

## 슬관절주위 외상에 의한 슬와동맥 손상의 재혈관화

포천중문 의과대학교 분당차병원 정형외과학교실, 구미차병원 정형외과학교실\*

한수홍 · 신동은 · 단진명\* · 김 철

— Abstract —

### Revascularization of Popliteal Artery Injury in Trauma Around Knee Joint

**Soo-Hong Han, Dong-Eun Shin, Jin-Myung Dan\*, Chul Kim**

*Department of Orthopaedic Surgery, Bundang CHA Hospital, College of Medicine,  
Pochon CHA University, Seongnam, Korea  
Department of Orthopaedic Surgery, Kumi CHA Hospital, Kumi, Korea\**

Popliteal artery injury in blunt trauma of knee joint is not common but poses high rate of amputation due to anatomical characteristics or delayed diagnosis and treatment. The aim of the present study is to review the authors' experiences with this condition and identify factors contributing to disability. We reviewed 7 cases of popliteal artery injury in trauma around knee. Injury mechanism, type of vessel damage, associated injuries, mangled extremity severity scores (MESS), ischemic time and additional treatments were analyzed. Tibial fracture, distal femoral fracture and serious soft tissue defect were combined. Mean MESS was 9.9 point and mean time of revascularization was 7.1 hours. Transfemoral amputation was performed in 2 cases due to vascular insufficiency and devastating infection, and 4 patients were able to walk without any support at the last follow up. Age, the severity of soft tissue injury, ischemic time and MESS are thought to be related to prognosis, and young patients with short ischemic time show best results, but authors experienced one exceptional case. We have to consider multiple factors related to the prognosis in popliteal artery injury with fractures around knee, and careful decision is needed regarding to early amputation.

**Key Words:** Popliteal artery injury, Revascularization

※통신저자: 한 수 홍

경기도 성남시 분당구 야탑동 351

중문의대 분당차병원 정형외과

Tel: 031-780-5289, Fax: 031-708-3578, E-mail: hsoohong@hanmail.net

\* 본 논문의 요지는 2007년도 제 26차 대한 미세수술학회 학술대회에서 발표되었음.

## I. 서 론

슬관절 주위는 외상에 쉽게 노출되는 부위로, 높은 외상의 빈도를 보이나 슬와동맥의 손상은 그에 비해 비교적 드문 것으로 보고 되고 있다.<sup>6</sup> 슬관절 후연으로 주행하는 슬와동맥은 가동성이 적어 슬관절 주위의 골절이나 탈구와 동반하여 손상 받는 경우가 많고, 대부분은 교통사고와 같은 강한 외상과 관련하여 발생한다. 이러한 슬와동맥의 손상은 모든 동맥 손상의 5~19%를 차지하며,<sup>10</sup> 해부학적 특성상 측부 순환이 거의 없이, 슬부 이하의 혈액 공급을 담당하는 주 혈관으로, 손상시 하지의 혈액순환에 심각한 장애를 초래한다. 그리고 경우에 따라, 손상 초기의 이학적 검사 상 말초 감각 및 운동 능력의 저하가 두드러지지 않으며, 방사선 소견 상, 골절의 전위 및 분쇄 정도가 심하지 않은 상태에서도 동맥 손상이 가능하여, 해부학적 특징뿐만 아니라 진단상의 지연 때문에도 슬와동맥 손상은 다른 어떤 사지 동맥의 손상보다 예후가 좋지 못하다. 수상 후 절단률에 대한 보고는 다양하여 50% 이상의 높은 절단률을 보고하기도 하였다.<sup>7</sup> 이에 저자들은, 슬관절 주위의 외상에 의한 슬와동맥 손상에 있어서 혈관 문합을 통한 재혈관화를 시행한 예들을 분석하여, 그 진단, 치료 및 결과와 관련된 여러 인자들을 분석하

