

## 한국 성인 대퇴골에 대한 LCP-DF (Locking Compression Plate-Distal Femur)의 정합도 - 사체 연구 -

오종건 · 오창욱\* · 박선화\*\* · 노권재 · 정창원

이화의대 정형외과학교실, 경북대학교 의과대학 정형외과학교실\*, 고려대학교 의과대학 해부학교실\*\*

**목 적:** Locking compression plate-Distal femur (LCP-DF)가 한국 성인 대퇴골 표면에 잘 일치하는지 여부를 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 성인의 사체에서 얻은 대퇴골 67개를 대상으로 11 hole LCP-DF를 대퇴골 외측에 평행하게 위치시킨 후 나사로 고정하였다. 대퇴골 간부 외측면과 금속판이 밀착되지 않는 부위를 관찰하고 외측 피질골에서 금속판 내면까지 거리를 측정하였다. 금속판이 가장 잘 밀착된 위치에서 가장 원위부에 삽입되는 나사못과 관절면 사이의 각도를 측정하였다.

**결 과:** LCP-DF는 전체적으로 대퇴골 외측면에 잘 밀착되었으나 금속판 근위부의 4~5번 째 나사못 구멍에서부터 뼈로부터 외측으로 떨어지기 시작하여 금속판의 근위 끝 부분에서는 평균 9.58 (0~18) mm가 뼈에서 떨어졌다. 가장 원위부에 위치한 잠김 나사의 관절면 침범은 한 차례도 없었고 이 나사에 대해 슬관절은 평균 3도 (0~9) 외반되게 위치하였다.

**결 론:** 9 hole 이상의 LCP-DF를 사용할 경우에는 금속판을 구부려 사용하는 것을 고려해야 할 것으로 생각한다. 관절에 가장 근접한 나사못은 관절면에 약 3도 내반되어 위치하므로 수술 중 방사선 사진으로 이를 고려하면 골절부의 관상면 선열이 옳은지 여부를 판단하는데 도움을 줄 수 있으리라 생각한다.

**색인 단어:** 대퇴골, 원위부 골절, Anatomically pre-shaped plate, LCP-DF, 정합도

## Conformity of the LCP-DF (Locking Compression Plate-Distal Femur) in Korean Adult Femur - A Cadaver Study -

Jong-Keon Oh, M.D., Chang-Wug Oh\*, M.D., Sun-Hwa Park\*\*, M.D., Kwon-Jae Roh, M.D., Chang-Won Jeong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dongdaemun Hospital, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University Hospital, 50, 2-Ga,

SamDok-Dong, Chung-Gu, Daegu, 700-721, Korea\*,

Department of Anatomy, College of Medicine, Korea University, Anam-dong 5ga,

Seongbuk-gu, 136-705, Seoul Korea\*\*

**Purpose:** To evaluate the conformity of the anatomically pre-shaped LCP-DF to the femurs of the Korean adult.

**Materials and Methods:** 67 adult femur obtained from the Korean adult cadaver were used. An eleven-hole LCP-DF was applied to the lateral surface of the distal femur according to the contour. Then the distance from the inner surface of the plate to the cortex was measured at the sites of mismatch. The angle between the distal most screw and the articular surface was measured.

**Results:** Mismatch was found at the level of proximal 4~5 holes of the plate with an average distance of 9.58 mm (0~18) at the tip of the plate. Otherwise, the overall conformity of the LCP-DF was excellent. The distal most screws are positioned such that the joint line is 3 degrees of valgus to this screw in average (range 0~18).

**Conclusion:** It may be necessary to consider to bend the plate in case of mismatch at the tip especially for the plate longer than 9-hole plate. The angular relation between the distal most screw and the joint line can assist the judgement for the coronal plane alignment.

**Key Words:** Femur, Anatomically pre-shaped plate, LCP-DF, Conformity

통신저자 : 오 종 건

서울시 종로구 종로 6가 70번지 110-783

이화의대 동대문 병원 정형외과

Tel : 02-760-5130, 5131 · Fax : 02-762-3985

E-mail : jongkeon@ewha.ac.kr

Address reprint requests to : Jong-Keon Oh, M.D.

