

원위 요골 골절에서 수장 금속판술 (Volar Plating of Distal Radius Fractures)

이 광 현

한양대학교병원 정형외과

Volar plating seems to indicate that many surgeons believe it leads to superior results, and is attractive because of the ease of the operative approach and the soft tissue sleeve to protect digital and wrist tendons. And also it have a locking mechanism to produce the fixed angle device with a low profile and may be thought to be a new era in the surgical treatment of dorsally displaced distal radius fractures even in the face of comminuted or osteoporotic bone. Locked volar plating allows direct fracture reduction, stable fixation and provides stability enough to allow early mobilization and function. The results with volar locking or fixed angle fixation for the general treatment of unstable distal radius fractures in elderly patients has been favorable. Volar plating has fewer complications than external fixation and dorsal plating and allow for earlier return to function. The current indications, technical aspects, clinical results, and complications of the volar plating are being reviewed.

Key Words: Distal radius fracture, Volar locking plate, Fixed angle plate

서 론

골절의 기본적인 치료 원칙은 해부학구조에 가까운 정복, 골절편의 안정화, 수술에 의한 피해 최소화 및 조기운동을 통한 원상태로의 기능회복으로서 원위 요골골절에서도 이러한 원칙이 적용된다.

최근 30년 전부터 요골 원위 골절을 위한 금속판과 나사의 재질과 강도, 모양과 특성이 꾸준히 바뀌어 왔으며, 이에 따라 골절편을 고정하는 방법도 달라졌고, 그에 따른 치료방법과 결과도 뚜렷이 향상되었다. 특히 최근의 잠김나사, peg와 금속판의 구조는 골절편을 전보다 더 효과적으로 견고하게 고정할 수 있게 되었으며, 금속재료에 Titanium이 사용됨으로써 얇고 가벼우면서도 단단한 금속판이 가능하여 다양한 모양의 금속판이 개발되었다. 골다공증이 있는 연령층에서 원위 요골골절의 고정에 고정된 각도(fixed angle)의 날(blade), 잠김 나사(locking screw), peg 등이 있는 금속판을 사용하여 원위 요골의 관절면을 적절히 지지할 수 있게 되어 해부학적 정복에 가까이 접근할 수 있고, 골편을 견고하게 고정하여, 결국 조기운동을 가능하게 하여 치료결과에 현저한 향상이 있게 되었다.

금속판 고정의 장점으로는 다른 K-강선이나 금속선

(wire)보다 고정이 더 견고하여 골유합 기간 내에 조기운동을 가능하게 해주어 골절에 의한 이환기간을 단축시킬 수 있다는 것에 있으나, 단점으로는 수술 시 골의 노출이 많고, 연부조직의 손상으로 골편에 혈액순환이 차단될 수 있으며, 금속판에 의해 건파열이 발생될 수도 있고, 골유합 후 금속판의 제거가 필요할 수도 있다는 것이 지적되고 있다. 따라서 이러한 금속판의 단점을 보완하기 위해 금속판을 더 얇고 강한 것으로 만들어야 하며, 나사가 금속판에 완전히 들어가 돌출되는 것이 없고, 금속판의 가장자리도 부드러운 곡선으로 된 모양으로 점차 진화되고 있어, 단점은 적어지면서 견고한 고정을 얻어 조기에 운동을 시키는 것으로서 장점이 더 많아지게 되었다. 또한 다양한 골절의 형태에 맞추어 골모양에 미리 맞추어진 금속판들이 있어 골절의 양상에 따라 수술의 접근방법이나 금속판을 선택하게 되었다.

특히 원위 요골 골절에서 대부분이 배측 골절편이 분쇄되는 형태를 나타내는데, 이러한 골절형태에서 수장측에 잠김 금속판과 나사 또는 칼날 금속판(blade plate)으로 고정하여 관절면을 지지할 수 있게 된 것이 과거에 어렵게 후방으로 금속판 또는 금속선으로 고정하였던 방법을 대신하게 되었다.

