

잠김압박금속판의 기본 원리 [Basic Principle of the Locking Compression Plate]

이 근 배

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

골절에 대한 수술적 내고정의 기본적 원리는 정확한 정복과 견고한 내고정에 의한 조기 재활에 있다. 내고정 방법에는 전통적으로 나사와 금속판이 사용되어 왔으며, 이의 안정성은 금속판과 골 사이의 압박에 의해 얻어질 수 있다. 하지만 압박 금속판은 역학적인 관점에서는 안정성을 얻을 수 있으나 골과의 압박에 의해 혈액 공급의 장애가 발생하여 생물학적 관점에서는 골절의 치유를 지연시킨다는 단점이 보고되어 왔으며 해부학적 정복을 위하여 금속판을 정확하게 골의 모양에 맞추어야만 하는 불편함이 있어왔다. 또한 금속판을 적절하게 골에 맞추지 못하는 경우에는 나사의 압박 시에 나사의 견인 효과에 의하여 일차적인 정복의 소실이 유발되며 금속판 반대편 피질골의 골질이 불량하거나 골다공증이 있는 경우에는 나사가 금속판으로부터 빠져나와 수술 후 이차적인 정복의 소실이 발생할 수 있다.

잠김압박금속판의 개발 배경

전통적 금속판의 단점들을 보완하기 위해 잠김압박금속판 (Locking compression plate, LCP, Synthes, Pennsylvania, USA)이라는 새로운 내고정 기구가 개발되었으며 형태는 금속판의 형태를 취하나 역학적인 원리는 외고정 장치와 유사성이 있어 내고정 장치 (internal fixator)로 불리우기도 한다⁷⁾.

이와 같은 내고정 장치는 역학적 관점보다 금속판 하방의 혈류 보존이라는 생물학적 관점에 목적을 두고 있으며^{1,9)} 나사의 머리가 금속판과 잠긴다 (locked)는 큰 차이점이 있다. 이러한 잠김 현상은 나사의 머리와 금속판 나사 구멍에 나사선 (screw thread)가 존재하여 서로 맞물려 일어나며 이로 인해 금속판과 나사가 견고한 하나의 단위를 이루어 골이 금속판으로부터 신연되거나 압박되는 것을 방지해주며 반드시 금속판의 정확한 윤곽 형성 (contouring)을 요하지 않는다. 또한 종래의 나사와 금속판은 골절 부위의

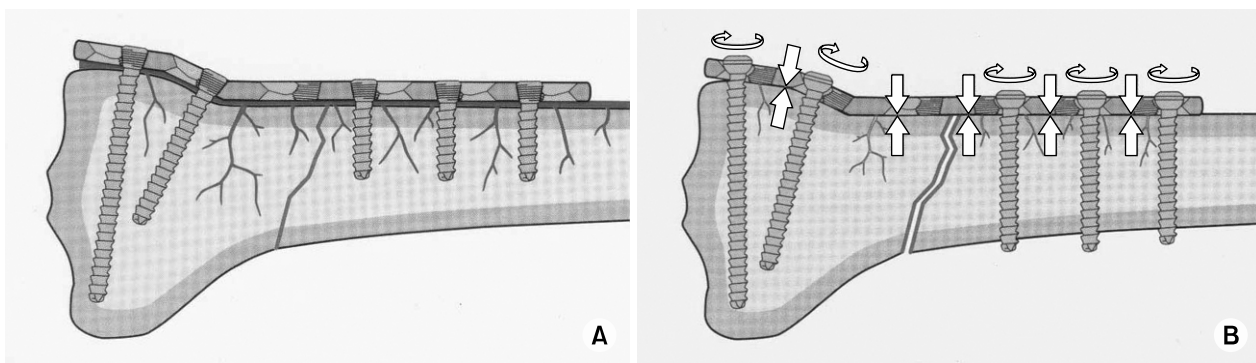


Fig. 1. Because the plate is not compressed on the bone, the blood supply will be preserved in LCP (A) than LC-DCP (B).

