

경골 골수강내 금속정 삽입술시 적절한 도입부에 대한 해부학적 분석

강수용 · 이은우 · 강기서 · 이한준 · 정호중 · 정평호

중앙대학교 부속 필동병원 정형외과학교실

서 론: 경골 간부 골절에 대한 골수강내 금속정 삽입술시 적절한 도입부 선정에 실패하면, 각형성을 동반한 부정유합이 발생하여 슬관절이나 발목관절의 퇴행성 변화를 초래할 수 있고, 슬개건의 부적절한 절개나 슬관절내 구조물의 손상으로 슬관절 전방동통을 야기될 수 있다. 본 연구에서는 한국인에서 골수강내 금속정 삽입술의 적절한 삽입부 및 삽입부와 슬개건과의 관계를 알아보고 합병증을 줄일 수 있는 방법을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 슬관절 이하 부위의 외상의 병력이 없는 25세부터 35세까지의 정상 지원자 40명을 대상으로 하였으며 슬관절 완전 신전상태에서의 골수강 중심축과 외측 경골 극까지의 거리, 슬개건과 삽입부와와의 관계, 회전시 삽입부의 변화 정도, 근위 경골에서 중심축과 내측 및 외측 경사와의 관계를 알아보았다.

결 과: 40례 모두에서 경골 골수강의 중심축은 "safe zone"을 지났고, 외측 경골 극에서부터 중심축까지의 평균 거리는 4.3 ± 0.9 mm였으며, 측정된 삽입부의 위치는 슬개건의 내측1/3 위치하는 경우가 6례, 중간1/3에 위치하는 경우가 20례, 그리고 외측1/3에 위치하는 경우가 14례로 나타났다. 하지의 외회전보다는 내회전에서 삽입부의 위치변화가 약 2배 이상 컸으며, 근위 경골의 내측이 유효 직경이 적게 측정되어 금속정 삽입시 각형성을 크게 할 수 있는 것으로 나타났다.

결 론: 한국인에서 경골 골수강 삽입술을 시행할 때 전후방 방사선 사진에서 외측 경골 극의 내측연보다 약간 더 내측이 금속정 삽입부로 적절하다고 판단되며, 또한 삽입부와 슬개건 사이의 관계를 술전 미리 평가하여 경골 금속정 삽입술시 절개부위를 슬개건의 내측이나 외측으로 할 것인지 아니면 슬개건을 분리할 것인지 결정해야 할 것이다. 또한 삽입부 결정시 하지의 내회전을 피하고, 근위 경골 골절 금속정 삽입술시 삽입부 위치 선정의 잘못이 있더라도 내측보다는 외측이 각형성을 적게 할 것으로 사료된다.

색인 단어: 경골 골절, 골수정, 도입부

Anatomical Assessment of the Proper Insertion Site for a Tibial Nailing

Soo-Yong Kang, M.D., Eun-Woo Lee, M.D., Ki-Ser Kang, M.D., Han-Jun Lee, M.D.,
Ho-Joong Jung, M.D., Pyeong-Ho Jeong, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Phil-dong Hospital, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the proper insertion site for a tibial intramedullary nail in the Korean.

Materials and Methods: Forty volunteers without trauma below knee joint were studied to determine relationship between central axis of medullary canal and lateral tibial spine, patellar tendon and the proper insertion site, and to evaluation changes of proper insertion site during rotation of knee and effective diameter.

Result: The proper insertion site located average 4.3 ± 0.9 mm medial to the lateral tibial spine. The proper insertion site was in the medial 1/3 of patellar tendon in 6 knees, middle 1/3 of patellar tendon in 20 knees, and lateral 1/3 of patellar tendon in 14 knees. The proper insertion site might be changed two times in internal rotation more than in external rotation. The effective diameter was more narrow in medial slope than in lateral slope at proximal tibia.

Conclusion: The study indicates the ideal insertion site of tibial nail is the medial aspect of the lateral tibial spine in Korean. To reduce the mal-reduction from a improper insertion site, lateral insertion site might be safer than medial one. However, individual variations in the relationship between the patellar tendon and tibial medullary canal should be considered.