70, chongro-6ka, chongro-ku, Department of Orthopedic Surgery, Ewha Womans University Dondaemun Hospital, 110-783, Seoul, Korea

Tel : 02-760-5130, 5131 · Fax : 02-762-3985

E-mail : jongkeon@ewha.ac.kr

\*본 논문의 일부 요지는 2004년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

## 서 론

최근 대퇴골 원위부 골절의 고정용 잠금 압박 금속판 (LCP-DF; locking compression plate-distal femur, Synthes global, US)이 도입되어 사용되기 시작하고 있다. LCP는 나사못의 머리와 금속판의 나사 구멍이 서로 맞 물려 고정력을 얻는 내고정 장치 (internal fixator)로서 LCP-DF는 대퇴골 원위부의 해부학적 형상에 잘 맞는 모양 (anatomically pre-shaped)으로 제작되어 뼈의 모양에 맞춰 금속판을 휘 (contouring) 필요가 없다고 소개되고 있다 (Fig. 1). 하지만 이는 서양인을 기준으로 제작된 것으로서 한국인의 대퇴골에도 본래의 제작 의도처럼 대퇴골 표면에 잘 일치하는지에 대해서는 검증된 바가 없다. 본 연구에서는 한국 성인 대퇴골에 대한 LCP-DF의 해부학적 정합도 (整合度; conformity)를 확인하고 금속판과 나사못의 위치와 주요 해부학적 지표 (anatomical landmark) 사이의 관계를 기술하여 시술할 때 사용할 수 있는 시술 지침을 찾아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. LCP-DF

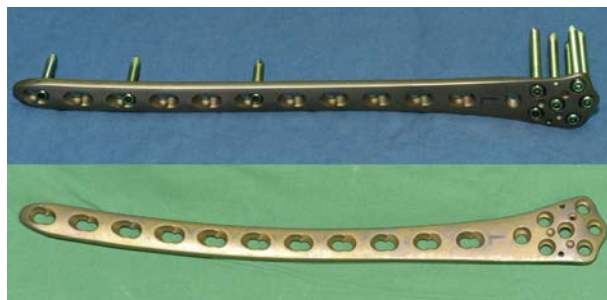
LCP-DF는 금속판의 원위부 (spoon part)에 7개의 잠금 나사 구멍 (locking hole)이 있고 근위부 (shaft)에는 11개의 결합 구멍 (combination hole)이 있는 가장 긴 제품을 사용하였다 (Fig. 1).

### 2. 대퇴골

성인의 사체에서 얻은 72개의 대퇴골 중 5개는 LCP-DF가 대퇴골의 외측 표면에 전혀 밀착되지 않아 뼈 자체에 기형이 있는 것으로 간주하고 제외하였고 나머지 67개를 대상으로 하였다. 사체의 평균 연령은 63세 (31~95)였고 성별은 남자가 48명 여자가 19명 이었다. 우측 대퇴골이 39개 좌측 대퇴골이 28개 사용되었다.

### 3. 금속판 고정 및 측정

LCP-DF의 원위부가 대퇴골 원위부의 외과 외측면의 윤곽을 중심으로 가장 자연스럽게 밀착되도록 하고 측면에서 금속판의 간부가 대퇴골의 간부 축에 평행하게 위치시킨 후 잠금 나사를 고정하였다 (Fig. 2A, B, C). 이 상태에서 대퇴골 간부 외측면과 금속판이 밀착되지 않는 부위를 해당하는 나사 구멍의 위치로 기록하였다. 밀착되지 않는 부위에서는 외측 피질골에서 금속판 내면까지 거리를 vernier calipers로 측정하였다. 금속판이 가장 잘 밀착된 위치에서 금속판의 원위부 (spoon part)의 잠금 나사가 관절면을 침범하거나 과



**Fig. 1.** The photographs show 11 hole LCP-DF which has anatomically pre-shaped contour exactly same as the LISS (less invasive stabilization system) plate.