통신저자 : 이 광 현

서울시 성동구 행당동 17
한양대학교병원 정형외과
Tel : 02-2290-8485 • Fax : 02-2299-3774
E-mail : leegh@hanyang.ac.kr

Address reprint requests to : Kwang-Hyun Lee, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Hanyang University Hospital, 17,
Haengdang-dong, Seongdong-gu, Seoul 133-792, Korea
Tel : 82-2-2290-8485 • Fax : 82-2-2299-3774
E-mail : leegh@hanyang.ac.kr

저자는 이와 같이 다양해진 원위 요골 골절에 사용되는 수장측 잠금 금속판의 생역학적 특성과 수술 기법, 그리고 임상적 결과에 대해 문헌 고찰과 함께 기술하였다.

수장 금속판

잠금 금속판이 이전에는 1973년 Mathys가 고안한 ‘T’자 형태의 작은 금속판으로 3.5 mm 나사구멍이 있는 것이 처음이었으며¹³⁾ (Fig. 1), 요골 원위부 골절에서의 이 금속판 사용은 골간단부 골절부위에 지지 (buttress)를 목적으로 하여 사용되었다. 이 전통적 수장 금속판은 원위 요골에 전



Fig. 1. Non-locking conventional volar plate for distal radius fractures.

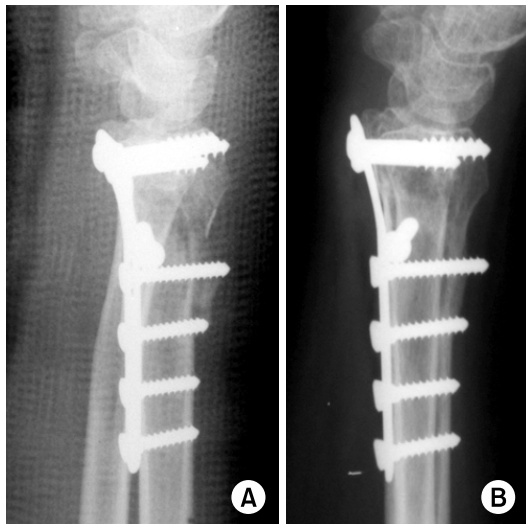


Fig. 2. (A) The distal radius fracture was fixed with conventional plate, and the volar tilt was acceptable immediately after operation. (B) At 3 months follow-up, the union is advanced with collapsed dorsal cortex.

달되는 축성 압력에 대해 골절편을 지지하는 원리로서 배측은 전위가 없거나 최소한 분쇄골절은 없어야 하며, 금속판을 고정하는 수장측의 피질골은 정복되어 서로 맞아야 하여 이상적인 고정이 된다. 그러나 설사 배측의 피질골이 전위되지 않았던 골절에서도 축성 압력에 의해 금속판의 나사가 돌리지면서 이완되어 결국 골절 정복상태가 붕괴되기도 하였다 (Fig. 2).

이후에 같은 재질에 형태만 다른 후방 금속판이 개발되면서 원위 골편이 배측으로 전위되면 배측에, 수장측으로 발생되면 수장측에 금속판을 고정하는 것이 생역학적으로 이상적인 고정으로 받아들여졌다. 그리고 원위 요골 골절의 가장 흔한 형태로 원위 골절편이 배측으로 전위되면서 배측이 분쇄되는 형태에서 수장측의 피질골을 정복하여 골절편이 서로 닿게 한 다음 배측의 분쇄된 골절편에 금속판을 고정하는 것이 수장측에 금속판을 고정하는 것보다 견고한 것으로 알려졌지만⁵⁾, 배측 금속판의 건파열, 피부 자극 (skin irritation), 수근관절의 강직 등의 합병증이 많아, 얇은 (low profile) 형태의 금속판으로 진화하게 되었고, 작은 골절편을 고정하기 위한 소형의 여러 가지 형태의 금속판도 개발되었다.