Key Words: Tibia fracture, Intramedullary Nail, Insertion site

통신저자: 강 수 용

서울시 중구 필동2가 82-1
중앙대학교 부속 필동병원 정형외과
Tel : 02-2260-2403 · Fax : 02-2271-1710
E-mail : sooykang@hitel.net

Address reprint requests to: Soo-Yong Kang, M.D.

82-1 phildong 2Ga JungGu Seoul, Department of Orthopaedic Surg,
Phil-Dong Hospital, Chung-Ang University, Seoul, Korea
Tel : 02-2260-2403 · Fax : 02-2271-1710
E-mail : sooykang@hitel.net

*본 논문의 요지는 2003년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

**본 논문은 2003년도 중앙대학교의 학술연구비 지원을 받아 이루어졌음.

서 론

경골 간부 골절은 정형외과 영역에서 흔히 접하는 손상 중 하나이다. 경골 간부 골절시 골수강내 금속정 삽입술은 성인에서의 불안정 골절이나 경도의 개방성 골절시 적절한 치료방법으로 제시되고 있다^{7,9,16}. 그러나 골수강내 금속정 삽입술시 적절한 도입부 선정에 실패하면, 각형성을 동반한 부정유합이 발생할 수 있으며¹⁸, 슬관절의 전방동통을 야기하는 것으로 보고되고 있다^{5,11,12}. 몇몇 적절한 금속정 도입부에 대한 연구가 보고되어 왔으나^{4,16,20} 최근 McConnell 등은 관절내 손상을 최소화 할 수 있는 "safe zone"을 발표하였으며 외측 경골 극의 내측연을 적절한 도입부로 보고하였다¹⁶.

본 연구의 목적은 첫째, 골수강의 중심을 지나는 축이 McConnell이 제시한 "safe zone"을 통과하는지 알아보고 둘째, 어떤 수술적 도달법이 연부조직 손상을 최소로 하면서 앞에서 제시한 도입부에 도달할 수 있는지를 확인하고자 하였으며 셋째, 수술시 C-arm image intensified (C-arm)상에서 하지의 회전이 적절한 삽입부위를 찾는데 어떠한 영향을 주는지 알아보고 넷째, 근위 경골 골절에서 금속정 삽입위치에 따라 경골 근위부에서 각변형을 일으키지 않는 유효 직경을 측정하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

슬관절 이하 부위의 외상의 병력이 없는 25세부터 35세까지의 활동기 남녀 40명의 정상 지원자 (남자 20명, 여자 20

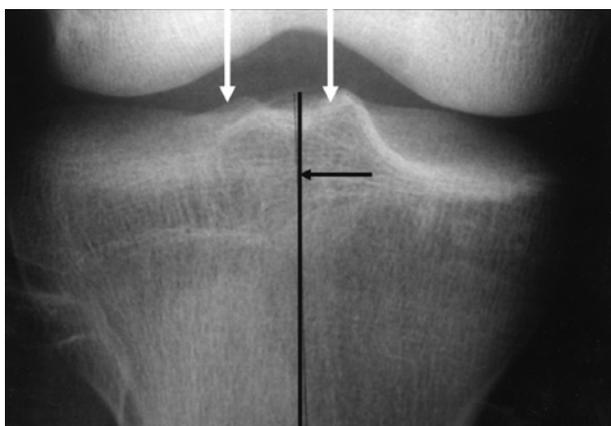


Fig. 1. Anteroposterior view of the right knee showing proper insertion site at the medial aspect of the lateral tibial spine; The white arrows indicate the safe zone; The black arrow indicate the central axis of medullary canal.

명)을 대상으로 하였으며 검사 당시의 평균 연령은 28세였다.

2. 연구 방법

1) 중심축과 경골 고평부와의 관계

적절한 삽입부를 찾기 위해 골수강의 중심을 찾고 이것이 McConnell이 제시한 "safe zone"을 통과하는지 보기 위해 각각의 정상 지원자의 우측 슬관절을 완전 신전한 상태로 비골의 골두가 경골에 50% 겹치도록 하면서 경골의 전장이 나오도록 경골의 전후방 방사선 사진을 얻은 후 경골 고평부에서 족관절 부위까지의 길이의 2/5지점에서와 3/5지점에서 골수강의 중심을 점으로 표시하고 이 두 점을 연장한 선을 그어 경골 골수강의 중심축을 구하였다. 이 중심축이 통과하는 경골 고평부의 지점을 삽입부로 결정한 후 "safe zone"을 지나는지 확인하고 삽입부와 외측 경골 극 첨부와와의 거리를 측정하였다 (Fig. 1).

