 동반된 골절의 개방성 유무는 개방성 골절 19례중 11례(58%), 폐쇄성골절 6례중 5례(83%)에서 사지구제가가능하여동반된골절의 개방성유무가 하지구제에 미치는 영향은 통계적으로 유의한 차이

를보이지는않으나, 여러인자중가장큰영향을미치는것으로보인다(P=0.520)(Table 5).

그밖에환자의 성별, 나이, 골절의위치및골절의치료방법, 근막절개술(fasciotomy) 여부등과하지구제율 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

2) 장기추시결과의기능적인평가

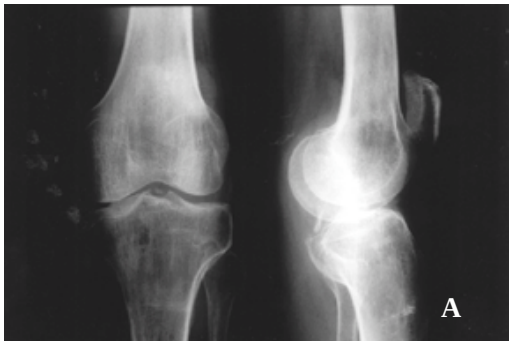
사지 구제가 가능하였던 환자의 기능 평가는 Weaver 등18)의분류에따라우수, 보통, 불량으로구분하였으며, 우수는정상적인하지기능을회복한경우이고, 어느정도의영구적인기능장애를가지면서체중 부하가 가능한 하지의 경우는 보통, 생존은 가능하였으나 체중부하가 불가능한 하지는 불량으로 하였다. 우수가 6례, 보통이 8례, 불량이 2례로 사지구제된환자중 38%만이만족할만한결과를얻었다, 절단을 실시한 환자는 9례(36%)이었으며, 절단의 경우일차적절단술이 3례이었고, 혈관수술후이차절단술이6례이었다.

고 찰

슬관절주위골절혹은탈구손상후에발생하는하지절단의 주된 원인은 동반된 동맥손상을 발견하지 못하고간과하는것이다. 그러므로최초진찰시강한

Table 5. Survival and its functional results according to the fracture pattern.

Level of arterial injury	Survival			Amputation		Total
	excellent	fair	poor	1。	2。	
Open	3	6	2	3	5	19
Closed	3	2	0	0	1	6
Total		16		9		25



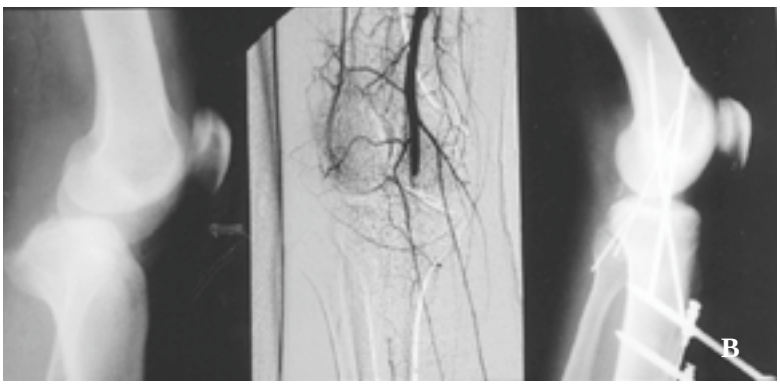


Fig 2. Twenty three-year-old male patient sustained popliteal artery thrombosis due to dislocation of the knee.

A. X-ray and arteriogram showing knee dislocation and abrupt disruption of popliteal artery. After reduction of the knee joint, crossed Steinmann pin fixation was performed with the patient's knee flexed. Popliteal artery was reconstructed with saphenous vein graft.

B. One year after operation, the motion of the knee joint ranged from 0 to 100 degree but the patient was unable to dorsiflex his ankle joint due to combined peroneal nerve injury. The functional result was fair.