십 여년 전부터 잠금 나사 또는 고정각 (fixed angle)의 개념이 도입되면서 수장측에서도 배측에 고정하는 것과 같은 효과를 발휘하는 중립화 (neutralization) 개념의 금속판이 등장하게 되어 배측의 분쇄 양상에 따라 배측 소형 잠금 금속판, 또는 수장측 고정각 금속판이 사용되게 되었다¹⁶⁾ (Fig. 3). 전통적 금속판 (conventional plate)에서는 나사 회전에 의한 압축력으로 금속판과 골 사이가 밀착되어 고정력을 얻는 것에 비해 잠금 금속판에서는 원위 나사가 고정각 금속판에서는 peg가 연골하 골 (subchondral bone)을 지지하고 있는 상태로 고정된다.

금속판과 고정된 칼날 (blade) 또는 잠금 나사나 peg의 결합



Fig. 3. Volar locking plate.

된 부분이 원위 요골 골편이 재전위하려는 힘에 버틸 수 있어야 한다. 일상생활에서 가볍게 물건을 드는 것을 2~4 kg으로 보았을 때 실제 요수근 관절면에 전달되는 힘은 3~5배의 힘으로 약 6~20 kg이나 되는 것으로 보고된 바 있다²⁰⁾.

원위 요골 골절편이 후방 또는 전방으로 전위되어 분쇄 양상으로 불안정한 골절에서 잠김 금속판이나 고정각 칼날 금속판으로 고정하는 경우, 후방보다는 전방에서 고정하는 것이 생역학적인 면에서 더 유리한 것으로 알려져 있는데 그 이유는 원위 요골의 관절면이 전체적으로 요골의 간부의 중심축에서 수장측으로 몇 mm 정도 내려앉은 형태이기 때문인 것으로 설명하고 있다. 따라서 원위 요골 골절편이 분쇄상의 골절에서, 잠김 금속판이나 칼날 금속판을 사용하는 경우에는 후방에 고정하는 것보다는, 수장측에 고정하는 것이 moment arm이 작아지므로 유리하다는 것이다¹⁵⁾. 그리고 배측으로 전위된 골절편을 근위-수장측에서 원위배측으로 잠김 나사나 peg로 고정하면 배측으로 전위 되려는 골절편의 힘을 중립화 (neutralization)할 수 있고, 수장측으로 전위되었으면 수장측에 금속판을 지지형태로 고정할 수 있으므로 어떠한 골절 형태에도 기본적으로 대응할 수 있다. 또한 최근의 형태에서는 관상면에서 잠김 나사나 peg가 부채꼴로 원위 요골 관절면의 입체적인 형태에 맞추어 벌어져 고정되므로 관상면의 골절의 고정을 위해 잠김 나사를 사용하면 효과적이기도 하다.

한편 이러한 수장측 잠김 금속판의 고정은 분쇄되어 있는 배측이 골절편으로 가는 혈액순환에 피해를 주지 않고 보존시키므로 골유합이 빠르게 일어나, 수술 시 분쇄된 배측에 골유합을 위한 골이식술이 매우 심하게 분쇄되거나 골간단부에 큰 공간이 발생된 경우를 제외하고는 필요하지 않다는 장점도 있다.

골절이 관절면을 포함하는 골절로 분쇄가 있으면서 골다공증이 동반된 경우 골편을 나사로 고정하거나 지지하기가

어렵고 수술 후에 전위가 발생된다. 이때에 관절면의 연골 하 골이 비교적 단단한 구조로 여기를 지지할 수 있도록 한다면 좀 더 견고한 고정이 될 수 있다. 이런 개념에서 사용되는 것이 관절용 잠김 금속판 (juxtaarticular locking plate, Synthes[®]) (Fig. 4), 고정각 칼날 금속판 (fixed angle blade plate, Avanta[®]), 원위 요골 금속판 (distal volar plate (DVP), Hand Innovations[®]) 등이다. 이 중에는 원위 관절면 골절편을 고정하는 잠김나사의 열이 1열인 것도 있으며, 2열로 되어 있는 것도 있다.