2) 중심축과 슬개건과의 관계

방사선 투과 테이블에 지원자를 눕힌 후 슬관절을 90도 굴곡시킨 상태로 슬개골 하연에서 1 cm 하방부위에 슬개건 외측 및 내측 경계선을 방사선 비투과 물질을 이용하여 표시한 후 슬관절을 완전 신전시키고 C-arm하에 전후방 방사선 사진을 얻은 후 실험 1에서 구한 도입부를 K-강선으로 표시한 후 방사선 사진을 얻어 출력하였다. 출력된 사진에서 슬개건을 각각 내측부1/3, 중간부1/3, 외측부1/3로 나누고 K-강선으로 표시한 지점이 어느 구역에 해당하는지 분석함



Fig. 2. Anteroposterior view of the right knee with radiographic markers in place. The markers are labeled A, B, and C.
(A) Lateral border of patellar tendon.
(B) Medial border of patellar tendon.
(C) Proper insertion site (central axis of medullary canal)

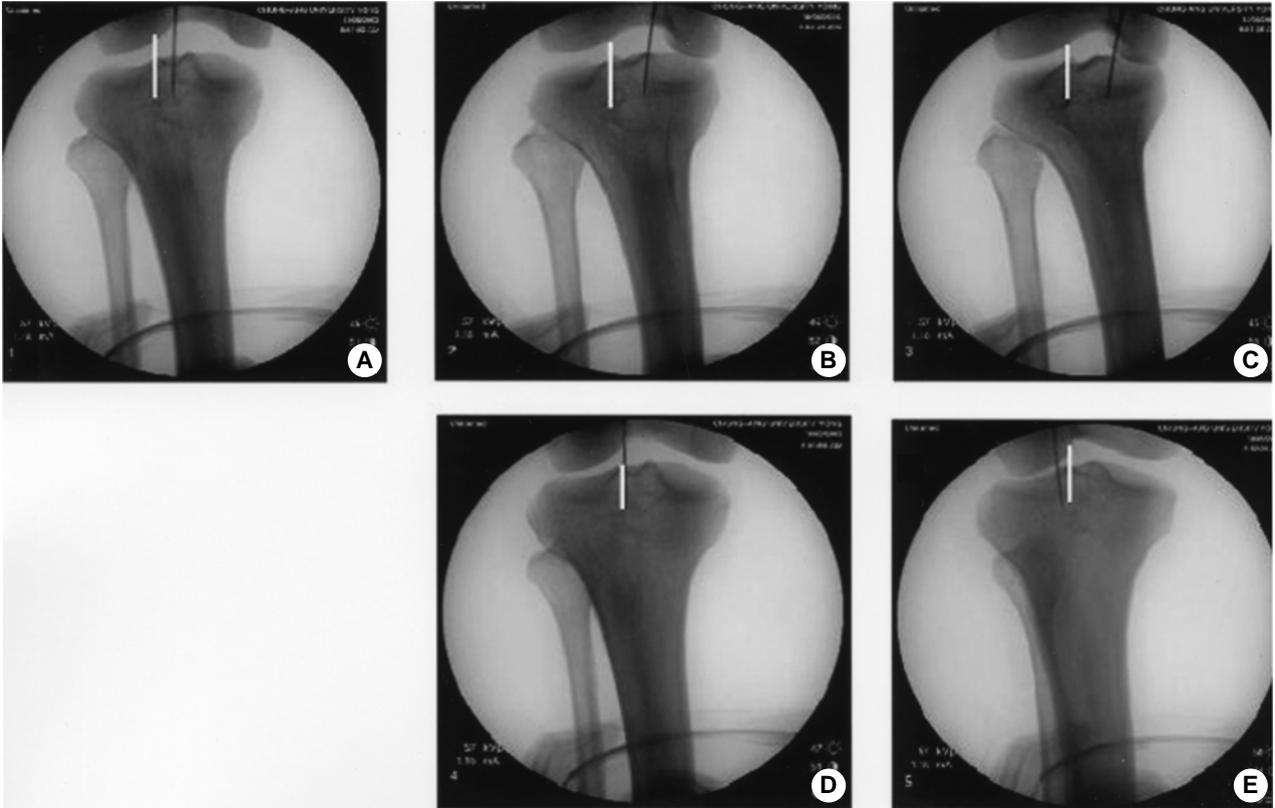


Fig. 3. The proper insertion site might be changed two times in internal rotation more than in external rotation. The white lines indicate lateral tibial spine.