여 보고하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

1998년부터 2007년 2월 까지 본원 응급실을 통해 내원한, 총 7례의 슬와동맥 손상 환자를 대상으로 하였으며, 남자 4명, 여자 3명으로 평균 연령은 43.3세였고, 평균 추시 기간은 4년 6개월이었다. 전례에서 교통사고에 의한 손상이 원인이었으며, 보행자 사고가 3례, 운전자 사고가 3례, 오토바이 사고가 1례였다. 혈관의 손상에 따른 치료는 단단 문합이 가능한 경우, 단단 문합술을 최우선시 하였으며, 혈전에 의한 동맥 폐쇄의 경우 혈전 제거술을 시행하였다. 이외에, 손상범위가 커서 동맥의 결손이 심한 경우, 정맥 이식 또는 동맥 이전술을 시행하였다. 슬관절 주위의 골절이 동반된 경우에, 슬관절의 안정성 및 동맥의 주행 자체에 영향을 줄 수 있는 골절이라면 골절에 대한 일시적인 고정술을 시행하고 이후 동맥 손상에 대한 치료를 시행하였으며, 어느정도 안정성이 유지된 골절이라면 동맥 손상에 대한 치료를 먼저 시행하였다. 연구는 후향적으로 진행되었으며, 수상 당시의 진단 방법, 슬와동맥의 손상 양상과 동반 손상, MESS (Mangled Extremity Severity Score)(Table 1)<sup>5</sup>를 조사하였고, 수상후

**Table 1.** Mangled extremity severity score (MESS)

Skeletal/soft-tissue injury	
Low energy (stab; simple fracture)	1
Medium energy (open or multiple fractures, dislocation)	2
High energy (high speed motovehicle accident or rifle gun shot wound)	3
Very high energy (high speed trauma+gross contamination)	4
Limb ischemia	
Pulse reduced or absent but perfusion normal	1*
Pulseless; paresthesias, diminished capillary refill	2
Cool, paralyzed, insensate, numb	3*
Shock	
Systolic BP always >90 mm Hg	0
Hypotensive transiently	1
Persistent hypotension	2
Age (years)	
< 30	0
30~50	1
> 50	2

\* Score doubled for ischemia > 6 hours

혈류 차단 시간, 혈관 손상 및 동반 손상에 대한 치료 방법, 결과 등을 분석하였다.

### Ⅲ. 결 과

전례에서 이학적 검사 및 도플러 소견상 슬와부 이하의 맥박이 촉진되지 않았고, 손상된 원위부위에 심한 통증, 피부의 냉감 및 피부 창백이 나타났다. 총 7례의 환자 중 5례에서는 응급으로 혈관 조영술을 시행하여 슬와동맥 손상부위를 확인 하였으며, 이 중 2례는 전산화 단층 촬영을 이용한 다각도 혈관 조영술(Multidirectional CT angiogram)을 통하여 보다 빠른 손상부 확인이 가능하였다. 동반된 골손상으로는, 경비골 골절이 4례, 대퇴골 골절이 3례가 있었고, 그 외 다른 주요 손상으로 광범위 연부조직 손상이 4례, 경골 신경의 견인 손상이 6례, 슬와정맥 손상이 4례였다. MESS는 평균 9.5점(6~13)이었으며, 허혈 시간은 평균 7.1시간(5~12)이었고, 동반된 슬관절 주위 골절에 대하여 내고정을 시행한 경우가 3례, 외고정을 시행한 경우가 4례였다. 손상된 혈관의 치료를 위하여 전례에서 후방도달법을 통하여 손상 부위로의 접근을 시도하였다. 총 7례 중 혈관의 완전 파열이 발견된 4례에

