

경골 근위부 골절에서 골수강내 금속정 고정술시 사선방향 근위 잠김 나사못은 안전한가?

The Oblique Proximal Interlocking Screw for Intramedullary Nailing Proximal Tibial Fractures: Is It Safe?

안동기 • 최대정 • 김진학 • 이정수 • 양종화 • 부경환

서울성심병원 정형외과

목적: 근위 경골 골절 치료시 교합성 골수강내 금속정의 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못은 근위 경비 관절 원위부에 근접하여 주행하는 주요 해부학적 구조물(비골신경 및 전경골 동맥)을 손상할 수 있으며 이에 대한 방사선학적 증거를 제시하고자 하였다.

대상 및 방법: 교합성 골수강내 금속정 고정술 22예의 단순 방사선 사면상에서 비골 골두 근위 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지의 거리를 측정하였고 단순 방사선 측면상에서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못 삽입 수준 높이에서 경골 전방 피질골과 금속정 중심점(O)까지의 거리를 측정하였다. 슬관절 자기공명영상 60예의 근위 경비관절 수준에서의 축상면상 위에 측정된 금속정 중심점(O)을 표시하고, 금속정의 중심점에서 비골 전방 10 mm 위치점(P)와 비골 후내방 피질골과 접하는 점(A)을 연결하였다. 세점으로 이루어진 각 POA 내에 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못이 삽입시 주요 해부학적 구조물의 손상이 발생할 수 있다고 생각하고 위험 삽입각도로 정의하였다. 자기공명 축상면상에 표시된 금속정 중심점을 지나는 경골의 횡직경과 45도 사선직경을 측정하였다.

결과: 비골 골두 근위 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지 길이는 18.5 ± 3.3 mm였고, 근위 경비관절 수준 높이에서 금속정 중심점은 경골 전방 피질골에서 15.3 ± 3.4 mm 후방 위치로 계속되었다. 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 위험 삽입각도(각 POA)는 21.4 ± 6.2 – $67.8 \pm 6.7^\circ$ 였다. 자기공명 축상면상의 근위 경골 횡직경은 평균 58.0 ± 5.8 mm였으며, 45° 사선직경은 평균 50.7 ± 6.2 mm로 약 7.3 mm의 차이를 나타내었다.

결론: 금속정 근위 끝에서 근위 잠김 나사못의 삽입 깊이는 근위 경비관절의 길이보다 길며 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못은 금속정 중심점에서 45° 로 삽입되도록 설계되어 있어서 항상 위험 삽입 각도내에 위치하고 있다. 따라서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 삽입시 비골신경과 전경골 동맥을 손상할 수 있으므로 각별한 주의를 요한다.

색인단어: 합병증, 근위 잠김 나사못, 골수강내 금속정 고정술, 경골 골절

서 론

경골 간부 및 간단부 골절에 대한 치료로서 교합성 골수강내 금속정 고정술의 효용성은 널리 인정되고 있으며 전위와 분쇄의 정

도 또는 개방성 창상의 유무 및 정도가 심하지 않다면 이 술식은 비교적 쉽고 안전하게 시행될 수 있어 가장 권장되는 치료법일 것이다. 그러나 저자들은 경골 근위부 골절시 근위 골절면에 안정성을 강화하기 위하여 삽입되는 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 삽입 수준 높이와 삽입 방향이 경골 근위부의 주요 해부학적 구조물인 비골 신경 및 전경골 동맥의 손상 가능성이 높다고 생각하였으나, 문헌상에 이와 관련된 합병증의 발생은 아주 드물게 보고되고 있어 그 위험성을 간과할 수 있다고 생각되었다.

이에 본 교실에서는, 경골 근위부 골절에 대한 치료로써 사용

접수일 2010년 4월 2일 게재확정일 2010년 10월 8일

교신저자 최대정

서울시 동대문구 청량리동 40-12, 서울성심병원 정형외과

TEL 02-968-2394, FAX 02-966-1616

E-mail niceosu@freechal.com

되는 교합성 골수강내 금속정 고정술 시 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못에 의하여 주요 해부학적 구조물의 손상 가능할 수 있다는 해부학적 근거를 단순 방사선 검사 결과와 자기공명영상 검사의 결과를 이용하여 제시해 보고자 하였다.