(A) Neutral position, (B) 15° internal rotation, (C) 30° internal rotation, (D) 15° external rotation, (E) 30° external rotation

로써 첫 번째 연구에서 얻은 적절한 삽입부에 도달하기 위해 슬개건의 내측, 중간부, 외측 중 어느 쪽을 통과하는 것이 연부조직에 적은 영향을 주는지 알아보았다 (Fig. 2).

3) 도입부와 하지 회전과의 관계

도입부와 하지 회전과의 관계를 알기 위해 실험 2와 같은 방법으로 방사선 촬영을 시행하되 K-강선을 이용하여 실험 1에서 구한 삽입부를 표시한 후 하지를 외측 및 내측으로 각각 15도, 30도 회전을 시킨 후 외측 경골 극과 K-강선으로 표시된 지점과의 거리를 구하여 변화 정도를 알아보았다 (Fig. 3).

4) 유효 직경의 측정

10 mm의 금속정 template를 사용하여 실험 1에서 구한 골수강 중심을 지나도록 한 후 내측과 외측으로 각각 3, 4, 그리고 5 mm 이동시킨 후 금속정과 내측 및 외측의 경사와 만나는 점을 경골 전장의 길이에 대한 비율 A와 B로 표시하였다 (Fig. 4).

3. 통계분석

통계분석을 위해 SPSS for windows version 11.5을 이용하

여 student t-test을 시행하였다. p 값이 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 중심축과 경골 고평부와의 관계

40례 모두에서 골수강의 중심축은 경골 고평부의 중심에서 외측으로 평균 9.1 ± 5 mm 떨어진 곳이 중심인 평균 22.9 mm의 너비를 보이는 구간, 즉 McConnell이 제시한 "safe zone"을 모두 통과하고 있었다. 또한 외측 경골 극에서부터 중심축까지의 거리 측정 결과는 평균 4.3 ± 0.9 mm였으며 남녀간의 유의한 차이는 없었다 ($p=0.811$) (Fig. 5).

2. 중심축과 슬개건과의 관계

C-arm을 이용하여 촬영한 방사선 사진에서 슬개건을 내측 1/3, 중간1/3, 외측1/3로 똑같은 너비만큼 나눈 후 실험 1에서 구한 도입부가 어느 부위에 해당하는지 검사한 결과 슬개건의 내측1/3에 위치하는 경우가 6례, 중간1/3에 위치하는 경우가 20례, 그리고 외측1/3에 위치하는 경우가 14례로 나