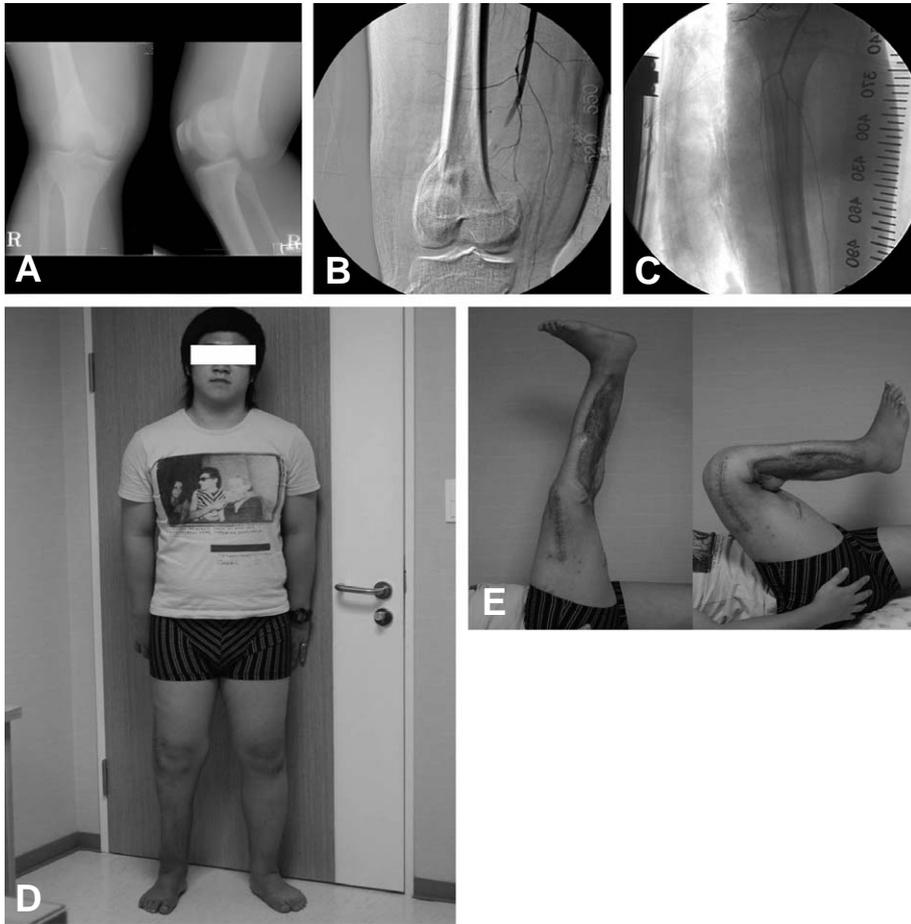
서 단단문합술을 시행하였고, 견인 및 견열에 의한 손상이 발견된 1례에서는 정맥 이식술을 시행하였으며, 동맥 결손이 매우 심했던 1례에서는, 전 경골 동맥을 슬와동맥과 연결하는 동맥 이식술을 시행하였다. 그리고 슬와동맥 내 혈전으로 동맥이 폐쇄된 1례에서는 혈전 제거술을 시행하였다(Table 2).

혈관 문합 후 구획증후군의 위험이 있던 4례에서는 예방적 근막절제술을 시행하였고, 관절과괴로 그 기능을 유지하기 어려웠던 1례에서는 슬관절 유합술을 시행하였다. 수술 후 2차적인 허혈 및 감염 소견으로 더 이상 손상 하지의 생존이 어려웠던 2례에서는 슬상부 절단술을 시행하였는데, 이 둘의 경우에는 연부 조직 손상의 정도가 심하여 MESS 12점 이상을 보였고, 8시간 이상의 허혈 시간을 보였으며, 특히 1례에서는 고령이라는 위험 요소와 당뇨, 고혈압 등의 동반 질환을 가지고 있어, 동맥의 기능 및 구조적 결함이 이미 존재하였던 경우였다.