**Fig. 2.** (A, B) A LCP-DF is applied to the adult femur along the lateral surface of the distal femur.

(C) The plate is applied such that it is parallel to the shaft axis on the lateral view.

간 절흔 (intercondylar notch)을 관통하지 않는지 가장 원위부에 위치한 잠금 나사못 구멍에 드릴을 삽입하여 확인하였다. 금속판이 가장 잘 밀착된 상태에서 관절면의 가장 원위부에 삽입되는 나사와 대퇴골 원위 관절면이 이루는 각을 측정하였다 (Fig. 3). 이를 통해 수술할 때 골절부에서 내반 혹은 외반 부정선열이 발생하였는지를 가늠할 수 있는 방사선 지표를 알아보고자 하였다.



**Fig. 3.** The relation between the distal most screw and the distal femoral articular surface was evaluated. The arrow head indicates the direction of the drill bit for the distal most locking screw. The arrow indicates the metal ruler that is used to represent the distal femoral joint line. The direction of the screw is parallel to the joint line.

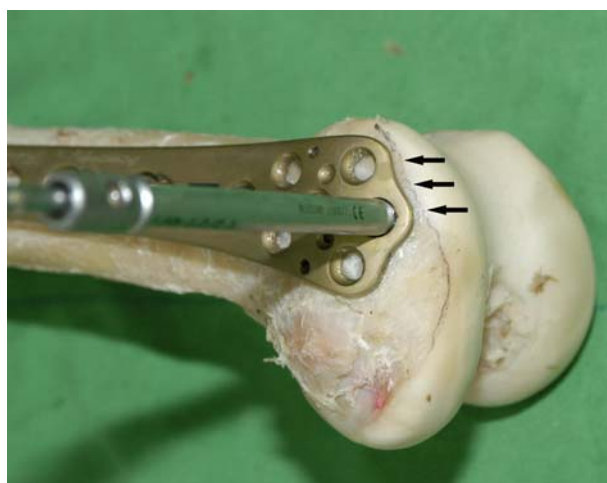


**Fig. 4.** The photograph shows typical conformity of the LCP-DF. The arrow indicates the mismatch at the tip of the plate. Otherwise, the LCP-DF fits to the distal femur very well.