통신저자 : 이 근 배
광주광역시 동구 학동 8번지
전남대학교병원 정형외과
Tel : 062-227-1640 • Fax : 062-225-7794
E-mail : kbleeos@chonnam.ac.kr

Address reprint requests to : Keun-Bae Lee, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University
Hospital, 8, Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea
Tel : 82-62-227-1640 • Fax : 82-62-225-7794
E-mail : kbleeos@chonnam.ac.kr

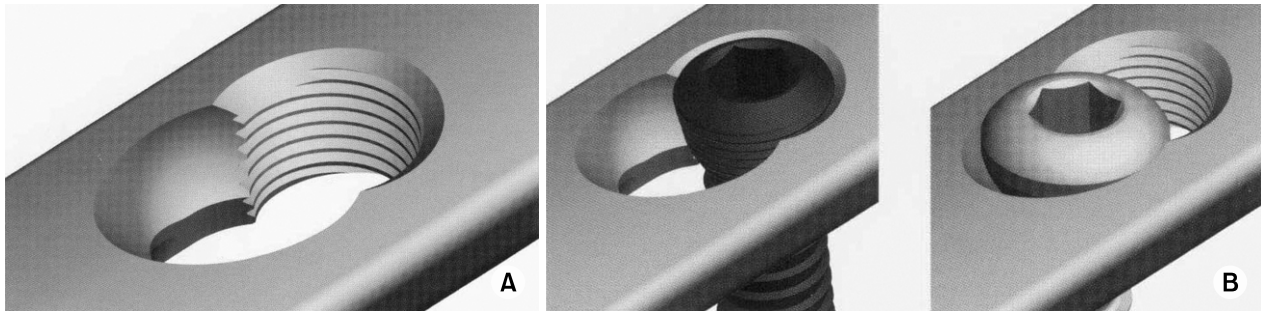


Fig. 2. (A) Conical thread allows a secure fixation of the locking head screw.
(B) Dynamic compression can be achieved by eccentric insertion of standard screw at this hole.

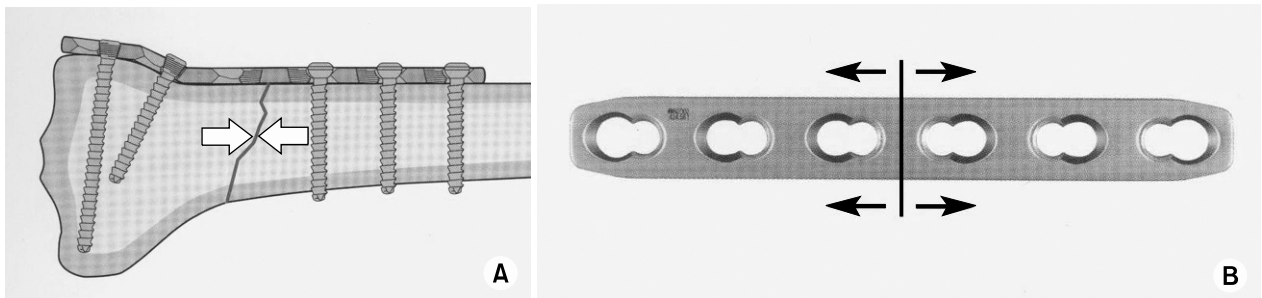


Fig. 3. (A) Once the metaphyseal fragment has been fixed with locking head screws, this portion can be compressed to the shaft with standard screws at compression hole.
(B) Arrangement of the combination holes.

