

Locking Compression Plate를 이용한 원위 요골 골절의 치료

심재천 · 정남식 · 홍기도 · 하성식 · 강지훈

서울위생병원 정형외과

목 적: 원위 요골 골절의 치료로 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 사용한 환자를 대상으로 임상적 결과를 분석하여 관혈적 정복술에 있어서 LCP의 유용성을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: 원위 요골 골절로 인하여 내원한 환자 중에서 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 이용한 관혈적 정복술 및 금속내 고정술을 시행 받은 후 6개월 이상 추시가 가능하였던 15명의 환자를 분석하였다. 수술 후 최종 평가는 방사선 촬영의 분석과 종합적인 기능 평가 시스템인 Modified Mayo Wrist Scoring System을 이용하였다.

결 과: 수술 후 모든 예에서 관절면의 해부학적 정복을 얻을 수 있었다. 방사선 사진상 요골 길이는 수술 전 평균 9.0 mm에서 수술 후 평균 11.8 mm로 향상되었으며, 요골 경사는 수술 전 평균 14.7°에서 수술 후 평균 20.9°, 수장측 경사는 수술 전 평균 -6.3°에서 수술 후 평균 8.3°, 요골 원위 관절면의 층형성은 수술 전 평균 1.4 mm에서 수술 후 평균 0.3 mm로 향상되었다. 기능적 결과는 Modified Mayo Wrist Score가 평균 89점으로 우수가 11예, 양호가 3예, 보통이 1예였다. 합병증으로는 2예에서 경한 정중신경 압박 증세가 관찰되었고 1예에서 원위 요척 관절 부위에 동통이 있었다. 부정유합, 불유합, 나사못 이완 등의 증거는 보이지 않았다.

결 론: 원위 요골의 골절 환자의 치료에서 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 이용한 수술은 합병증을 줄이고 기능을 보다 향상시킬 수 있는 좋은 치료 방법으로 사료된다.

색인 단어: 원위 요골, 전방 도달법, 전방 금속판 고정술, Locking compression plate (LCP)

Treatment of Fractures of the Distal Radius using Locking Compression Plate

Jae-Cheon Sim, M.D., Nam-Sik Chung, M.D., Ki-Do Hong, M.D., Sung-Sik Ha, M.D., Ji-Hoon Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Adventist Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the usefulness of locking compression plate (LCP) and volar plating through anterior approach for distal radius fracture.

Materials and Methods: We retrospectively analysed that 15 distal radius fracture, which would not be reduced by closed reduction or too comminuted to maintain reduction or articular surface incongruity, were treated by open reduction through anterior approach and volar plating using LCP. The results were evaluated by preoperative and postoperative radiographs. Functional results were analysed using the Modified Mayo Wrist Scoring System.

Results: All cases achieved anatomical articular surface reduction postoperatively. In terms of radiologic analysis, mean radial length (9.0 mm vs. 11.8 mm), radial inclination (14.7° vs. 20.9°), volar tilt (-6.3° vs. 8.3°) and articular step-off (1.4 mm vs. 0.3 mm) were improved. The average Modified Wrist Score was 89. Nonunion or malunion was not occurred.

Conclusion: Open reduction through anterior approach and volar plating using LCP is a useful method that provides excellent results with few complications in the treatment of fracture of the distal radius.

Key Words: Distal radius, Anterior approach, Volar plating, Locking compression plate (LCP)

통신저자 : 정 남 식

서울시 동대문구 회경2동 29-1

서울위생병원 정형외과

Tel : +82-02-2210-3581 · Fax : +82-02-2217-1897

E-mail : ultrajihoon@hanmail.net

Address reprint requests to : Nam-Sik Chung, M.D.