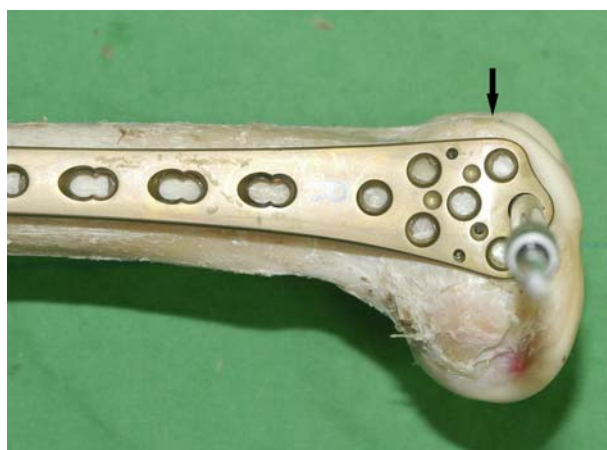
## 결 과

### 1. LCP-DF의 정합도

거시적으로 관찰한 결과 LCP-DF는 전체적으로 대퇴골 외측면에 잘 밀착되었으나 금속판 근위부의 4~5번 제 나사못



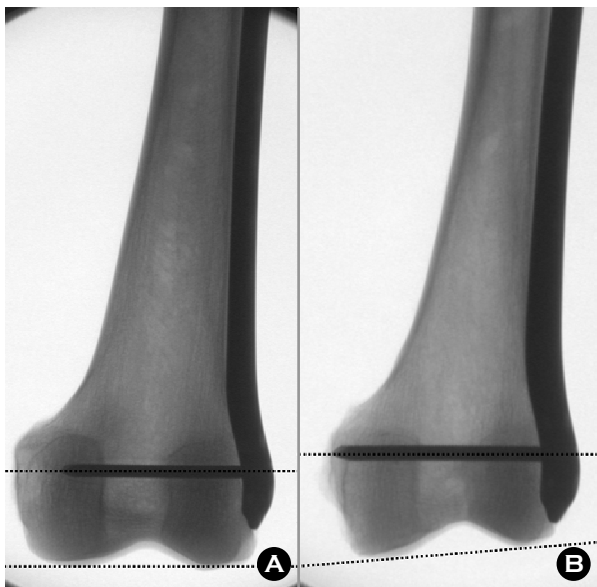
**Fig. 5.** The photograph shows position of the plate head in relation to the articular surface. The arrows indicate the synovial attachment site.



**Fig. 6.** The photograph shows the position of the plate head in relation to the anterior most point (arrow) of longest sagittal dimension of the lateral femoral condyle.

구멍에서부터 뼈로부터 외측으로 떨어지기 시작하여 금속판의 근위 끝 부분에서는 평균 9.58 mm (0~18)가 뼈에서 떨어진 양상을 나타내었다 (Fig. 4). 금속판이 잘 밀착된 상태에서 금속판의 spoon part 끝 부분이 외과 관절연골의 활액막 부착부에 놓이거나 약 1~2 mm 간격을 두고 위치하였다 (Fig. 5). 또한 금속판 spoon part의 전면은 외과 전후면 길이가 가장 긴 (longest sagittal diameter) 부위의 앞쪽 돌출 부위에서 약 5 mm 가량 떨어져서 위치하였다 (Fig. 6). 가장 원위부에 위치한 잠금 나사의 관절면 침범은 한 차례 있었다. 원위 나사에 대해 슬관절면은 평균 3도 (0~9) 외반위로 위치하였다 (Fig. 7).





**Fig. 7.** (A) The distal locking screw is parallel to the joint line. (B) The joint line is about 3 degrees of valgus to the distal locking screw.

## 고 찰

지난 십년간 금속판의 발전은 크게 두 흐름이 있어 왔다. 하나는 소위 관절 주위 금속판이라 불리는 금속판의 개발이다. 기존에 관절 주위 골절에 사용되던 금속판이 뼈의 표면 형상에 잘 맞지 않는 점과 크기가 불필요하게 크다는 문제 등을 개선하기 위해 개발된 것으로 Laser scanning technology 등의 도입으로 뼈의 표면 형상에 대한 보다 정확한 정보들을 얻고 이를 기반으로 금속판을 제작하는 것이 가능해졌다. 그 결과 소위 Anatomically pre-shaped plate system들이 개발되어 사용되기 시작했다<sup>1,2,7,12,13</sup>).

또 다른 금속판의 발전은 AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfüragen)에 의해 주도 되었는데 이는 잠금 개념(locking concept)의 도입이다. Locking plate는 금속판의 나사못 구멍과 나사못의 머리 사이가 나사산(thread)에 의해 잠김으로써 고정력을 얻어 소위 내고정 장치(internal fixator)로 불리며 대표적인 것이 Less invasive stabilization system(LISS)이다<sup>9,10,14,18,21</sup>). 그러나 LISS는 경피적 나사못 삽입용 유도 장치(aiming arm)의 가격이 매우 비싸 개발된지 10여년이 지난 지금까지도 선진국의 대규모 외상센터를 제외하고는 대중적으로 사용되지 못하고 있으며 국내에는 수입되지 않고 있다. 또한 LISS는 금속판 간부의 나사못 구멍이 모두 잠금 나사만 고정할 수 있는 형태로 제작되어 가교형 금속판 기능 외에 골절부에 역동성 압박을 가하여 사용할 수 없는 단점이 있다.



**Fig. 8.** (A) The illustration represents a typical mismatch at the tip of the plate. (B) Reduction of the proximal fragment to the plate may bring on a valgus malalignment at the fracture site.