의심을 가지고 검사를 시행하여 동맥손상을 조기에 발견하는것이하지구제에제일 중요한인자라고할 수있겠다[5,17]. 동맥조영술, 초음파, 이학적검사등이 동맥손상의 진단과수술후평가에일반적으로사용되어졌다. 슬관절탈구환자에서원위부동맥박동이 촉지되는것으로동맥손상이없다고볼수없으므로 동맥조영술혹은초음파 등의검사를통하여 슬괵동맥의손상여부를확인하여야한다.

슬관절주위의심한외상과함께동반되는동맥손상은 그 동안 국내에서도 많은 연구와 임상 증례가 보고되었다[9,11,14]. 혈관손상에대한외과적인치료는 전시에 많이 발전하였는데, DeBakey와 Simeon4)은 2차세계대전중에 발생한슬괵동맥손상환자에서결찰술을 시행하여 72.5%에서 절단을 시행하였고, Hughes8)는 한국전쟁 중 슬괵동맥의 복원술을 시행한 후 32.4%의 절단율을 보고하였다. 또한 1969년 Rich 등[16]은 베트남전쟁 중의 슬괵동맥 손상 환자에서 동맥 재건 후 32%의 절단율을 보고하였다. 한편, 1980년 Lim 등[12]은 6년동안 31례의슬괵동맥 손상환자중 단 1례의 하지 절단 없이 치료하였다고 보고하였으며, 1987년 Krige와 Spence[10]는 10.7%의절단율을 보고하였다.

혈관 손상의예후와관련되는요인들중허혈시간(ischemic time)이 중요하다고 보고하고 있으며[2], Miller와 Welch13)는 동물실험을 통하여 혈류 회복시간이 6시간 이내의 경우 90%의 사지 보존율을 보고하였고, Connolly 등[3]은 8시간 이내에 손상혈관을 재건하여야사지의회생을줄일수있다고보고하였다. 그러나 1981년 Alberty 등[1]은 혈류차단 시간과 절단율과는 밀접한 관계는 없으며, 수상의 심한 정도 및 측부순환의유지정도가절단율에상당한영향을미친다고하였다. 하지만원위부의근괴사를방지하기 위해혈류차단 시간은최소한으로줄이도록 권하였다. 저자들의 경우는 20례에서 24시간 이내에 동맥재건술을시행하였고, 허혈시간보다는연부조직손상및골절의개방성여부가하지구제에영향을미치는것으로분석되었다.

혈관 수술방법으로는 단단문합, 정맥이식, 인조혈관 이식 등의 방법이 있는데, 이 중에서 단단문합의 경우 가장 간단하면서 시간을 단축할 수 있고, 예후도좋은방법이나, 대부분 혈관 손상의 경우혈관 내막손상이동반되므로손상된 양측혈관단을제거한 후에 봉합부 긴장으로 인하여 단단문합이 불가능한 경우 복제정맥이식, 인조혈관이식으로혈관을재건할 수 있다[15,19]. 저자들의 경우, 복제 정맥이식술을 시행한13례중 8례, 단단문합술을시행한5례중 4례, 그리고인조혈관이식을시행한 3례중 3례에서사지구제가 가능하였으나, 절단 한 경우는 그 원인이 감염, 연부조직 괴사 등에 의한 이차적인 혈관폐색 등이었고혈관수술방법에따른사지구제율의차이는 통계적유의하지않았다(p=0.645).

1981년 Alberty 등[1]과 Grimley 등[6]은동반된슬부의 탈구 및 골절 등의 외상을 안정화하기 위한 고정을 먼저시행하여야하므로, 골절부위에낮은감염율과 측부 순환을 유지시켜, 연부조직 부종을 적게 하는 외고정술을권하였다. 저자들의경우슬관절탈구가 동반된 경우 발견 즉시 정복하고, 혈관 재건 수술전에 Steinmann pin을이용하여슬관절을굴곡위에서고정하였고, 슬관절 주위골절인 경우, 골절의 개방성 유무와연부조직부종및구획증후군발생여부에따라내고정, 외고정, 혹은내, 외고정술을동시에시행하였고, 장기 추시결과 동반된 골절의 치료 방법에 따른사지구제율의변화는통계적으로 유의한차이가없었다(p=0.204).