29-1 Hwikyong 2-Dong, Dongdaemoon-Ku, Seoul, Korea Department of Orthopedic Surgery, Seoul Adventist Hospital

Tel : +82-02-2210-3581 · Fax : +82-02-2217-1897

E-mail : ultrajihoon@hanmail.net

서 론

요골 원위부의 골절은 매우 흔하게 발생된다²⁰⁾. 일상적인 생활에 결정적인 장애가 없는 것을 목표로 치료했던 과거와는 달리 최근에 들어서는 골절 부위의 해부학적 정복과 견고한 내고정을 통한 조기 관절 운동으로 만족스런 기능의 회복을 조기 달성하려는 것으로 치료 방향이 변하고 있다^{10,17,20,26,28,29,32)}. 이를 위해 관혈적 정복술 및 내고정술은 여러 가지 방법이 개발되었고 요골 원위부 골절의 금속판 고정술을 위한 접근법은 골절의 위치나 골절편의 전위 방향에 따라 결정되어지는 것이 일반적이었다²⁰⁾. 요골 원위부 골절은 대개 후방에 골절편이 있는 경우가 많아 후방 접근법 및 후방 금속판 고정술이 가장 흔히 사용되었으나, 금속판과 직접적인 접촉으로 인한 신전건의 염증, 마멸, 파열과 신전지대의 손상, Lister 결절의 절제 등이 문제점으로 남아 있었다. 이의 해결을 위해 후방으로 전위된 요골 원위부의 골절 치료에도 전방 접근법 및 전방 금속판 고정술이 시도되었다^{15,20,21,31,34)}. 한편으로 골유합을 촉진시키기 위하여 생물학적인 특성을 살리고¹³⁾ 금속판내 나사못의 유리하고 그에 따른 정복의 소실을 막기 위해²⁰⁾ 나사못의 움직임을 없애고 고정각을 가진 Locking compression plate (LCP)가 개발되었다. LCP는 피질골의 혈류 보존과 각변형 및 축성변형의 안정성을 도모하고 있다^{9,16,20,23)}. 이 연구의 목적은 원위 요골 분쇄 골절의 치료로 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 사용한 환자를 대상으로 임상적 결과를 분석하여 원위 요골 골절의 관혈적 정복술에 있어서 LCP의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 9월부터 2004년 6월까지 본원에 원위 요골 골절로 인하여 내원한 환자 중에서 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 이용한 관혈적 정복술 및 금속내 고정술을 시행 받은 후 6개월 이상 추시가 가능하였던 15명의 환자를 대상으로 하였다. 남자 6명, 여자 9명이었으며 환자의 나이는 33세에서 75세까지로 평균 57.5세였다. 우성측 골절이 10예, 반우성측 골절이 5예였다. 넘어진 경우가 9명, 추락의 경우가 4명, 교통사고가 2명이었다. 원위부 골절의 분류는 Fernandez 분류법에 의해서 Type I이 2예, Type II가 3예, Type III가 7예, Type V가 3예였고, AO 분류법에 의해서는 A3가 2예, B2가 2예, C1이 3예, C2가 5예, C3가 3예였다. 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술로 LCP를 이용한 수술적 치료는 수상 후 평균 4.2일에 시행하였다. 도수 정복이 되지 않았거나, 심한 분쇄 골절로 다른 치료법으로 도수 정복 상태가 유

지되지 못했거나, 관절면의 해부학적 정복이 필요한 경우 수상 후 평균 4.2일에 LCP를 이용한 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술을 시행하였다.

2. 수술 방법 및 재활

전신 마취 하에서 원위 전완부 전방 도달법으로 수술을 시행하였다. 요 수근 굴건 (Flexor carpi radialis)과 장 장건 (Palmaris Longus) 사이로 피부 절개를 시행 후, 접근하여 방형 회내근 (Pronator quadratus)을 요측에서 종으로 절개하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행하였다. T형 LCP를 사용하여 근위부부터 고정하였다. 영상 증폭장치를 이용하여 골절부의 정복 및 나사못의 위치를 확인한 후 방형 회내근은 다시 봉합하였다.

수술 후 2주 정도 U형 석고 부목을 착용하였으며, 2주 후부터는 단 상지 부목을 착용하고 하루에 2, 3회 정도 능동적 관절 운동을 시행하였다. 수술 후 4주부터는 단 상지 부목도 제거하였다.