한편 기존의 나사(conventional screws)와 잠금 나사를 선택적으로 사용할 수 있는 combination hole 개념이 기존 LC-DCP에 접목되어 LCP(locking compression plate)가 개발되게 되었다. LCP는 잠금 나사(locking head screw)에 의해 고정력을 얻으므로 기존의 금속판에 비해 상대적으로 정확한 contouring이 필요하지 않은 것이 장점으로 부각되고 있다<sup>6,8,11,15~17,19,20</sup>). 그러나 LCP의 주된 용도가 간단부 분쇄 골절의 가교 금속판 고정술인 점을 감안하면 관절 주위 고정에서 contouring이 잘 되지 않은 상태로 사용하면 나사못의 방향이 관절면을 향하거나 피부에 자극을 주는 등의 문제가 유발될 수 있다. 이런 문제에 대응하기 위해 관절 주위 뼈의 형상에 맞게 anatomically pre-shaped LCP가 개발되었는데 LCP-DF는 대퇴골 원위부 골절 고정용으로 개발된 pre-shaped LCP로서 LISS와 동일한 모양이나 간부에 combination hole을 가진 금속판이다.

따라서 LCP-DF는 anatomically pre-shaped plate의 장점과 잠금 개념을 모두 갖고 있으며 최근 국내에 도입되어 점차 그 사용이 늘고 있다.

이번 연구에서는 이러한 LCP-DF가 과연 한국인의 대퇴골 골절에 사용할 때 뼈의 표면 형상에 잘 일치되어 더 이상의 contouring 없이 사용할 수 있을지 알아보았다.

Kregor 등<sup>9</sup>은 임상 시술 경험을 통해 LISS plate가 저자들이 측정한 동일 부위에서 1~1.5 Cm 떨어져서 위치하였고 이러한 해부학적 지식이 LISS plate로 시술할 때 금속판의 위치가 적절한지 판단하는 정보를 제공한다고 하였다. 본 연구에서 LCP-DF는 대퇴골 외과와 과상부의 외측면에 잘 밀착되었고 이때 spoon part 끝 부분은 관절연골의 활액막 부착부에 인접하여 위치하였고 spoon part의 전면은 외과의 전후면

길이가 가장 긴 (longest sagittal diameter) 부위의 앞쪽 돌출 부위에서 약 5 mm 가량 떨어져서 위치하였다 (Fig. 5, 6). 따라서 이러한 해부학적 지식은 실제 수술 과정에서 LCP-DF가 적절하게 위치하였는지 여부를 판단하는데 도움을 줄 수 있으리라 생각한다. 또한 가장 원위부에 위치한 잠김 나사는 관절면이나 과관 절흔을 침범하지 않았고 이 나사에 대해 슬관절면은 평균 3도 (0~9) 외반위로 위치하였다. 따라서 수술할 때 금속판이 이상적인 위치에 놓였다면 가장 원위부의 잠김 나사가 관절면에 거의 평행하거나 3도 가량 내반된 위치로 삽입되어야 할 것이다 (Fig 7). 만일 이 나사못이 관절면에 3도 이상 내반된 위치로 삽입되었다면 골절부에서 외반 부정선열이 초래될 수 있으므로 고려해야 할 것이다. 따라서 가장 원위부의 잠김 나사 구멍에 드릴을 삽입한 후 방사선 영상 증폭기로 관절면에 평행하거나 3도 내의 내반위치로 삽입되었는지 확인한 후 나사를 삽입하는 것이 좋으리라 생각한다.