수술 방법에 따른 결과로, 혈전 제거술을 시행한 환자에서 술 후 즉각적인 재관류를 확인 할 수 있었으며, 추시 결과 추가적인 조직의 괴사 없이 회복되었다. 동맥 이식술을 시행한 1례는 초기 조직 손상 정도가 심하지는 않았으나, 구획 증후군이 발생하여 이에 대한 근막 절개술을 시행하였고, 젊은 나

**Table 2.** 환자별 증례 및 임상 결과

	남	남	남	여	여	여	남
성별	남	남	남	여	여	여	남
연령	17	30	30	46	41	83	57
수상기전	오토바이 사고	운전자 사고	운전자 사고	보행자 사고	운전자 사고	보행자 사고	운전자 사고
혈관 손상 확인	angiography	angiography	angiography	angiography	angiography	CT angiography	CT angiography
혈관 손상	슬와동맥 견인 손상	슬와동맥 파열	슬와동맥내 혈전	슬와동맥 파열	슬와동맥 파열	슬와동맥 파열	동맥 결손
동반 골절	위위 대퇴골 골절	근위 경비골 골절	경비골 분쇄 골절	원위 대퇴골 골절	원위 대퇴골 골절	경비골 분쇄 골절	근위 경비골 골절
MESS	6	7	13	8	13	12	8
혈류차단 시간(시간)	6	5	12	5	8	9	5
혈관 치료	정맥 이식	단단문합	혈전 제거술	단단문합	단단문합	단단문합	동맥 이식술
합병증	구획 증후군, 골수염	구획 증후군	감염성 불유합	골수염	조직괴사	조직괴사	없음
최종 추시 결과	독립 보행	독립 보행	독립 보행	슬관절 유합술	슬상부 절단	슬상부 절단	독립 보행



**Fig. 1.** (A) Plain x-ray shows supracondyle fracture of distal femur and anterior displacement of distal fragment. (B) Abrupt block of blood flow is seen just above the fracture level. (C) Postoperative angiogram shows blood flow of popliteal artery below reanastomosed level. (D) 1 year after operation. Tolerable ambulation without crutches or cane. (E) Good ROM of knee joint was achieved.

이의 환자로 빠른 회복을 보여, 현재 보조기구 없이 보행을 하고 있다. 정맥이식을 시행한 1례 역시 추가적인 조직의 괴사나 염증 없이 회복되는 모습을 보였으나, 초기 손상시 전방 및 후방 십자인대 손상이 동반되었던 환자로, 술 후 6개월간 보조기구를 이용한 보행 후, 독립 보행 및 충분한 슬관절 운동 범위 회복을 보였다. 슬와 동맥 완전 파열된 4례의 경우 초기 손상시 연부 조직 결손 및 분쇄가 심한 골절을 동반한 경우가 많아, 2례에서 슬상부 절단을 시행하였고, 1례에서는 수차례의 수술 끝에 슬관절 유합술을 시행하였으며, 연조직 손상이 MESS 7로 경한 한례에서만만이 보조기구 없이 보행이 가능하게 회복되었다.

종합하면, 총 7례의 환자 중, 슬관절 유합 및 슬상부 절단술을 시행한 3례를 제외하면 모든 예에서, 보조기구 없이 독립 보행이 가능하였고, 슬관절의 운동 범위 역시 120도 이상으로 회복되었다.

#### 증례 1

17세 남자가 오토바이를 타고 가던 중 전복되는 사고로 발생한 우측 하지의 통증 및 불안정성을 주소로 응급실로 내원하였다. 시행한 방사선 검사상, 우측 슬관절의 과상부 골절 소견을 보였으며, 골절 원위부의 전방 전위가 관찰되었다(Fig. 1A). MESS는 6점으로 연부조직 손상이 심하지 않은 상



**Fig. 2.** (A) Devastating soft tissue loss and vascular injury is seen on the right leg. (B) Anterior tibial artery was transferred to popliteal artery. Left arrow indicates popliteal artery and right arrow indicates transferred anterior tibial artery. (C) 3 years after operation. Patient shows tolerable ambulation without assistant device and good ROM of knee joint.