원위 요골 금속판 (distal volar plate (DVP), Hand Innovations[®])은 2000년 Orbay¹⁶⁾가 처음 소개할 때는 1열이었지만 현재는 2열로 변화되었다. 원위 골편의 고정을 위해 peg 또는 잠김나사를 고정할 수 있는 구멍이 두 개의 열로 이루어져 있는데, 원위 열의 구멍으로 짧은 길이의 peg를 사용하여 관절면의 수장측을 지지하며, 근위열은 길이가 긴 것으로 관절면의 후방측을 지지하게 된다. Peg나 나사는 근위열과 원위열의 것들이 전후면에서 보면 엇갈려 있게 되고, 금속판과 직각의 3차원에서 보면 부채모양으로 퍼지는 형태로 고정되게 된다. 또한 peg가 나사산이 없는 것 이외에도 일부가 나사로 되어 있는 것은 추가하여 골절이 관상면 (frontal plane)에서 있는 경우 골절편을 고정하기 용이하도록 하였다.

연골하 지지 금속판 (subchondral support (SCS) plate)인 고정각 칼날 금속판은 칼날과 금속판 사이의 결합이 강하며 peg나 잠김나사와 같은 역할을 한다⁹⁾.

잠김 금속판은 원위 골편의 고정은 잠김나사로 하며, 금속판의 근위부인 stem에는 다른 금속판과는 달리 전통적 나사 (conventional screw)와 잠김 나사를 동시에 고정할 수 있는 타원형의 구멍 (Synthes[®]에서는 'Combi-hole'로 명명) (Fig. 5)으로 고안되어 있는데, 전통 나사로는 금속판과 요골을 밀착시켜 고정하는 역할을 하며, 잠김나사는 금속



Fig. 4. Volar juxtaarticular locking plate, Synthes[®].



Fig. 5. Combi-hole, Synthes[®].

판과 요골 사이의 공간을 허용하여 금속판과 요골의 표면의 곡선이 다르더라도 고정 가능하며, 나사와 금속판이 고정되어 있어, 내고정이면서도 ‘implanted external fixator’의 역할을 한다. 따라서 골의 가까이에서 고정되어 골의 안정성이 최대화되는 외고정 장치로서 이상적인 외고정 장치로 주장되기도 한다^{10,11)}. 실제 신선사체를 이용한 외고정 장치와 원위 요골 금속판의 기계적인 강도를 측정한 실험결과 그 차이가 없었다²³⁾. 그리고 타원형의 구멍에서 전통 나사는 어느 정도의 삽입각의 범위가 허용되나, 잠금나사의 구멍은 그 삽입각이 고정되어 있다.

이와 같은 원위 요골 금속판 또는 잠금 금속판은 주로 원위 요골 후방 불안정 골절을 목적으로 개발되었지만 수장측 관절면의 골절이나 원위 요골의 수장측으로의 전위와 같은 골절 형태에서도 지지를 목적으로 사용된다. 금속판을 관절면 가까이까지 요골의 수장측에 길게 고정할 수 있고, 나사나 peg가 관절면을 뚫지 않을 수 있도록 그 고정각이 조절되어 있다.

최근에는 고정각의 개념에 이어 이러한 고정각을 과거 전통 금속판에서의 나사고정과 같은 정도로 입사각을 조절할 수 있는 가변 각 잠금 금속판 (variable angle locking plate)과 가변 각 나사 (variable angle screw)가 개발되었다. 이것은 금속판의 위치가 조금 잘못되어도 나사는 원하는 위치에 고정을 할 수 있으며, 요골의 경상돌기 고정에서도 필요한 만큼의 각을 주어 길게 또는 짧게 골편을 고정할 수도 있다. 고정된 나사는 잠금나사와 마찬가지로 금속판과는 고정되는 기능을 하고 있는데 나사의 머리도 고정각 잠금나사는 원통모양인데 반해 공모양으로 동그랗게 되어 있어 입사각을 조절할 수 있다.