대상 및 방법

2006년 6월부터 2009년 3월까지 교합성 골수강내 금속정 고정술 시 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못을 사용한 경골 골절 22예(근위 간단부 골절 2예, 간부 골절 8예, 원위 간단부 골절 12예)의 단순 방사선 사면상에서 비골 골두 근위 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지의 길이를 측정하였다(Fig. 1). 금속정 근위 끝에서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 삽입구까지 거리는 22 mm로 일정하게 설계되어 있고 수술 중 C-형 영상기로 금속정 근위 끝의 위치 파악이 용이하므로, 비골 골두 근위 피질골의 위치와 금속정 근위 끝의 위치를 비교하고 측정된 비골 골두 근위 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지 길이를 고려하면 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못이 근위 경비관절 원위부보다 원위 또는 근위에 삽입될 지 여부를 쉽게 파악할 수 있을 것을 생각하였다.

단순 방사선 측면상에서는 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 삽입 높이 수준에서 경골 전방 피질골과 금속정 중심점까지의 최단거리를 측정하였다(Fig. 1). 이 중심점을 슬관절 연부 조직 손상 여부를 확인하기 위하여 시행된 남자 30명(나이 44.7 ± 13.0 세), 여자 30명(나이 45 ± 12.3 세)의 근위 경비골 관절 수준 높이에서 자기공명영상 축상면 상에 가상으로 삽입된 금속정의 중심점(O)으로 표시하고 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못이 이 점을 지나는 것으로 가정하였다. 비골신경은 비골 골두후방에서 비골 경부를 외측에서 내측으로 타고 돌면서 심비골 신경과 천비골 신경으로 분지하며 비골 전방부에 아주 근접하여 위치하므로 이러한 구조를 충분히 안전하게 피할 수 있는 최소의 거리를 임의로 비골 전연 전방 10 mm(P)에 설정하였다. 전경골 동맥은 근위 경비

관절 원위부에 근접하여 근위 경비골막을 뚫고 후방에서 전방으로 주행하므로, O점에서 그 선이 비골 후내방 피질골과 접하는 점(A)을 설정하였다. O점을 중심으로 P점과 A점이 이루는 각 사이는 주요 해부학적 구조물이 지나는 구역이므로 삽입위험 각도(POA)로 설정하였다(Fig. 2).

각도의 측정은 다음과 같이 시행하였다. 자기공명영상은 검사시 슬개골 전방시야(patella-facing view)상태로 고정 후 검사를 시행하므로 자기공명영상 축상면상에서 금속정의 O점을 지나는 수평선을 0도로 설정하고 비골 방향으로 각도를 측정하여 P점과 A점의 각도를 각각 측정하였다.

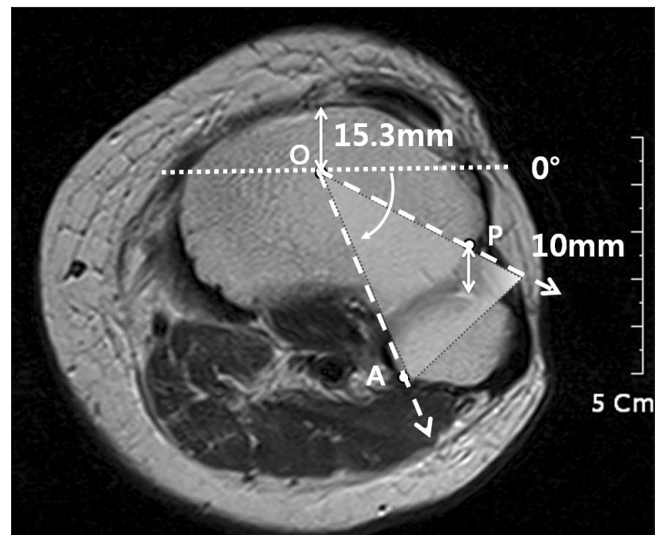


Figure 2. The center of intramedullary nail (O) is pointed at the MR axial view. The point P is located at 10 mm anterior from the anterior cortex of fibular head and the point A, at the tangent line on the medial cortex of the fibular head. If the interlocking screw is inserted within the angle POA, there could be much higher risk of injuries of the peroneal nerve or anterior tibial artery.