태였고, 이학적 검사상, 슬와부 이하의 맥박이 촉진되지 않았고, 피부 창백, 하지 부종 등의 증상을 보여, 혈관 조영술을 시행하였다(Fig. 1B). 검사 소견상 과상부 골절부위 이하로의 슬와동맥에 대한 관류가 보이지 않아 슬와동맥 손상의 진단하에 수술을 시행하였다. 후방도달법을 통하여 직접적인 접근을 하였으며, 슬와동맥의 견인 손상을 발견하고 이를 교정하기 위해 복재 정맥 이식을 통한 혈관 이식술을 시행하였다. 술 후 시행한 혈관조영 사진 상 손상부 이하로의 재관류를 확인 하였고(Fig. 1C), 추시 관찰 1년 째, 보조기구 없이 보행이 가능하였고(Fig. 1D), 관절 운동 범위도 신전 0도, 굴곡125도

의 회복을 보였다(Fig. 1E).

## 증 례 2

30세 남자가 운전 중 타차량과 충돌하는 사고로 발생한 우측 하지의 통증을 주소로 응급실로 내원하였다. 내원시 광범위한 연부조직 손상을 보인 환자로 수상 후 12시간이 경과 하였고, MESS는 12점이었다(Fig. 2A). 방사선 소견 상 우하지의 경골 골절을 보였으며, 이학적 검사 및 도플러 소견상 슬와부에서부터 혈류가 중단된 것을 확인하였다. 후방도달법을 통한 수상부 확인 결과 슬와부부터 골절

부위까지의 슬와동맥 결손을 발견하였으며, 전방 경골 동맥을 이용하여 슬와동맥으로의 혈관 이관술을 시행하였다(Fig. 2B). 동반된 경골 손상에 대해서는, 골수내 금속성 삽입술 시행 이후, 제거술까지 시행하였고, 3년의 추시 결과, 보조기 없이 독립 보행이 가능하였다(Fig. 2C).

#### IV. 고 찰

슬와동맥 손상은 과거 전시에 많이 발생되었고, 오늘날에는 교통사고 등의 큰 외력이 작용하는 외상에 의해 종종 발생되고 있다. 슬와동맥은 해부학적 특성상 측부 순환이 거의 없으며, 슬와부 상하부에 섬유대를 통해 고정되어 가동성이 적기 때문에<sup>2,8,11</sup> 슬부의 둔기 외상 및 슬관절 탈구 시 16~60%의 발생율을 보인다고 보고되고 있다.<sup>10</sup> 슬와동맥 손상의 진단에 있어서, 외견상으로는 크게 문제 되지 않는 경우에도 면밀한 진단을 통해 하지의 혈액순환을 확인하여야 하며, 자전 정복된 아탈구 및 슬와부 근처의 골절인 경우에도 슬와동맥 손상은 간과되어 골절 및 탈구 자체에만 집중하게 될 경우 그 진단이 늦어지기 쉽다.

둔기 외상에 의한 슬와동맥 파열이 의심되는 환자에서, 그 손상 위치를 정확히 아는 것이 수술 시 접근에 있어서 중요한 문제인데, 전통적으로 도플러 초음파 검사나, 혈관조영술을 시행하는 것이 지금까지의 추세였지만, 최근 MDCT (multidetector CT)를 이용한 혈관조영술이 새로이 각광 받고 있다. 이는 응급상황에서 보다 빠르고, 정밀하게 혈관의 손상부위를 알려주며, 특히 골절이 동반된 손상에 있어서도, 혈관과 골절면에 대한 동시 촬영을 시행할 수 있고, 기술적 어려움이 덜하여 쉽게 촬영이 가능하다는 장점이 있다.<sup>9</sup> 본원에서도 MDCT가 사용되고 있으며, 2례에서 실제 사용되어 손상부위의 빠른 진단 및 수술적 접근법에 큰 도움이 되었다.