수장측의 해부학적 특징

해부학 구조상 수배측은 금속판의 내고정이 어려운 몇가지 이유가 있다. 우선 골과 피부 사이에 유용한 공간이 적으며, 이 공간도 수지와 수근 관절의 신전건으로 거의 대부분 사용되고 있고, 수배측은 볼록한 형태이다. 그 골표면에 금속판이 있으면 신전건이 그 위를 스쳐지나가게 되어 손상의 우려가 있다. 그리고 원위 골편의 혈관들은 주로 배측에 있어, 조작 시 손상의 우려가 있고, 배측면은 일반적으로 분쇄되어 있어 정복이 용이하지 않다. 또한 손 등쪽의 수술로 인한 반흔 (scar)도 미용적인 면에서 좋지 않다²⁾. 수장측은 오목하게 들어가 있고 그 면에 방형 회내근이 부착되어 있는 구조로, 배측에 비해 골과 건 사이에 공간이 있어 얇은 금속판이 반드시 필요한 것은 아니지만 금속판의 형태에 따라 금속판이 두꺼워지더라도 크게 제한을 받지 않는다. 수장 금속판과 나사의 돌출에 의한 수장측과

배측의 건과열은 매우 드물다. 또한 수장측은 배측에 비해 편평한 구조를 하고 있어 요골 원위단에 넓은 금속판을 고정시킬 수 있어 한 개의 금속판에 여러 개의 골절편을 고정시킬 수 있고 원위 골절편의 일반적인 전위 외에도 흔히 발생하는 회전된 전위도 정복하여 고정하기가 배측의 소형 금속판에 비해 용이하다. 그리고 배측보다는 분쇄가 적어 고정이 용이하며, 연부조직을 벗기더라도 골편에 혈액순환이 차단될 가능성이 적다는 장점이 있다.

원위 요골의 관절면은 월상골와 (lunate fossa) 그리고 주상골와 (scaphoid fossa)의 두 개의 오목한 관절로 구성되어 있는데, 월상골와는 전후방향으로 길게 타원형이지만 주상골와는 횡으로 길게 타원형을 이루고 있다. 따라서 수장측으로 요골의 척측인 즉 월상골와의 수장측은 수장측으로 돌출되어 있으며, 이 부분에 골절이 흔하게 발생되고, 일부 월상골와의 수장측도 골절이 있을 수 있다. 이러한 요수근 관절 (radiocarpal joint)면의 골절을 정복하여 고정하는 것이 즉 요수근 관절면을 재건하는 것이 치료에 중요하다. 이 골절에서 금속판은 지지기능을 하게 되어, 요골 수장측 오목한 면의 원위부가 튀어나와 있는데 이부분이 마치 선과 같이 횡적 골단부 능 (transverse epiphyseal ridge)의 형태로 (Fig. 6), 척측으로는 관절에 2~3 mm 정도로 가깝고 경상돌기측으로는 10~15 mm 정도 떨어진 지점으로, 요골의 장축에 직각에 가깝게 이루고 있는 이부분에, 일반적인 관절의 잠금 금속판 (extraarticular locking plate, Synthes[®])은 금속판의 끝을 맞추어 고정하게 되면 요골과 금속판의 곡선이 일치하게 고안되어 있다. 수술시야에서 이 부분을 육안과 촉진으로 위치를 확인할 수 있으



Fig. 6. The arrow indicates transverse ridge line of the distal radius.