안정성이 금속판 하부면과 피질골 사이의 마찰력에 기인하기 때문에 금속판과 나사가 고정되어 있지 않을 경우 안정성을 얻기 위해서는 나사를 양측 피질골에 모두 고정해야 한다¹²⁾. 그러나 LCP의 경우는 잠김 나사의 머리와 금속판이 서로 맞물려 잠김 나사의 움직임이 없어 외고정 장치의 경우와 같이 외력이 잠김 나사와 금속판 사이의 서로 맞물린 부분을 통해 피질골에서 금속판으로 전달된다. 따라서 안정성을 얻기 위하여 하부 피질골을 압박할 필요가 없고, 양측 피질골을 모두 고정해야 할 필요성도 줄어든다²⁾. 그러므로 금속판 하부의 피질골 혈류도 보존되고 (Fig. 1) 또한 나삿니의 존재로 인하여 잠김 나사의 이탈이나 불안정성에도 많은 도움이 된다.

잠김압박금속판의 특징적인 구조 및 이용방법

LCP는 혼합 나사 구멍 (combination hole)의 구조로 인해 전통적인 금속판과 내고정 장치의 각각의 장점을 동시에 갖출 수 있도록 설계되었다^{5,13)}. 즉, 적응증에 따라 일반적인 피질나사나 해면나사 등을 다양하게 사용할 수 있도록 만들어져 있다. 따라서 compression hole에는 일반적인

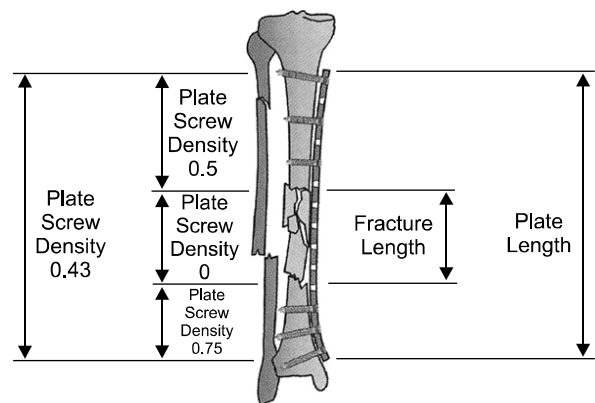


Fig. 4. Plate span ratio and plate screw density in bridge plate. Plate span ratio is the quotient of plate length and overall fracture length. Plate screw density is the quotient formed by the number of screws inserted and number of the plate holes (From Gautier E, Sommer C: Injury 34(Suppl 2), 2003).

나사를 편심성으로 삽입함으로써 역동성 압박 (dynamic compression)을 얻을 수 있으며 locking hole에는 원추형 태의 나사선이 있어 잠김 나사 (locking head screw)를 삽