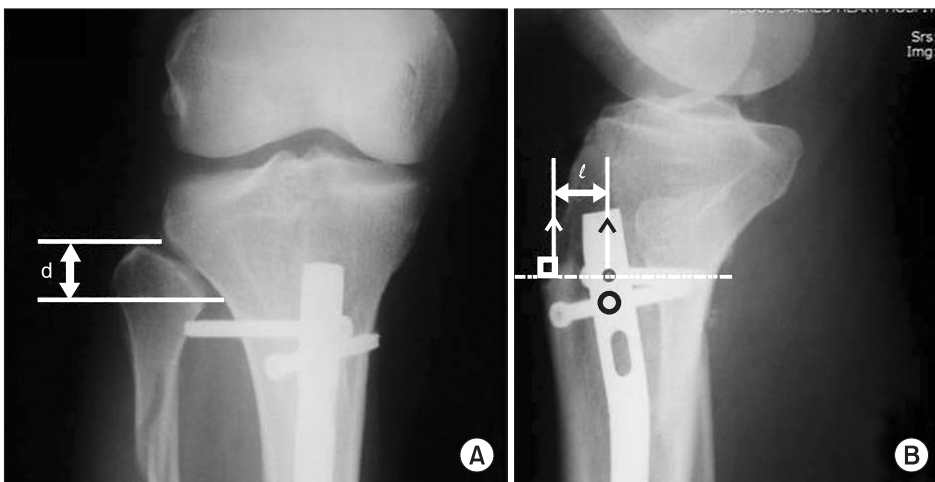


Figure 1. Radiographic measurements. Proximal tibiofibular joint length from a tip of the fibular head (d) is measured on an oblique radiograph (A) and a distance (l) between IM nail center and anterior tibial cortex is measured at the level of the mediolateral interlocking screw on a lateral view (B).

자기공명영상 축상면상에 표시된 O점을 지나는 수평선이 경골 피질골과 만나는 두 점의 거리를 근위 경골의 횡직경으로 측정하였으며, O점을 지나는 45° 사선이 경골 피질골과 만나는 두 점의 거리를 사선 직경으로 측정하였다. 또한 실제 수술에 사용된 22예의 내외측 사선방향 근위 잠금 나사못의 평균 길이와 경골의 45도 사선직경의 평균을 비교하여 실제 수술시에 과도하게 긴 잠금 나사못의 사용이 얼마나 발생하였는지를 알아보았다.

평균의 비교는 계측량이 비교적 일정한 수치를 보이고 있어 SPSS 12.0 프로그램 (Spss Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 정규분포에 의한 독립표본 t-검정을 시행하였다.

결 과

단순 방사선 사면상에서 비골 골두 근위 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지 길이는 18.5 ± 3.3 mm였다. 단순 방사선 측면상, 근위 경비관절 수준 높이에서 골수강내 금속정의 중심점은 경골 전방 피질골에서 15.3 ± 3.4 mm (최소 11.7 mm-최대 24.4 mm) 후방을 통과하였다. 자기공명영상 축상면상에 표시된 O점은 15.3 mm로 설정되었고, POA 각은 평균 21.4 ± 6.2 - 67.8 ± 6.7 도(남자 20.1 ± 5.9 - $64.5 \pm 5.9^\circ$, 여자 22.6 ± 6.4 - $71.1 \pm 6.0^\circ$)였다. P점의 위치는 최소 10에서 최대 35°사이에, A점의 위치는 최소 56°에서 최대 80°에서 계측되었다.

자기공명영상 축상면상 근위 경비골 관절 수준 높이에서 O점을 통과하는 경골의 횡직경은 평균 58.0 ± 5.8 mm (남자 62.0 ± 4.9 mm, 여자 54.0 ± 3.5 mm)였으며 전내측에서 후외측 45° 사선직경은 평균 50.7 ± 6.2 mm(남자 54.8 ± 5.4 mm, 여자 46.6 ± 4.0 mm)였다. 교합성 골수강내 금속정 고정술을 시행받은 환자군에서 사용된 내외측 사선방향 근위 잠금 나사못의 평균 길이는 53.6 ± 8.8 mm(최소 40 mm-최대 70 mm)였으며 자기공명영상에서 계측된 사선직경과 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.224$). 그러나 자기공명영상에서 측정된 경골의 사선직경 평균보다 약 10 mm 정도 긴 60 mm 이상 길이의 나사못을 사용한 경우는 6예(27.5%)가 있었다.