한편 LCP-DF의 근위부는 상대적으로 뼈에 잘 밀착되지 않았는데 근위 끝 부분에서는 평균 9.58 mm (0~18)가 뼈에서 떨어진 양상을 나타내었다 (Fig. 4). 이런 특징은 최소 침습성 경피적 금속판 고정술을 이용하여 LCP-DF로 고정할 때 다음과 같은 기술적 문제를 야기할 수 있을 것으로 예상된다. 일반적으로 관절면은 관혈적 정복을 시행하고 과상부를 정복하는 방법은 다음의 두 가지로 크게 나눌 수 있다. 첫 째는 골절을 도수 정복하고 외부 장치를 이용해서 정복 상태를 유지하고 금속판을 경피적으로 고정하는 방법이다<sup>1)</sup>. 이 때 사용할 수 있는 외부 장치로는 골절 테이블, 외고정 장치, 대퇴골 견인기 (femoral distractor) 그리고 최근에 AO에서 개발한 Minimally invasive reduction instruments 등이 있다. 이 방법의 장점은 일단 정복이 되면 그 상태가 유지되므로 경피적으로 금속판을 고정하는 과정이 용이하다는 것이다. 하지만 추가로 장비가 필요하고 이 장치를 금속판이 놓일 자리를 피해 설치하여 정복을 얻는 과정이 매우 어려운 단점이 있다. 두 번째 방법은 금속판의 모양에 맞춰 골절을 정복하는 방법 (reduction over the plate)이다<sup>9,10,14,20</sup>. 우선 견인으로 과상부를 도수 정복하고 LCP-DF를 근육 밑으로 밀어 넣은 후 원위 관절 골편에 기준 나사를 하나 관절면에 평행하게 고정하고 근위부에 절개를 가하여 금속판의 근위부를 노출하고 고정용 클램프로 금속판을 뼈에 임시 고정한다. 정복 상태를 방사선 영상 증폭기로 확인하고 순차적으로 필요한 부위에 나사못을 고정한다. 역시 정복을 해 나가는 과정이 쉽지는 않지만 추가의 장비가 필요 없어 저자는 이 방법을 선호한다.

하지만 LCP-DF의 근위 끝 부분이 평균 9.58 mm 뼈에서 떨어진 점을 감안할 때 금속판에 맞춰 골절을 정복하면서 클램프로 금속판의 근위부를 뼈에 밀착하여 조이면 원위 골

편이 외반되는 힘이 발생할 것으로 예상된다 (Fig. 8A, B). 물론 LCP-DF가 잠김 나사를 사용하므로 견인으로 뼈의 길이, 회전 정렬, 관상면 정렬, 시상면 정렬을 잘 유지하고 금속판의 근위부가 뼈에서 다소 뜬 상태로 고정하면 이런 문제를 극복할 수 있다. 그러나 클램프를 사용하지 않고 방사선 증폭장치로 뼈의 길이, 회전 정렬, 관상면 정렬, 시상면 정렬을 확인하는 동안 견인만으로 정복을 유지하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 필요하다면 금속판을 조금 휘어서 사용하는 것도 대안이 될 수 있다.

위에 열거한 수술 방법들은 모두 장단점이 있고 그 선택은 술자의 경험과 선호도에 의해 크게 좌우될 수밖에 없다. 하지만 LCP-DF를 한국 성인 대퇴골에 고정할 때 근위부가 밀착되지 않을 수 있다는 점과 가장 원위부에 위치한 나사못이 관절면 평행하거나 약 3도 내반되어 위치한다는 해부학적 특징은 실제 수술 과정에서 유용한 정보가 되리라 기대한다. 다만 본 연구가 67례의 제한된 수의 검체를 이용하였고 대부분 고령이라 한국 성인을 대표하는 표본 집단이라고 하기에는 무리가 있다. 따라서 본 연구 결과는 추후 많은 임상 연구를 통해 검증되어야 할 것이며 대퇴골의 크기 그리고 만곡 정도와 근위부 밀착 정도의 상관 관계에 대한 추가 연구가 필요하리라 생각한다.

## 결 론

11 hole-LCP-DF는 근위 4~5 나사못 구멍 부위에서 다소 뼈에서 떨어지는 것을 제외하면 전체적으로 좋은 정합도 (conformity)를 보였다. 따라서 9 hole 이상의 긴 금속판을 사용할 경우에는 금속판을 구부려 사용하는 것도 고려해야 할 것으로 생각한다. 관절에 가장 근접한 나사못은 관절면에 약 3도 내반되어 위치하므로 수술 중 방사선 사진으로 이를 고려하면 골절부의 관상면 선열이 옳은지 여부를 판단하는데 도움을 줄 수 있으리라 생각한다.