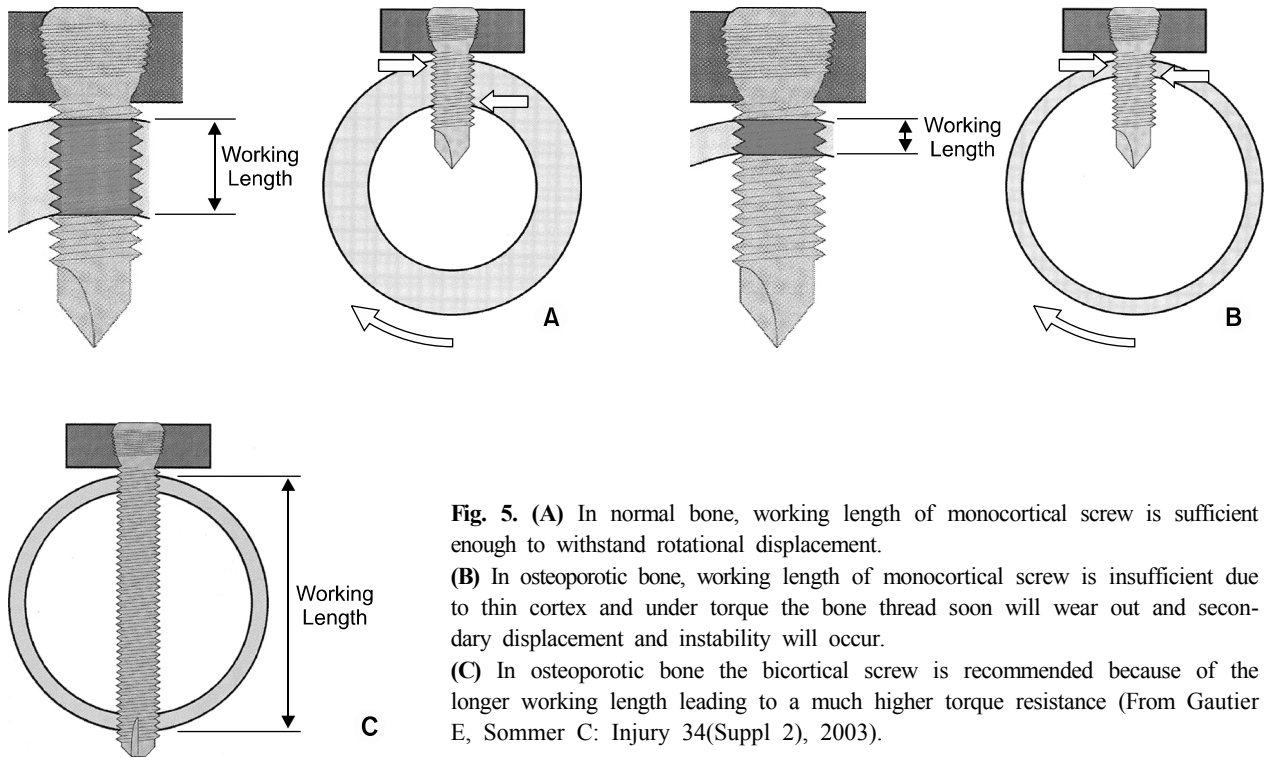


Fig. 5. (A) In normal bone, working length of monocortical screw is sufficient enough to withstand rotational displacement. **(B)** In osteoporotic bone, working length of monocortical screw is insufficient due to thin cortex and under torque the bone thread soon will wear out and secondary displacement and instability will occur. **(C)** In osteoporotic bone the bicortical screw is recommended because of the longer working length leading to a much higher torque resistance (From Gautier E, Sommer C: Injury 34(Suppl 2), 2003).

입함으로써 금속판과의 견고한 고정을 얻을 수 있도록 만들어졌다 (Fig. 2).

즉 혼합나사구멍에 의해 일반적으로 골절의 내고정에 적용되는 기본적인 2가지 원리인 골편간 압박 (interfragmentary compression)과 내고정 부목 (internal splinting)의 효과가 가능하다. 골편간 압박은 각각의 골편에 안전하고 강력한 고정력을 제공하므로 단순골절에 적합한 반면, 내고정 부목의 기능은 장관골의 골간단, 골단부의 복합 혹은 분쇄골절에 이용되는 탄력적인 방법이라 할 수 있다^{5,8)}. 이러한 두 가지 개념을 동시에 사용할 경우 혼합고정 (combination fixation)이라 불리운다 (Fig. 3A). 혼합고정방법은 1개의 금속판 안에서 골편간 압박과 내고정 부목의 개념을 동시에 사용하는 것으로서 예를 들어 다음과 같은 경우에 사용될 수 있다.

1. 분쇄골절로서 한쪽은 단순골절, 다른 한쪽은 분쇄골절 양상을 보이는 경우로 단순골절은 골편간 압박으로, 분쇄골절부위는 가교 (bridging) 금속판의 기법을 적용하고자 할 때,
2. 골 간단 혹은 골간의 단순 골절 시 금속판의 나사구멍을 이용하여 지연 나사 (lag screw)를 삽입할 때 compression hole이 이용되며 나머지 나사구멍에 대해 locking hole이나 compression hole을 사용한 경우,

3. 골단부의 관절내 골절에서 골편간의 고정을 지연 나사로 하는 경우 등이다.