고 찰

경골 간부 및 간단부 골절에 대한 치료로서 교합성 골수강내 금속정 고정술은 이미 안전하고 효과적인 술식으로 받아들여져 있다. 그리고 근위 또는 원위부의 잠금 나사못 삽입과 관련된 합병증은 비교적 드물게 보고되므로 잠금 나사못과 관련된 합병증의 발생 가능성에 대하여서는 간과되어져 왔다고 생각된다.

골수강내 금속정 삽입술 시 잠금 나사못과 관련된 합병증으로는 잠금 나사못의 파손 및 해리를 제외하고 비골 신경 손상 또는 경골 동맥 손상에서 기인한 가성동맥류 등이 보고된 바 있다. 비

골 경부 주위를 주행하는 비골신경은 장비골근의 기시부와 근막에 의해 단단히 고정되어 있어서 쉽게 손상받을 수 있는 해부학적 특징을 갖고 있는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 비골 신경 손상은 술 중 견인이나 구획 증후군으로 인하여 간접적 손상이 발생할 수 있으나 골수강내 금속정 삽입술과 관련된 직접적인 손상은 경골 근위부 골절시 근위 골편의 안정성을 확보하기 위하여 내외측 사선방향 잠금 나사못을 사용하면서 필요이상으로 긴 나사못을 삽입하거나 삽입을 위한 구멍 뚫기 작업 중 발생할 수 있다. 비골 신경 손상이 발생하면 족부 배부와 슬관절 후외방으로 지속적인 감각저하를 호소하며 족부와 족지 배굴 근력이 저하되며 심하면 수면을 방해할 정도의 통증이 발생할 수 있다.^{1,2)}

전경골 동맥은 근위 경비관절 원위부의 경비골 골간막(interosseous membrane)위를 횡단하므로 경골 근위부에서 내외측 사선방향 잠금 나사못 삽입을 위한 구멍 뚫기(drilling) 작업시 전동 송곳을 원위 피질골을 통과하여 깊숙히 진입시키거나 과도한 길이의 잠금 나사못 삽입에 의해 손상이 발생할 수 있다. 전경골 동맥 손상의 비교적 초기 증상으로는 가성 동맥류로 인한 연부 조직 종물을 경험할 수 있는 것으로 보고되지만 술후 1년이 지나서도 박동성으로 촉지되는 연성 종물이면서 족부 신전근력의 저하를 호소하는 증상과 동반된 예가 보고된 바도 있다.^{3,4)} 가성동맥류는 초기에 의사나 환자 본인에서도 간과되기 쉬우며, 크기가 커지면서 딱딱해지고 열감과 통증을 발생할 수 있어 농양이나 악성 신생물로 오진될 수도 있으며, 주위 신경을 압박하면 통증, 이상감각 및 마비 증세까지 발생할 수 있으므로 발견 즉시 수술적 제거를 시행하는 것이 권장된다.

골수강내 금속정의 근위 잠금 나사못의 삽입경로는 전후 시상면을 기준으로 45° 내외측 또는 외내측 사선방향, 횡방향 그리고 동적 고정(dynamization)을 위한 횡방향으로 설계되어 있다. 금속정 근위부 끝에서 사선방향과 횡방향 근위 잠금 나사못 삽입구까지 거리는 22 mm, 27 mm이다. 비골 골두 근위부 피질골에서 근위 경비관절 원위부까지 평균 거리가 약 18.5 mm인 것을 고려할 때, 비골 골두 근위부 피질골보다 금속정 근위부 끝이 더 근위에 위치한 상태에서 근위 내외측 사선방향 잠금 나사못이 길게 삽입된다면 내외측 사선방향 잠금 나사못은 근위 경비관절을 침범할 수 있다. 그러나 근위 경비관절 피질골을 손상시킬 뿐 비골 신경이나 전경골 동맥을 손상할 위험성은 오히려 적어진다. 비골 골두 근위부 피질골보다 금속정 근위부 끝이 더 원위에 위치한 상태에서는 근위 경비관절 원위부의 원위를 주행하는 비골 신경과 전경골 동맥을 손상시킬 수 있는 수준의 높이이므로 근위 내외측 사선방향 잠금 나사못이 길게 삽입된다면 비골 신경이나 전경골 동맥의 손상이 발생할 수 있다. 임상적인 상황에서는 선택한 금속정이 비교적 짧아서 의도적으로 금속정을 조금 더 원위에 삽입하려고 하거나, 골절편 전위 간격을 줄이기 위하여 금속정을 의도적으로 깊게 삽입하고 원위부 잠금 나사못을 먼저 삽입하여 고