## 감사의 글

대퇴골 시편 채취를 위해 수고를 아끼지 않으신 해부학 교실의 엄기천, 문성진 두 분께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 1) Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Henley MB and Benirschke S: Complications associated with internal fixation of high-energy bicondylar tibial plateau fractures utilizing a two-incision technique. *J Orthop Trauma*, **18**: 649-645, 2004.
- 2) Bjorkenheim JM, Pajarinen J and Savolainen V: Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking com-

- pression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand*, **75**: 741-745, 2004.
- 3) **Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S and Schavan R**: The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury*, **32**: 24-31, 2001.
  - 4) **Frigg R**: Development of the Locking Compression Plate. *Injury*, **34**: 6-10, 2003.
  - 5) **Frigg R**: Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). *Injury*, **32**: 63-66, 2001.
  - 6) **Gautier E and Sommer C**: Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, 34 Suppl **2-B**: 63-76, 2003.
  - 7) **Hausman M and Panozzo**: Treatment of distal humerus fractures in the elderly. *Clin Orthop*, **425**: 55-56, 2004.
  - 8) **Korner J, Lill H, Muller LP, Rommens PM, Schneider E and Linke B**: The LCP-concept in the operative treatment of distal humerus fractures-biological, biomechanical and surgical aspects. *Injury*, **34**: 20-30, 2003.
  - 9) **Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, Cole PA and Alonso J**: Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.): the technique and early results. *Injury*, 32 Suppl **3**: SC32-47, 2001.
  - 10) **Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M and Cole PA**: Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma*, **18**: 509-520, 2004.
  - 11) **Leung F, Zhu L, Ho H, Lu WW and Chow SP**: Palmar plate fixation of AO type C2 fracture of distal radius using a locking compression plate-a biomechanical study in a cadaveric mode. *J Hand Surg*, **28-B**: 263-266, 2003.
  - 12) **Mills WJ and Nork SE**: Open reduction and internal fixation of high-energy tibial plateau fracture. *Orthop Clin North*, **33-A**: 177-198, 2002.
  - 13) **O'Driscoll SW, Sanchez-Sotelo J and Torchia M**: Management of the smashed distal humerus. *Orthop Clin North*, **33-A**: 19-33, 2002.
  - 14) **Schutz M, Muller M, Regazzoni P, et al**: Use of the Less Invasive Stabilization System (LISS) in patients with distal femoral (AO33) fractures: a prospective multicenter study. *Arch Orthop Trauma Surg*, **125**: 102-108, 2005.
  - 15) **Sommer C**: Locking Compression Plate. *Injury*, **34**: 4-5, 2003.
  - 16) **Sommer C, Gautier E, Muller M, Helfet DL and Wagner M**: First clinical results of the Locking Compression Plate (LCP). *Injury*, **34**: 43-54, 2003.
  - 17) **Stoffel K, Dieter U, Stachowiak G, Gächter A and Kuster MS**: Biomechanical testing of the LCP--how can stability in locked internal fixators be controlled. *Injury*, **34**: 11-19, 2003.
  - 18) **Ricci AR, Yue JJ, Taffet R, Catalano JB, DeFalco RA and Wilkens KJ**: Less Invasive Stabilization System for treatment of distal femur fractures. *Am J Orthop*, **33**: 250-255, 2004.
  - 19) **Ring D, Kloen P, Kadzielski J, Helfet D and Jupiter JB**: Locking compression plates for osteoporotic nonunions of the diaphyseal humerus. *Clin Orthop*, **425**: 50-54, 2004.
  - 20) **Wagner M**: General principles for the clinical use of the LCP. *Injury*, **34**: 31-42, 2003.
  - 22) **Weight M and Collinge C**: Early results of the less invasive stabilization system for mechanically unstable fractures of the distal femur (AO/OTA types A2, A3, C2, and C3). *J Orthop Trauma*, **18**: 503-508, 2004.