추가적으로 혼합나사구멍의 배열은 금속판의 중앙에서 서로 반대로 배열되어 있어 한 방향으로만 압박이 가능하게 되어 있으므로 골절부위에 금속판을 위치시킬 때 이에 유념해야 한다 (Fig. 3B).

금속판의 적절한 길이를 선택하는 것은 내고정의 가장 중요한 과정 중 하나이며 이는 골절 양상과 내고정에 이용할 역학적 개념에 의해 좌우된다. 과거에는 긴 피부 절개와 연부조직의 손상을 최소화하기 위해 가능한 짧은 금속판이 사용되었으나 최근에는 간접적 정복의 술기가 개발되면서 피하 혹은 근육하방으로 금속판을 밀어 넣으므로 부가적인 연부조직의 손상 없이 더욱 긴 금속판의 사용이 가능하게 되었다^{3,4)}. 따라서 긴 금속판을 사용하더라도 부정적인 생물학적 효과를 줄이면서 긍정적인 역학적 효과를 얻어 금속판과 나사에 걸리는 부하를 최소화함으로써 주기적 부하에 따른 금속판의 파괴를 막을 수 있다. 내고정 기구의 이상적인 길이를 결정하는 데는 두 가지 기준이 있으며 이는 금속판 길이 비율 (plate span ratio)과 금속판 나사 밀도 (plate screw density)이다. 금속판 길이 비율은 '금속판의 길이/골절의 길이'로 정의되며 Ahmad 등²⁾, Gautier와 Sommer⁶⁾는 경험적으로 분쇄골절에서는 2~3 이

상, 단순골절에서는 8~10 이상이어야 한다고 하였다. 금속판 나사 밀도는 '삽입된 나사의 개수/금속판의 나사 구멍의 개수'로 정의되며 구멍의 개수의 반수인 0.5 이하로 할 것을 권유하였다 (Fig. 4).

LCP가 일반적인 금속판과 다른 점으로 반대측 피질골을 반드시 고정하지 않아도 된다는 개념이 알려져 왔다. 그러나 unicortical screw의 작용 거리 (working length)에는 피질골의 두께가 중요한 영향을 미치며 정상 골에서는 작용 거리가 충분하나 골다공증 환자에서는 피질골이 일반적으로 얇으므로 unicortical screw의 작용 거리가 감소하여 잠김 나사를 사용할지라도 고정력이 감소한다. 그러므로 골다공증성 골절에서는 작용 거리를 증가시키기 위해 bicortical screw를 사용해야 한다 (Fig. 5).

과거 AO/ASIF group에서 제안한 적절한 나사의 개수는 LCP에서 적용되지 않으며 순수한 역학적 관점에서 볼 때 주된 골편 각각에 2개의 unicortical screw가 안정성을 유지시킬 수 있는 최소한의 나사의 개수이다. 하지만 이러한 조합은 과부하에 의해 나사가 1개 파괴되는 경우나 피질골과 나사 사이에 이완이 발생하여 나사가 뽑히는 경우에는 내고정의 실패를 야기한다. 반면 각각의 골편당 2개씩의 bicortical screw를 사용하는 경우에는 나사의 피로골절에 대한 관점에서는 unicortical screw의 경우와 같으나 나사와 피질골 사이의 불안정성은 상당부분 감소시킬 수 있다. 하지만 이러한 조합은 골질이 좋은 경우에서, 정확히 나사가 삽입된 경우에 한하여 사용될 수 있다. 견고한 내고정은 조기재활을 도모할 수 있으므로 일반적으로 골편당 최소한 3개의 양측 피질골 나사의 사용을 권장하고 있다.