정 후 금속정을 근위로 쳐 올리는 과정에서 금속정 근위 끝이 비골 골두 근위부 피질골보다 깊게 삽입된 상태로 있을 수 있다. 내외측 사선방향 잠김 나사못의 삽입 경로는 45°로 결정되어 있어서 항상 위험 삽입 각도인 21.4~67.8° 이내 위치한다. 그러나 주요 해부학적 구조물을 손상시킬 수 있는 위험성은 근위 사선방향 잠김 나사못의 삽입 높이 수준과 함께 잠김 나사못의 삽입 길이가 과도하게 긴 경우에 발생한다고 생각된다. 또한 P점의 위치가 10°~15° 사이에 60예 중 10예(16.7%)의 분포를 보이고 있어서, 내외측 횡방향 근위 잠김 나사못의 삽입시라도 금속정이 외측으로 10°~15° 사이로 회전된 상태에서 과도하게 긴 횡방향 잠김 나사못이 삽입된다면 주요 해부학적 구조물의 손상이 발생할 수도 있을 것으로 생각된다.⁵⁾

근위 잠김 나사못 삽입시 정확한 길이를 삽입하기 위하여 술전 단순 방사선 사진에서 잠김 나사못이 삽입될 예상 지역의 횡직경을 측정하여 참고치로 사용하기도 하고, 술중에는 일반적으로 깊이 측정기(depth gauge)를 이용하여 비교적 정확한 길이를 삽입하려고 한다. 또한 근위 잠김 나사못을 삽입 후 C-형 영상기로 삽입 길이를 재차 확인하기도 한다. 그러나 수술 중 단순 방사선 영상이나 C-형 영상기를 통한 영상은 다각형 모양으로 이루어진 경골근위부의 축상면상 단면을 2차원적으로 해석하기 때문에 정확한 길이를 판단하는데 오류가 발생하며, 심각한 합병증의 발생을 예방하는데 부족할 수 있다고 경고된다.²⁾ 저자들의 연구에서도 술후 단순 방사선 전후면상 적당한 길이로 삽입되었다고 판단된 경우라도 사면상에서는 잠김 나사못이 확연히 길게 삽입된 것이 관찰되었다(Fig. 3). 자기공명 영상 축상면상 근위 경골의 사선직경은 횡직경보다 남녀에서 모두 약 7.3 mm 정도 짧은 것으로 조사되었다. 즉 단순 방사선 전후면상에서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못이 경골 외측 피질골을 통과한 것으로 관찰되면 실제로는 사면상으로는 약 7 mm 이상 더 외측으로 튀어나와 있는 상태이다. 단순 방사선 전후면상에서 나사못 끝이 5 mm 정도 돌출되면 비교적 양호한 삽입 길이로 판단될 수 있으나 실제로는 사선방향으로 12 mm 이상 돌출된 상태로 주요 해부학적 구조물을 손상할 수 있는 위험한 상태로 판단해야 할 것이다. 따라서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못을 삽입 후에는 사면상에서 그 길이의 적절성을 판단하는 것이 합당할 것이다.

저자들의 연구는 실제 경골 교합성 골수강내 금속정 고정술을 시행받은 환자를 대상으로 컴퓨터 단층촬영 검사를 이용하여 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 삽입 높이와 길이, 삽입 각도 등을 판단하는 것 더 정확한 것이라 생각되나, 본 연구가 후향적으로 계획되었고 컴퓨터 단층촬영의 목적이 골절부의 평가가 아니라 합병증이 유발되지 않은 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못의 평가를 위해서 시행되는 것은 환자 치료 및 추시에 도움이 되는 부분은 아닌 것으로 판단하여, 슬관절 연부 조직 병변 검사를 위하여 시행된 대상군의 자기 공명 영상 검사결과를 이용한 것



Figure 3. An intramedullary nail with oblique interlocking screws. The length of a mediolaterally directed screw can be more effectively evaluated on the internal oblique simple radiograph (B) rather than anteroposterior view (A).