실제 수술 부위로의 접근 후 수술 방법을 결정할 시, 혈관의 손상형태, 결손 여부, 내피의 손상 유무, 정맥의 동반 손상 여부 등을 고려하여 선택해야 하며, 저자들의 경우, 내피 손상이나 결손이 심하지 않아 단단 문합이 가능한 경우 단단 문합을 최우선 시 하였으며, 그 이외의 경우 동맥 이전이나 정맥 이식 등의 방법을 선택하였고, 혈전에 의한 동맥 폐

쇄의 경우 동맥 자체의 손상은 심하지 않아 혈전 제거술만 시행할 수 있었다.

슬와동맥 손상에 대한 여러 국내 외의 문헌들을 고찰해 보면, 혈류의 차단시간, 측부순환 손상 정도, 동반된 연부조직 손상 정도, 감염의 유무 등이 예후와 관련하여 강조되고 있다.<sup>1</sup> 최근의 보고에서도 슬와동맥 손상은 11~50%의 절단률을 보이고 있어, 현재까지도 미세수술 분야의 도전이 되고 있으며,<sup>4</sup> 이와 관련하여 절단률과 연관된 인자에 대하여도 연구가 진행되고 있는 상태이다.

일반적으로 골격근의 경우 6시간 이상의 허혈상태가 지속되면 파괴가 시작되고 8~12시간의 혈류 차단시 비가역적인 퇴행성 변화가 진행되는 것으로 알려져 있지만, 허혈시간 만으로 사지의 생존 여부를 가늠하기는 힘들고, 허혈의 정도와 측부순환의 유무에 따라 생존상태를 유지하는데 차이가 있다.<sup>3</sup> 그러나, 허혈 시간이 연장됨에 따라 원위부의 작은 혈관은 혈전이 증가하며 이는 혈류의 재관류에도 불구하고 결국 혈행을 차단하게 된다는 의견과 함께, 일반적으로, 긴 허혈시간은 결국 사지 절단과 비례한다는 것이 정설로 여겨진다.<sup>12</sup> 저자들의 경우, 혈관 문합까지의 시간이 평균 7.1 시간으로 진단에서 치료까지의 시간이 비교적 짧아 예후가 좋은 경우가 많았으며, 10시간 이상의 허혈시간을 보였던 1례에서도, 혈류 재관류 후 사지를 보존할 수 있었다.

연부조직 손상정도 역시 사지의 생존 여부를 결정하는 중요한 인자로 생각되어 지는데, 특히 심한 연부조직의 손상은 수상 당시의 고 에너지 손상을 의미하고, 모세혈관의 손상과도 밀접한 연관이 있어, 실제로 허혈 시간보다 조직 손상의 정도가 더 중요한 인자로 여겨지기도 한다.<sup>7</sup> 저자들은 연부 조직 손상 정도를 객관적으로 나타내주는 MESS를 이용하여, 조직 손상 정도를 판단하였다. 일반적으로 7점 이상의 MESS에서는 그 예후가 좋지 못한 것으로 되어 있는데, 저자들의 경우 총 7례 중 6례에서 7점 이상의 MESS를 보였으며, 그 중 2례에서 절단술을 시행하고 1례에서 슬관절 유합술을 시행하였다. 물론 저자들의 분석에 있어서 대상군의 수가 적어 통계적으로 확정된 결론을 내릴 수는 없었고, 향후 추가적인 연구로 보다 정확한 분석이 가능하리라 사료된다.

예후와 관련된 추가적인 인자로 환자의 나이가 증

가할수록 일반적으로 심혈관 계통의 질환, 당뇨 등이 늘어나게 되며, 이는 사지의 혈액 순환, 측부 순환 및 말초 순환과 허혈시간에 따른 인내도 등에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 저자들의 예에서도 노인 및 기타 동반된 질환이 있는 경우보다는 젊은 나이의 환자에서 수상 후 예후가 좋았으며, 심한 연부 조직 손상에서도 노인보다 양호한 치료 과정을 보였다.