잠김압박금속판의 단점 및 주의점

LCP의 단점 및 주의점으로는 금속판과 피질골이 서로 밀착되기 전에 나삿나기 금속판과 맞물리기 때문에 정복 능력이 떨어진다는 점, 금속판에서 나사의 제거가 어려울 수 있다는 점, 양측 골편 사이에 부하의 분담이 일어나지 않음으로서 지연유합이나 불유합을 초래할 수 있다는 점 등이 있다^{10,11)}. 또 수술 시 잠김 나사를 조일 때 뼈에 대한 나사의 고정력을 느끼기 어렵고 나사의 삽입각도를 조절할 수 없다는 점, 금속판을 골절 부위에 맞추어 성형하려 한다면 금속판 나사 구멍에 변형이 생겨 나사의 고정 시에 잘못된 잠김이 발생하여 제거 시에 어려움이 발생할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 특히 금속판 제거의 어려움을 예방하기 위해서는 금속판과 잠김 나사가 너무 강하게 맞물리지 않도록 토크를 제한하는 드라이버 (Torque limiting driver)를 사용해야 하며, 제거 시에는 언제라도 이러한 문제들이 발생할 수 있음을 인지하여 이에 대처할 수

있는 방법들을 숙지하는 것이 중요하다고 생각한다.

요 약

LCP는 전통적 금속판의 단점을 보완하기 위해 개발되었으며, 금속판과 잠김 나사의 잠김 현상에 의해 정복의 소실이 방지되며, combination hole의 구조로 인해 혼합고정이 가능하다. 상황에 따라 편측 피질골만을 고정할 수도 있으며, MIPO 술기로 연부조직의 손상을 최소화시킬 수 있고 생물학적 고정이 가능하여 불유합 등의 합병증을 감소시킬 수 있다. 또한 골다공증이 심한 환자에서도 적절한 고정력을 제공할 수 있으므로 여러 부위의 골절에 효과적으로 사용될 수 있는 유용한 내고정 기구로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) **Aguila AZ, Manos JM, Orlansky AS, Todhunter RJ, Trotter EJ, Van der Meulen MC:** In vitro biomechanical comparison of limited contact dynamic compression plate and locking compression plate. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18**: 220-226, 2005.
- 2) **Ahmad M, Nanda R, Bajwa AS, Candal-Couto J, Green S, Hui AC:** Biomechanical testing of the locking compression plate: when does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability? *Injury*, **38**: 358-364, 2007.
- 3) **Chang SA, Ahn HS, Byun YS, Kim JH, Bang HH, Kwon DY:** Minimally invasive plate osteosynthesis in unstable fractures of the distal tibia. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 155-159, 2005.
- 4) **Collinge CA, Sanders RW:** Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg*, **8**: 211-216, 2000.
- 5) **Frigg R:** Development of the locking compression plate. *Injury*, **34**(Suppl 2): B6-10, 2003.
- 6) **Gautier E, Sommer C:** Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, **34**(Suppl 2): B63-76, 2003.
- 7) **Haidukewych GJ:** Innovations in locking plate technology. *J Am Acad Orthop Surg*, **12**: 205-212, 2004.
- 8) **Niemeyer P, Südkamp NP:** Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, **73**: 221-228, 2006.
- 9) **Perren SM:** Evolution and rationale of locked internal fixator technology. Introductory remarks. *Injury*, **32**(Suppl 2): B3-9, 2001.

- 10) **Sim JC, Chung NS, Hong KD, Ha SS, Kang JH:** Treatment of fractures of the distal radius using locking compression plate. J Korean Fracture Soc, **18**: 100-104, 2005.
- 11) **Sommer C, Gautier E, Müller M, Helfet DL, Wagner M:** First clinical results of the Locking Compression Plate (LCP). Injury, **34**(Suppl 2): B43-54, 2003.
- 12) **Wagner M:** General principles for the clinical use of the LCP. Injury, **34**(Suppl 2): B31-42, 2003.
- 13) **Wagner M, Frenk A, Frigg R:** New concepts for bone fracture treatment and the Locking Compression Plate. Surg Technol Int, **12**: 271-277, 2004.