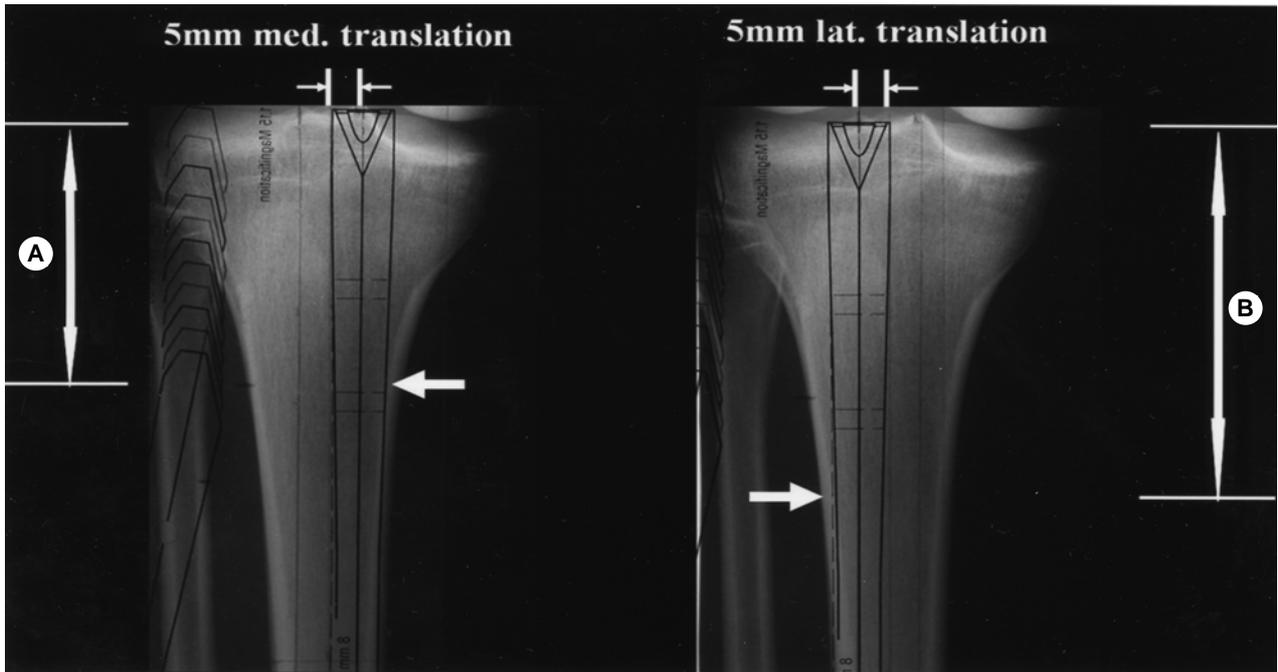


Fig. 4. Anteroposterior view of the right tibia with 5 mm medial and lateral translation of insertion site. (A) Is a ratio of medial slope about tibia length. (B) Is a ratio of lateral slope about tibia length.

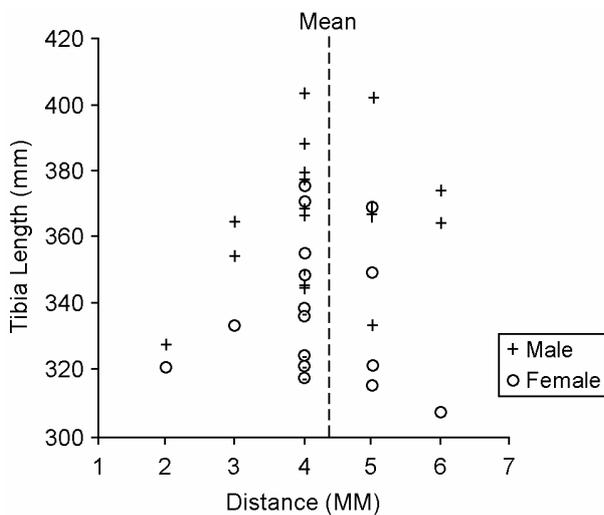


Fig. 5. Distribution of proper insertion sites according to distance from lateral tibial spine.

타났다. 슬개건을 내측1/2과 외측1/2로만 나눈 경우에는 내측 11례, 외측이 29례로 슬개건의 외측부에 많이 위치하고 있었다.

3. 도입부와 하지 회전과의 관계

실험 1에서 구했던 도입부의 위치를 표시한 후 하지를 15

도 및 30도로 내회전과 외회전 시켜 C-arm으로 촬영한 방사선 사진으로 외측 경골 극에서 거리를 구한 후 기존 위치와의 변화를 측정하였다. 내측으로 15도 및 30도 하지를 회전시켰을 때 평균 5.8 ± 0.6 mm 및 11.2 ± 0.8 mm의 변화를 보였으나 외측으로 회전시켰을 때는 각각 2.8 ± 0.7 mm 및 5.6 ± 0.9 mm의 변화로 외측보다 내측으로 하지가 회전되었을 때 약 2배 이상 큰 변화를 보였다 ($p=0.03$).