3. 치료 결과의 평가 방법

수술 후 치료 결과의 판정은 술전, 술후의 수근 관절의 전후 및 측면 방사선 사진을 촬영하여 요골 길이 (Radial length), 요골 경사 (Radial inclination), 수장측 경사 (Volar tilt), 요골 원위 관절면의 층형성 (Step off)을 측정하여 방사선학적 평가를 하였으며, 관절 운동 범위, 파악력 측정 등 객관적 자료와 동통, 기능 상태, 관절 운동, 근력, 환자의 만족도를 통한 종합적인 평가 시스템인 Modified Mayo Wrist Scoring System⁵⁾을 이용하여 기능적 평가를 하였다.

결 과

수술 후 모든 예에서 관절면의 해부학적 정복을 얻을 수 있었다. 방사선 사진상 요골 길이는 수술 전 평균 14.7 mm에서 수술 후 평균 20.9 mm로 향상되었으며, 요골 경사는 수술 전 평균 9.0°에서 수술 후 평균 11.8°, 수장측 경사는 수술 전 평균 -6.3°에서 수술 후 평균 8.3°, 요골 원위 관절면의 층형성은 수술 전 평균 1.4 mm에서 수술 후 평균 0.3 mm로 향상되었다.

기능적 결과는 Modified Mayo Wrist Score가 평균 89점으로 우수가 11예, 양호가 3예, 보통이 1예였다 (Table 1).

합병증으로는 2예에서 수술 후正中신경 압박 증세가 관찰되었으나 자연 소실되었고 1예에서 원위 요측 관절 부위에 동통이 있었다. 부정유합, 불유합, 나사못 이완 등의 증가는 보이지 않았다.



Fig. 1. A 52-year-old man with a comminuted intraarticular fracture due to fall down injury; AO classification type C2, Fernandez type III. **(A)** The preoperative radiographs show dorsally displacement of distal fragment with distal radioulnar joint involvement. **(B)** The postoperative radiographs show successful reduction and fixation. The reduction was achieved with open reduction and internal fixation using LCP. **(C)** Radiographs at 6 months after injury show osseous union and congruity of the joint.

Table 1. Summary of cases

Sex	Age	Class.	Preoperative				Postoperative				Wrist score
			RI	RL	VT	ST	RI	RL	VT	ST	
F	62	A3	8	22	5	0	20	15	5	0	95
F	62	A3	16	11	10	0	23	11	10	0	90
M	50	B2	22	10	20	2.5	22	10	12	0	95
M	53	B2	23	11	18	3.0	23	23	10	1.0	85
M	49	C1	15	8	-15	0	20	8	6	1.0	85
M	33	C1	15	10	-10	1.5	22	10	8	0	95
F	69	C1	18	11	-14	1.0	25	12	7	0	90
M	75	C2	7	7	-10	0	18	10	9	0	90
F	63	C2	22	5	-25	2.0	24	12	10	0	95
F	43	C2	15	4	-17	3.0	20	9	8	0	90
F	62	C2	10	6	-5	1.0	19	12	7	0	90
M	52	C2	20	13	-5	0	29	18	8	0	90
M	55	C3	10	6	-16	2.5	17	11	10	1.0	85
F	65	C3	12	4	-10	1.5	18	10	7	0	90
F	68	C3	7	7	-20	2.5	14	9	8	1.0	70

Class. = AO classification, RI (°) = Radial Inclination, RL (mm) = Radial Length, VT (°) = Volar Tilt, ST (mm) = Step-off

고 찰

요골 원위부 골절은 과거에는 대부분 비수술적 방법으로 치료되어 왔다^{8,24)}. 그러나 비수술적 치료 후 관절내 골편의 해부학적 정복의 실패와 연관된 불안정성, 손목 관절의 운동 장애, 근력 약화, 동통, 부종, 퇴행성 관절염 등의 문제가 많이 보고되었다^{6,8,22)}. 요골 원위 관절면의 경우 일반적으로 2 mm 이상의 전위가 있으면 외상성 퇴행성 변화가 나타나기