나 원위부에 수근골과 연결되는 인대와 관절낭의 연부조직이 붙어있어 쉽게 정확하게 능선에 맞추는 것은 쉽지 않다. 저자는 25 G 주사바늘로 관절면을 탐침하여 확인하고 그 부분으로부터 2~4 mm 정도 떨어져 금속판의 위치를 선정한다. 만일 그 능선을 넘어 금속판을 고정하면 잠김나사의 일부분이 관절면을 뚫고 지나가는 문제가 발생할 수 있으며, 금속판의 끝이 굴곡건을 자극하여 굴곡건의 손상이 발생할 수도 있다 (Fig. 7). 그러나 관절용 잠김 금속판, 고정각 칼날 금속판, 원위 요골 금속판들은 능선을 넘어 관절면에 맞추어 고정하여 연골하 골을 지지할 수 있도록 고안되어 있다 (Fig. 8). 한편 요골의 경상돌기의 골절에 대해 지지를 목적으로 별도의 금속판이 필요한 경우는 드물지만, 관절내 골절의 양상 중, 요골의 요측주 (radial



Fig. 7. The plate is fixed distally, and the flexor tendon can be ruptured by attrition.



Fig. 8. This juxtaarticular plate is fixed distal to the transverse ridge.

column)인 주상골와를 포함하는 골절편과, 척측주 (ulnar column)인 월상골와를 포함하는 골편이 관절면을 따라 분리되어 후방과 전방의 골절편으로, 그리고 골간단부를 포함하는 4 part 골절인 경우에서 월상골와의 골절편들을 후방 소형 금속판으로 고정하고, 이 금속판과 직각에 가깝게 요골 경상돌기에 지지형태로 주상골와의 골절편을 고정시키는 방법이 사용되기도 한다⁶⁾.

수술방법

관혈적 정복이란 기본적으로 폐쇄성 골절을 개방성 골절로 변화시키는 것이며, 골막을 벗기고 골절편을 정복하는 조작을 통해 골절편에 혈액순환을 감소시킬 수 있어 이러한 손해를 최소화할 수 있는 방법으로 접근하여 조작하는 것이 중요하다. 또한 골절편을 해부학적 정복에 가깝게 하고 적절한 고정을 얻어 조기에 운동을 시킨다면 위와 같은 단점에도 불구하고 얻는 것이 많아 만족한 결과를 얻게 된다.

손목의 피부 골곡선에서부터 요수근 굴건의 요측으로 평행하는 8~10 cm 정도의 피부절개를 한 다음, 요수근 굴건의 요측으로 전완부 근막을 분리하면서 내외측으로 피부편을 당기면 그 아래로 장무지 굴건과 근육의 기시부중 원위부를 확인할 수 있다. 장무지굴건을 내측으로 젖히면 방형 회내근에 덮혀 있는 원위 요골이 노출되며, 방형 회내근의 근위부에는 장무지 굴건이 기시하고 있어 금속판을 고정하려면 이 근육의 기시부 일부를 외측에서 내측방향으로 벗겨야 한다 (Fig. 9). 피부절개를 요수근 굴건의 척측으로 접근하는 방법은 원위 요척관절의 수장측 시야가 좋아 골절이 양상이 이 부분에 있는 경우 고려할 수 있으나, 요수근 굴건의 바로 척측으로 정중신경이 있어 수술부위를 양측으로 당길 때 신경의 손상이 있을 수 있어 부담스럽

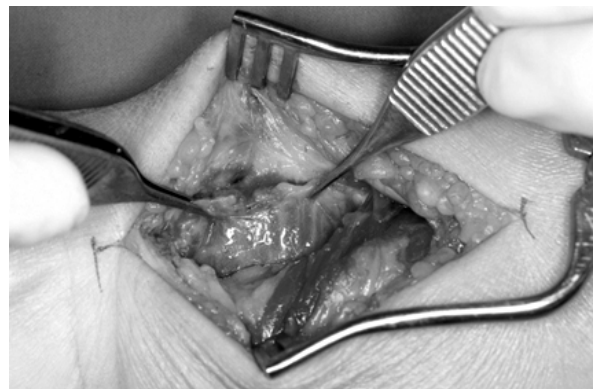


Fig. 9. The pronator quadrates is elevated from the lateral edge of radial origin.

다.