4. 유효 직경의 측정

3 mm 내, 외측 이동시 경골 근위부에서 내측 경사와 만나는 점까지의 길이에 대한 비율 A는 평균 $19.6 \pm 4\%$ 였고, 외측 경사와 만나는 점의 비율 B는 평균 $28.5 \pm 3\%$ 였다. 4 mm 내, 외측 이동시에는 각각 $17.5 \pm 3\%$ 였고, $24.2 \pm 4\%$ 였다. 5 mm 이동시에는 A가 $15.5 \pm 3\%$ 였으며 B는 평균 $20.9 \pm 4\%$ 측정되었다 (Fig. 6). 모든 예에서 A값이 B값보다 적었다 ($p<0.05$).

고 찰

골수정 삽입술은 성인에서 불안정한 경골 간부 골절이나 경도의 개방성 골절에서 가장 흔히 쓰이는 치료방법 중 하나이다^{7,9,16}. 경골 골수정 삽입술은 높은 골유합 비율, 조기 보행가능 및 정확한 정렬면에서 좋은 결과를 보여주고 있다. 그러나 흔하지는 않지만 감염, 구획증후군 같은 합병증도 보

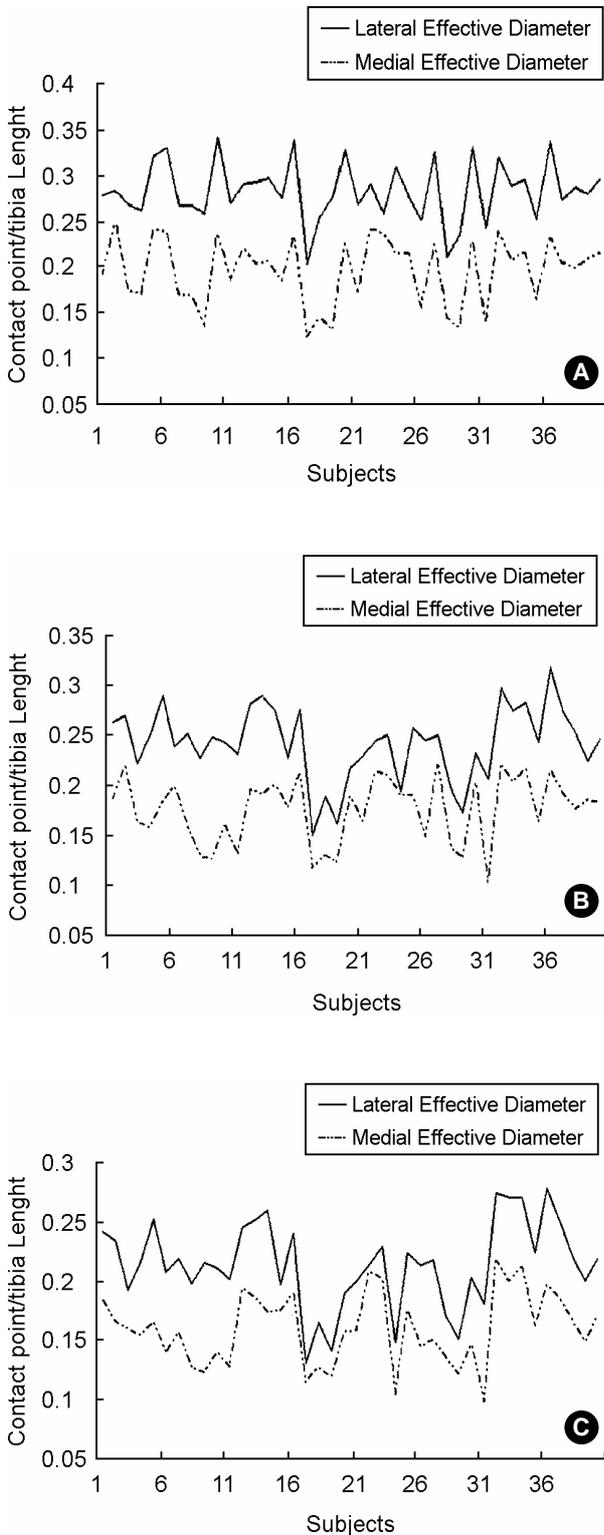


Fig. 6. The effective diameter is more narrow in medial slope than in lateral slope at proximal tibia.
(A) 3 mm translation
(B) 4 mm translation
(C) 5 mm translation.