쉽다고 하였다^{2,3,17,21,24)}. 저자들에 따라 6 mm 이상의 요골 단축시 척수근골 충돌, 동통, 손목 관절의 회전각이 감소한다고 하였고, 전방 경사각의 정복 여부에 따라 수근 관절의 불안정성을 보일 수 있으며, 요골 경사각의 감소는 척골 관절면의 부하량이 증가하는 것으로 보고하고 있다^{8,25,30)}. 따라서 원위 요골 골절의 만족스런 기능적인 결과를 위하여 정확한 해부학적 정복과 견고한 내고정 후 조기 운동이 우수한 결과를 나타낸다고 할 수 있다^{1,3,7)}.

요골 원위부 골절의 해부학적 정복을 위한 여러 가지 관혈

적 정복술과 금속 내고정술이 발전되어 왔다^{8,20}. 원위 요골의 관혈적 정복술은 골절편이 주로 후방 전위되어 후방 도달법이 가장 흔히 사용되어 왔으나 신근 지대의 절개가 필요하고, 신전건의 손상이 발생하기 쉽고, 금속판의 고정을 위해 Lister 절절의 절제가 필요한 점 등의 단점을 가지고 있어 최근에는 술기 상으로 쉽고, 금속판에 의한 연부 조직 자극이 적고 상대적으로 더 견고한 고정이 가능한 전방 도달법이 널리 쓰이게 되었다^{8,20,21,31}.

한편 조기 관절 운동과 재활을 가능하게 하고 골유합 시까지 견고한 고정을 얻기 위해 금속판 내고정술의 발전의 일환으로 나사못이 금속판과 잠김을 형성하여 고정각을 형성하는 LCP의 사용이 점차 늘어나고 있다¹³. Koval 등¹⁸에 의해 개발되기 시작한 LCP의 원형은 초기에는 고정력을 강화하기 위해 금속판과 나사 너트 (threaded nuts)의 결합으로 물림 (locking) 기전만을 가진 단순한 형태였으나 금속판 하부와 피질골과의 접촉 부위를 최소화하여 골편의 혈류 장애를 감소시키기 위해 금속판의 하부 면을 도려낸 형태가 되었고, 최근에는 고정각 안정성이 요구되는 관절 주위 골절을 위해 해부학적으로 미리 윤곽성형 (precontoured)시킨 LCP의 개발로 이어졌다^{13,15,26}.

종래의 나사못과 금속판은 골절 부위의 안정력이 금속판 하부면과 피질골 사이의 마찰력에 기인하기 때문에 금속판과 나사못이 고정되어 있지 않을 경우 안정성을 얻기 위해서는 나사못을 양측 피질골에 모두 고정해야 한다. 그러나 LCP의 경우는 나사못의 머리와 금속판 나사 구멍에 나삿니 (screw thread)가 존재하여 서로 맞물려 나사못의 움직임이 없어 외고정 장치의 경우 같이 외력이 나사못과 금속판 사이의 서로 맞물린 부분을 통해 피질골에서 금속판으로 전달된다. 따라서 안정성을 얻기 위하여 하부 피질골을 압박할 필요가 없고, 금속판 하부의 피질골 혈류도 보존되고 양측 피질골을 모두 고정해야 할 필요성도 줄어든다^{9,11-13,23}. 또한 나삿니의 존재로 인하여 나사못의 이탈이나 불안정성에도 많은 도움이 된다²⁰. 일반적인 피질나사, 해면나사, self-drilling 나사, self-tapping 나사 등 4가지 종류의 나사못을 용도에 맞게 사용할 수 있는데^{9,23,27}, 본 저자들은 self-tapping 나사만을 사용하였으며 골절선의 위치로 인하여 나삿니가 없는 금속판 나사 구멍에 나사를 고정할 경우가 있었다.