앞서 기술한 바와 같이 일반적으로 재관류까지의 시간 및 연부조직의 손상정도 등이 절단률을 예측하는 가장 좋은 인자로 인정받는다. 하지만 미세 수술술기의 발전과 더불어, 점차 슬와동맥 손상 환자의 예후가 좋아지고 있으며, 기타 합병증을 조절하는 많은 술기가 개발되었다. 또한, 조기 절단의 적응증에 대한 정립된 이론은 없으므로, 저자들은 7례의 슬와동맥 손상 환자들의 분석을 통해, 허혈시간, 연부조직 손상, 환자의 나이 등의 예후 관련 인자가 절단 여부를 결정하는데 도움이 될 것으로 생각한다. 하지만 예후 인자만으로 슬부 절단 여부를 반드시 결정할 수 있는 것은 아니며, 국내외의 보고에서도 장시간 허혈 상태에 있던 환자에서도 절단을 피할 수 있던 예가 있어 조기 절단의 필요성은 점차 감소하는 추세이다.<sup>7</sup> 저자들도 10시간 이상의 허혈 시간 및 12점의 MESS를 보였던 1례에서 성공적인 재혈관화와 관절 기능의 회복을 보였으며, 슬와동맥 손상 환자에서는 가장 우선적으로 재혈관화를 시도하고 있다.

## V. 결 론

저자들의 치험례에서 나이, 연부 조직 손상 정도, 혈관 차단 시간, MESS 등이 치료 결과에 관련된 인자로 판단되었다. 낮은 MESS의 젊은 남자에서 신속한 혈관 문합이 이루어졌을 때 가장 좋은 결과를 보여주었지만, 예외적인 경우도 경험하여, 치료 방법의 판단에 있어서 여러 가지 복합적 요소를 감안하여야 할 것으로 여겨지며, 초기 절단 수술의 결

정에는 신중을 기해야 할 것으로 사료되는 바이다.

## REFERENCES

- 1) Connolly JE: Femoral and tibial fractures combined with injuries to the femoral or popliteal artery. A review of the literature and analysis of fourteen cases. *J Bone and Joint Surg* 53(1): 56, 1971.
- 2) Green NE, Allen BL: Vascular injuries associated with dislocation of the knee. *J bone and Joint Surg* 59(2): 236, 1997.
- 3) Huynh TT: Management of distal femoral and popliteal artery injuries: an update. *Am J Surg* 192(6): 773, 2006.
- 4) Meyers MH, Moore TM, Harvy JP Jr.: Traumatic dislocation of the knee joint. *J. Bone and Joint Surg* 57(3): 430, 1975.
- 5) Johansen K, Helft DL, Howey T, Sanders R: Limb salvage versus amputation. Preliminary results of the mangled extremity severity score. *Clin Orthop Relat Res* 256: 80, 1990.
- 6) Kolvunen D, Nichols WK, Silver D: *Vascular trauma in a rural population. Surgery* 91(6): 723, 1982.
- 7) Kim SS, Kim JO, Park BJ, Lee MJ: A clinical study of popliteal artery injury. *J of Korean Orthop Assoc* 23: 508, 1988.
- 8) Lena A and D'Allancies C: Les complications arterielles des traumatismes fermes des membres. 65th. *Congress Franc. chirurgie*, 183, 1963.
- 9) Mark DH, Hiatt, Dominik F, Jeffrey C, Hellinger, Geoffrey DR: Angiographic imaging of the lower extremities with multidetector CT. *Radiol Clin N Am* 43: 111, 2005.
- 10) Reynolds RR, McDowell HA, Diethelm AG: The surgical treatment of arterial injuries in the civilian population. *Ann Surg* 189(6): 700, 1979.
- 11) Romanes GJ: *Cunningham's textbook of anatomy*. 11th ed. London, Oxford univ. press, 1972, p 935.
- 12) Yoo MC, Han CS, Lee KL, Lee MH: Popliteal artery injuries associated with trauma round the knee. *J Korean Orthop Assoc* 2(1): 34, 1989.