고되고 있다^{17,19}. 슬관절 전방동통이 골수정 삽입술 후 가장 흔하게 보고되고 있지만^{5,10} 그 원인은 잘 알려져 있지 않다. 슬개건 절개를 통한 골수정 삽입술 시행 후 발생하는 슬개건 염과 골수정의 돌출이나 슬관절내의 구조물 손상에 의한 가능성이 보고되고 있으나 아직 많은 논란이 있다. 그러나 적절한 도달법에 의해 연부조직 손상을 최소화할 때 슬관절 전방동통을 줄일 수 있다는데는 이견이 없다. 또한 경골의 근위부 골절시에 약 58% 이상에서 부정유합이 발생할 수 있다고 보고되고 있는데 Henley는 이러한 부정유합을 첫째로 "췌기효과 (Wedge effect)", 둘째 슬개건의 끌어당기는 영향, 셋째로 내측 삽입부와 경골 근위부의 내측 경사가 유효 직경을 좁히는 것을 원인으로 설명하였다^{6,8,15}.

경골의 골수정 삽입술시 도입부에 대한 많은 연구가 있었다. Alms¹⁾는 외측 도입부를 언급했으며 Chapman³⁾은 경골 결절부 바로 윗부분을 도입부로 정한 후 슬개건을 절개하고 도달하는 방법을 제시했다. 또한 Samuelson은 경골 결절의 내측부를 적절한 삽입부로 제시하였다¹⁸. 최근의 해부학적 연구에 의해 McConnell¹⁶⁾은 전후방 방사선 사진상에서 외측 경골 극의 내측연을 관절내 구조물의 손상을 최소화 할 수 있는 이상적인 골수정 도입부로 제시하였는데 본 연구에서는 전후방 방사선 사진상에서 외측 경골 극의 첨부보다 평균 4.3 mm의 내측부위가 가장 적절한 위치로 나타났는데 이 부위는 McConnell이 제시한 "safe zone"에 해당한다.

적절한 삽입위치와 슬개건과의 관계를 알고 피부절개를 시행하면 연부조직의 손상을 최소화 할 수 있으며 슬관절 전방동통을 줄일 수 있을 것으로 생각한다. Althausen²⁾은 도입부에 도달하기 위한 접근법을 연구하기 위해 경골 극과 슬개건 사이의 관계를 연구하였으나 그 결과는 매우 다양하게 보고되었다. 본 연구에서도 적절한 삽입부의 위치가 슬개건의 외측1/2에서 내측1/2 보다 약 3배 이상 많은 것을 볼 수 있었다. 이는 일상적으로 슬개건의 내측으로 피부절개를 시행하는 것은 재고할 필요가 있음을 보여준다.

또한 적절한 삽입부의 위치가 실제 수술시 C-arm image을 통한 영상에서 하지의 회전, 특히 내회전에서 외회전보다 약 2배 이상의 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 그러므로 경골 골절시 중립위치에서, 슬관절의 굴곡보다는 신전상태에서 적절한 삽입부를 결정하는 것이 바람직하며 특히 하지의 내회전은 피해야 할 것이다.

근위 경골부위의 내측 경사로인해 내측부 유효 직경이 외측보다 좁기 때문에 외반으로 정복되는 경향이 있다^{8,9,13,14}. 본 연구에서도 금속정의 template을 각각 내측 및 외측으로 이동시켰을 때 3, 4, 5 mm 이동에서 모두 내측 유효 직경이 적은 것을 알 수 있었다. 또한 경골의 근위부로 갈수록 내측과 외측의 유효 직경 차이가 커짐을 알 수 있었다.

결론적으로 근위 경골의 골절시 골수정 삽입술을 시행할

때 부정유합을 방지하기 위해서는 적절한 삽입위치로 골수강의 중심부 즉, 경골 중립위치로 촬영한 방사선 사진상 외측 경골 극에서 내측으로 4.3 mm 정도의 위치로 하는 것이 좋겠으나 내측보다는 외측으로 삽입하는 것이 골수정 삽입시 각형성을 적게 하여 부정유합을 줄일 수 있으며, 이렇게 측정된 도입부에 도달하기 위해 슬개건과 도입부와의 관계를 술전에 확인하여 피부절개를 시행하는 것이 연부조직의 손상을 최소화 할 수 있을 것이다. 그러나, 본 실험은 방사선 사진상의 연구, 즉 평면에서의 결과로서 실제 입체적인 수술 상황에서 같은 결과가 나오는지에 대한 검토가 필요할 것이다.