결 론

저자들은25례의슬관절주위골절, 탈구를동반한 동맥손상환자를치료하여 16례(64%)의하지를구제하였으며, 골절의 개방성 유무, 감염, 연부조직 괴사의정도가하지구제에영향을 미치는인자로작용하였으며, 그밖에 24시간이내범위에서의 허혈시간의 차이, 골절및혈관손상의위치및치료방법 , 근막절개술 시행 유무 등은 그 결과에 중요한 영향인자로 작용하지않는것으로분석되었다.

REFERENCES

1) **Alberty RE, et al.** : Popliteal artery injury with fracture dislocation of the knee. *Am J Surg*, 142(1) :

36-40, 1981.

2) **Champman JA** : Popliteal artery damage in closed injuries of the knee. *J Bone Joint Surg*, 67B : 420-423, 1985.

3) **Connolly JF, et al.** : Femoral and tibial fractures combined with injuries to the femoral or popliteal artery. A review of literature and the analysis of fourteen cases. *J Bone Joint Surg*, 53 : 56-68, 1971.

4) **DeBakey ME and Simeone FA** : Battle injuries of the arteries in World War II : an analysis of 2,471 cases. *Ann Surg*, 123 : 534-579, 1946.

5) **Gable DR, Allen JW, Richardson JD** : Blunt popliteal artery injury: is physical examination alone enough for evaluation? *J Trauma*, 43(3) : 541-544, 1997.

6) **Grimley RP, et al.** : Popliteal artery injuries associated with civilian knee trauma. *Injury*, 13(1) : 1-6, 1981.

7) **Harrell DJ, Spain DA, Bergamini TM, Miller FB, Richardson JD** : Blunt popliteal artery trauma: a challenging injury. *Am Surg*, 63(3) : 228-231; discussion 231-232, 1997.

8) **Hughes CW** : Arterial repair during the Korean wars. *Ann Surg*, 147 : 555-561, 1958.

9) **Kim SS, Kim JO, Park BJ and Lee MJ** : A clinical study of popliteal artery injury. *J Korean Orthop Assoc*, 23 : 508-514, 1988.

10) **Krige JEJ and Spence RAJ** : Popliteal artery trauma : A high risk injury. *Br J Surg*, 74 : 90-94, 1987.

11) **Lee KS, Byun YS, Lee SH and Ha KH** : Reconstruction for rupture of popliteal artery. *J Korean Soc Fractures*, 10 : 16-24, 1997.

12) **Lim LT, Michuda MS, Flanigan DP and Pankovich A** : Popliteal artery trauma : 31 consecutive cases without amputation. *Arch Surg*, 115 : 1307-1313, 1980.

13) **Miller HH and Welch CS** : Quantitative studies on the time factors in arterial injuries. *Ann Surg*, 130 : 428-438, 1949.

14) **Moon MS, Kim I and Ahn ST** : Vascular injury of lower extremity. *J Korean Orthop Assoc*, 8 : 169-174, 1973.

15) **O'Donnell TF, Brewster DC, Darling RC, Veen H and Waltman AA** : Arterial injuries associated with fractures and dislocations of the knee. *J Trauma*, 17(10) : 775-784, 1977.

16) **Rich NM, Bauger JM and Hugh CW** : Popliteal artery injury in Vietnam. *Am J Surg*, 118 : 531-534, 1969.

17) **Wascher DC, Dvirnak PC, DeCoster TA** : Knee dislocation: initial assessment and implications for treatment. *J Orthop Trauma*, 11(7) : 525-529, 1997.

18) **Weaver FA, Rosenthal RE, Waterhouse G and Adkins RB** : Combined skeletal and vascular injuries of the lower extremities. *Am Surg*, 50(4) : 189-197, 1984.

19) **Wolma F, Larrieu A and Alsop G** : Arterial injuries of the legs associated with fractures and dislocations. *Am J Surg*, 140 : 806-809, 1980.