은 이 연구의 제한점으로 생각된다. 또한 근위 경골 골절시 금속정의 삽입 시작은 간단부 골절시 보다는 후방에서 시작하도록 권장하고 있으므로 저자들이 측정한 금속정 중심점보다는 조금 더 후방에 위치할 것으로 생각되나 오히려 위험 삽입 각도의 범위가 더 커질 것으로 생각되는 부분이다. 경골 근위부의 횡직경 및 사선직경의 평균이 성별보다는 환자의 신장(경골의 길이)과 더 관계가 있다고 생각되는 부분으로 비교적 적은 수의 표본에서 성별에 따라 나누어 계측된 값으로 연구를 진행한 부분도 제한점으로 생각된다.

결론

경골 근위부 골절에 대한 치료로 사용되는 교합성 골수강내 금속정 고정술 시 45° 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못은 항상 위험 삽입각도내 위치하고 있으므로, 골수강내 금속정의 근위 끝이 비골 골두 근위 피질골보다 깊게 삽입되고 과도하게 긴 길이의 나사못이 삽입된다면 비골 신경이나 전경골 동맥의 손상이 충분히 발생할 수 있다고 생각된다. 따라서 내외측 사선방향 근위 잠김 나사못을 사용시에는 삽입 높이 수준과 나사못의 길이 선정에 각별한 주의가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Hems TE, Jones BG. Peroneal nerve damage associated with the proximal locking screws of the AIM tibial nail. *Injury*. 2005;36:651-4.
2. Drosos GI, Stavropoulos NI, Kazakos KI. Peroneal nerve damage by oblique proximal locking screw in tibial fracture nailing: a new emerging complication? *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127:449-51.
3. Han KJ, Won YY, Kim TY, Khang SY. Pseudoaneurysm of the anterior tibial artery after closed intramedullary nailing of a tibial shaft fracture: a case report. *J Korean Orthop Assoc*. 2002;37:574-6.
4. Inamdar D, Alagappan M, Shyam L, Devadoss S, Devadoss A. Pseudoaneurysm of anterior tibial artery following tibial nailing: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2005;13:186-9.
5. Cho SH, Kim DH, Jeong ST, et al. Therapeutic embolization for pseudoaneurysm of the anterior tibial artery after tibial nailing. *J Korean Orthop Assoc*. 2010;45:238-42.

The Oblique Proximal Interlocking Screw for Intramedullary Nailing Proximal Tibial Fractures: Is It Safe?

Dong Ki Ahn, M.D., Dae Jung Choi, M.D., Jin Hak Kim, M.D.,
Jung Soo Lee, M.D., Jong Hwa Yang, M.D., and Kyung Hwan Boo, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital, Seoul, Korea

Purpose: We tried to reveal radiographic clues for the possibility of damages to the important structures, including the peroneal nerve and the anterior tibial artery, caused by a proximal interlocking screw with a medial to lateral oblique direction (ObML-PIS).

Materials and Methods: The length of the proximal tibiofibular joint (PTFJ) was measured from the tip of the fibular head to the end of PTFJ on the simple oblique radiographs of 22 cases of tibial intramedullary (IM) nailing. The center (O) of the IM nailing, from the tibial anterior cortex at the level of insertion of an ObML-PIS, was measured on the simple lateral radiographs. The angle POA (P: a point 10 mm anterior from the anterior fibular border, A: a point on the tangent line from the O point to the posteromedial cortex of the fibula) was measured on the MR axial view of 60 cases, and within this angle an ObML-PIS could injure the important anatomical structures. Transverse and 45-degree oblique diameters of the proximal tibia on the MR axial view were also measured.

Results: The PTFJ length was 18.5 ± 3.3 mm and the O point was located at 15.3 ± 3.4 mm posterior from the tibial anterior cortex. The angle POA was 21.4 ± 6.2 - 67.8 ± 6.7 degrees with medial to lateral oblique directions. The transverse diameter of the proximal tibia was 58.0 ± 5.8 mm and the 45-degree oblique diameter was 50.7 ± 6.2 mm.

Conclusion: Special caution may be needed when we use an ObML-PIS because it is located at the level distal from the end of the PTFJ and within the POA angle, and the peroneal nerve and anterior tibial artery can possibly be severed.

Key words: complications, proximal interlocking screw, intramedullary nailing, tibial fracture

Received April 2, 2010 **Accepted** October 8, 2010

Correspondence to: Dae Jung Choi, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital, 40-12, Chungryangri-dong, Dongdaemoon-gu, Seoul 130-011, Korea

TEL: +82-2-968-2394 **FAX:** +82-2-966-1616 **E-mail:** niceosu@freechal.com