결 론

경골 골수정 삽입술을 시행할 때 전후방 방사선 사진에서 외측 경골 극에서 약간의 내측이 금속성 도입부로 적절하다고 판단되며, 또한 삽입부와 슬개건 사이의 관계를 술전 미리 평가하여 일상적으로 내측 절개를 시행하는 것은 피해야 할 것이다. 특히 근위 경골 골절시에는 적절한 삽입부의 선택이 부정유합의 가능성을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 1) **Alms M:** Medullary nailing for fracture of the shaft of the tibia. *J Bone Joint Surg*, **44-B**: 328-339, 1962.
- 2) **Althausen PL, Neiman R, Finkemeier CG and Olson SA:** Incision placement for intramedullary tibial nailing: an anatomic study. *J Orthop Trauma*, **16**: 687-690, 2002.
- 3) **Chapman M:** Fractures of the shafts of the tibia and fibula. In: Chapman ed. *Chapman's orthopaedic Surgery med*. Philadelphia, PA. Lippincott-Williams & Wilkins, 755-809, 2000.
- 4) **Court-Brown CM, Christie J and McQueen MM:** Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type 1 open fractures. *J Bone Joint Surg*, **72-B**: 605-611, 1990.
- 5) **Court-Brown CM, Gustilo T and Shaw AD:** Knee pain after intramedullary tibial nailing: Its incidence, etiology, and outcome. *J Orthop Trauma*, **11**: 103-105, 1997.
- 6) **Freedman E and Johnson EE:** Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop*, **315**: 25-33, 1995.
- 7) **Gregory P and Saunders R:** The treatment of closed, unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocked nails. *Clin Orthop*, **315**: 48-55, 1995.
- 8) **Henley MB, Meier M and Tencer AF:** Influences of some design parameters on the biomechanics of the unreamed tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma*, **7**: 311-319, 1993.
- 9) **Hernigou P and Cohen D:** Proximal entry for intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg*, **82-B**: 33-41, 2000.
- 10) **Jarmo A. K. Toivanen, Olli Vaisto, BM, Pekka Kannus, Kyosti Latvala, et al:** Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg*, **84-A**: 580-585, 2002.
- 11) **Keating JF, Orfaly R and O'Brien PJ:** Knee pain after tibial nailing. *J Orthop Trauma*, **11**: 10-13, 1997.
- 12) **Koval KJ, Clapper MF, Brumback RJ, et al:** Complication of reamed intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*, **5**: 184-189, 1991.
- 13) **Kim DH, Kim KS, Shin KC, Chang BC and Kang DS:** The treatment of the proximal tibia fracture - comparison of the variable method of fixation. *J Korean Fracture Soc*, **11**: 443-448, 1998.
- 14) **Kwon JW, Sin SH, Sohn KT and Kim JI:** The problems of locked intramedullary nailing in the proximal shaft fractures of the tibia. *J Korean Fracture Soc*, **12**: 76-82, 1999.
- 15) **Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ and Kellam JF:** Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop*, **105**: 253-266, 1974.
- 16) **McConnell T, Tornetta III P, Tilzey J, et al:** Tibial portal placement: The radiographic correlate of the anatomic safe zone. *J Orthop Trauma*, **15**: 207-209, 2001.
- 17) **Moed BR and Strom DE:** Compartment syndrome after closed intramedullary nailing of the tibia: canine model and report of two cases. *J Orthop Trauma*, **5**: 71-77, 1991.
- 18) **Samuelson MA, Mcpherson EJ and Norris L:** anatomic assessment of the proper insertion site for a tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma*, **16**: 23-25, 2002.
- 19) **Tornetta III P and French BG:** Compartment pressures during non-reamed tibial nailing without traction. *J Orthop Trauma*, **11**: 24-27, 1997.
- 20) **Tornetta III P, Riina J, Geller J, et al:** Intraarticular anatomic risks of tibial Nailing. *J Orthop Trauma*, **13**: 247-251, 1999.