LCP의 적응증으로는 종래의 관혈적 방법이나 최소 침습적 근육하 금속판 내고정술 시 거의 모두 사용할 수 있으며, 교정 절골술, 부정유합, 불유합, 외고정 장치의 대용으로도 사용할 수 있다고 보고되고 있다^{23,26,33}. 특히 금속판과 골간단 골편을 고정하는 삽입물 사이에 안정된 고정각이 필요한 경우나 금속판 반대측 피질골의 골 지지가 없는 원위 요골 골절 등이 좋은 적응증으로 알려져 있다^{13,20,26}.

LCP의 단점 및 주의점으로는 금속판과 피질골이 서로 밀

착되기 전에 나삿니가 금속판과 맞물리기 때문에 정복 능력이 결여된다는 점, 나사못을 금속판에서 제거가 어려울 수 있다는 점, 양측 골편 사이에 부하분담이 일어나지 않음으로써 지연유합이나 불유합을 초래할 수 있다는 점이 있다. 또 수술시 나사못을 조일 때 뼈에 대한 나사못의 고정력을 느끼기 어렵고, 나사못의 뼈에 대한 삽입각도를 조절할 수 없다는 점, 금속판을 골절 부위에 맞추어 성형하려 한다면 금속판 나사 구멍에 변형이 생겨 나사못과의 고정력에 영향을 줄 수 있다는 점을 주의해야 한다^{4,13,18,19}. 이에 저자들은 LCP 사용시 금속판과 나사못이 너무 강하게 맞물리지 않도록 토크 (torque)를 제한하는 드라이버를 사용하였고, 금속판 성형시 나사 구멍에 나사못을 하나씩 삽입한 채로 성형하여 나사 구멍의 변형을 막고자 하였다. LCP사용시 나사못이 일측 피질골에만 고정되어도 된다고 하였으나^{4,13,18,19,23} Emmanuel⁹ 등은 골다공증이 있는 모든 골절의 경우는 피질골이 얇기 때문에 나사못을 양측 피질골 모두에 고정해야 한다고 하였다. 본 저자들은 금속판 반대측 피질골이 심하게 분쇄되었거나 반대측 연부 조직의 자극을 주지 말아야 될 경우를 제외하고는 양측 피질골 모두를 고정하여 매우 만족스런 결과를 얻었다. 부득이 하게 일측 피질골만을 고정해야 하는 경우와 정복 후에도 불안정성이 남아 있는 골절에서도 좋은 결과를 보여 주었다.

결 론

요골 원위부 골절에 있어 LCP를 이용한 전방 도달법 및 전방 금속판 고정술은 정확한 해부학적 정복과 견고한 내고정을 유지할 수 있어 조기 운동을 가능하게 하고 합병증이 적었으며, 방사선학적 측면과 기능적인 측면에서도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Axelrod TJ and McMurtry RY: Open reduction and internal fixation of comminuted, intraarticular fractures of the distal radius. J Hand Surg, **15-A**: 1-11, 1990.
- 2) Baratz ME, Des Jardins JD, Anderson DD and Imbriglia JE: Displaced intra-articular fractures of the distal radius: The effect of fracture displacement on contact stresses in a cadaver model. J Hand Surg, **21-A**: 183-188, 1996.
- 3) Bradway JK, Amadio PM and Cooney WP: Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fracture of distal end of radius. J Bone Joint Surg, **71-A**: 839-847, 1989.
- 4) Collinge CA and Sanders RW: Percutaneous plating in the

- lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg*, **8**: 211-216, 2000.
- 5) **Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH and Linscheid RL**: Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop*, **214**: 136-147, 1987.
 - 6) **Cooney WP III, Dobyns JH and Linscheid RL**: Complications of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg*, **62-A**: 613-619, 1980.
 - 7) **Choi IS, Kim WI, Roh SI, et al**: T-plate fixation of distal radius fractures in elderly. *J Korean Fracture Soc*, **12-2**: 452-460, 1999.
 - 8) **Choi WS, Kim WY, Choi DW, et al**: Anterior approach and Volar T-plate fixation of distal radius fracture. *J Korean Fracture Soc*, **6-2**: 252, 2003.
 - 9) **Emanuel Gautier and Christoph Sommer**: Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, **34**: S-B63-S-B76, 2003.
 - 10) **Fernandez DL and Geissler WB**: Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg*, **16-A**: 375-384, 1991.
 - 11) **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(suppl 3)**: SC24-SC31, 2001.
 - 12) **Frigg R**: Locking Compression Plate (LCP): An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). *Injury*, **32(supple 2)**: B63-B66, 2001.
 - 13) **Haidukewych GJ**: Innovations in locking plate technology. *J Am Acad Orthop Surg*, **12**: 205-212, 2004.
 - 14) **Hofer HP, Wildburger R and Szyszkowitz R**: Observations concerning different patterns of bone healing using the point Contact Fixator (PC-Fix) as a new technique for fracture fixation. *Injury*, **32(supple 2)**: B15-B25, 2001.
 - 15) **Kamano M, Honda Y, Kazuki K and Yasuda M**: Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. *Clin Orthop*, **379**: 403-408, 2002.
 - 16) **Karl Stoffel, Ulrich Dieter, Gwidon Stachowiak, Andre Gachter and Markus S. Kuster**: Biomechanical testing of the LCP-how can stability in locked internal fixators be controlled? *Injury*, **34**: S-B11-S-B19, 2003.
 - 17) **Knirk JL and Jupiter JB**: Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg*, **68-A**: 647-659, 1986.
 - 18) **Koval KJ, Hoehl JJ, Kummer FJ and Simon JA**: Distal femoral fixation: A biomechanical comparison of the standard condylar buttress plate, a locked buttress plate and the 95 degree blade plate. *J Orthop Trauma*, **11**: 521-524, 1997.
 - 19) **Kregor PJ**: Distal femur fractures with complex articular involvement: Management by articular exposure and submuscular fixation. *Orthop Clin North Am*, **33**: 153-175, 2002.
 - 20) **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 model. *J Hand Surg*, **28-B**: 3: 263-266, 2003.
 - 21) **Lipton HA and Wollstein R**: Operative treatment of intra-articular distal radius fractures. *Clin Orthop*, **327**: 110-124, 1996.
 - 22) **Lucas GL and Sachtjen KM**: An analysis of hand function in patients with Colles' fracture treated by Rush rod fixation. *Clin Orthop*, **155**: 172-179, 1981.
 - 23) **Michael Wagner**: General principles for the clinical use of the LCP. *Injury*, **34**: S-B31-S-B42, 2003.
 - 24) **Park MJ and Ha SH**: Treatment of intra-articular fractures of the distal radius using wrist arthroscopy. *J Korean Orthop Assoc*, **39**: 258-264, 2004.
 - 25) **Palmer AK and Werner FW**: Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop*, **187**: 26-35, 1984.
 - 26) **Perren SM**: Evolution and rational of locked internal fixator technology. Introductory remarks. *Injury*, **32(suppl 2)**: S-B3-9, 2001.
 - 27) **Robert Frigg**: Development of the Locking Compression Plate. *Injury*, **34**: S-B6-S-B10, 2003.
 - 28) **Schatzker J**: Changes in the AO/ASIF principles and methods. *Injury*, **26(supple 2)**: B51-B56, 1995.
 - 29) **Stover M**: Distal femoral fractures: Current treatment, results and problems. *Injury*, **32(supple 3)**: SC3-SC13, 2001.
 - 30) **Taleisnik J and Watson HK**: Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg*, **9-A**: 350-357, 1984.
 - 31) **Trumble TE, Culp R, Hanel DP, Geissler WB and Berger RA**: Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. *J Bone Joint Surg*, **80-A**: 582-600, 1998.
 - 32) **Trumble TE, Schmitt SR and Vedder NB**: Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg*, **19-A**: 325-340, 1994.
 - 33) **Wagner M and Frigg R**: Locking compression plate (LCP): Ein neuer AO-Standard. *OP-journal*, **16(3)**: 238-243, 2000.