원위 요골 골절의 정복은 골절 후 수일 내에는 비교적 용이한 편인데, 견인, ligamentotaxis, periosteotaxis가 주된 방법으로, 원위 요골 골절편에는 근육 중 오직 상완요근의 견만이 부착되어 있다. 저자는 지혈대로 압박한 후 피부절개 하기 전에 인지와 중지에 수지 trap을 끼우고 여기에 약 5 kg 정도의 추를 달아 견인을 한 상태로 시작한다. 골절된 지 2~3일 이내에는 이러한 장치만으로도 골절의 정복이 용이하다. 노출된 방형회내근의 파열이 있을 수 있으나 원위 골편의 전위가 심하지 않으면 방형회내근의 파열이나 골절부위를 정확히 알 수 없다. 방형회내근의 외측단을 따라 즉 요골 원위부의 능에서 근위부로 방형회내근을 거상하여 마치 피부편과 같은 형태로 척측을 기저부로 하여 들어올리면 원위 요골의 수장측 피질골이 노출된다. 들어올린 방형회내근은 나중에 금속판을 고정 후 제자리에 봉합하여야 하므로 손상되지 않도록 젖혀놓는다 (Fig. 10).

그런데 이 방형 회내근을 벗기는 경우 이 근육에 의해 혈액순환이 되는 골편은 혈액순환이 차단되어 골유합에 지장을 줄 수도 있다²²⁾. 그리고 금속판을 간부에 고정시키려면 장무지 굴근의 기시부 (origin) 중 원위의 일부를 골에서 유리시켜야 하므로 수술 후 무지의 사용 시 통증이 있거나 뻣뻣한 감 (stiffness)이 일정기간 나타나는 경우가 많다.

골절 발생 후 2~3일이 지나 시일이 지날수록 혈종이 조직화 (organization)하여 골절편의 정복에 방해가 되므로 도수정복이나 단순한 견인으로는 정복이 되지 않는다. 특히 수장측으로 요골을 노출시켜서 배측의 분쇄된 골절편들을 정복하기는 매우 어렵다. 이런 경우 하나의 방법으로서 연장된 요수근 접근 (extended flexor carpi radialis (FCR) approach)이 소개되어 있다^{15,16)}. 요골 원위부의 외측연은 제1신전구획을 형성하는 신전 지대가 부착되어 있는데 이

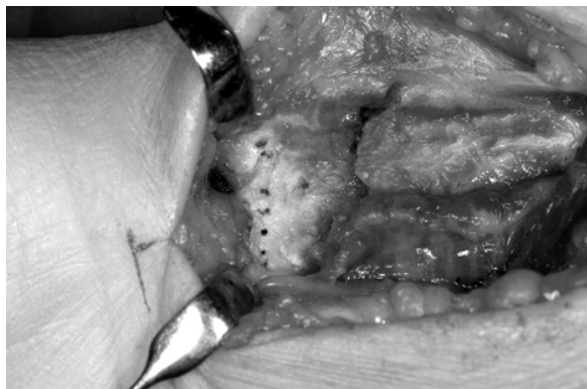


Fig. 10. A dotted line indicates transverse ridge, and the fracture site is exposed after elevation of pronator quadratus.

부분을 절개하여 제1신전 구획을 노출시키고, 근위 요골을 회내전시키면 골절면이 후방까지 모두 보이게 된다. 골절면에서의 조직화된 혈종을 제거하고, 관절면과 관련이 있는 골절편들을 정복할 수 있다. 여기서 요골의 정상돌기의 골편의 정복이 되지 않거나, 근위 요골의 회내전이 충분히 되지 않는 경우, 신전 제1구획의 바닥을 형성하고 있는 상완요근 (brachioradialis)의 건을 zigzag로 잘라주면 나중에 봉합도 용이하고, 골절편의 정복도 쉬워진다. 이때 상완요근은 원위 요골에 길게 부착되기 때문에 절개해도 근위단이 근위로 수축되지 않는다.

일반적으로 견인 장치를 달아 정복을 쉽게 얻을 수 있지만, 저자는 정복이 되어도 불안정하거나 정복이 완전하지 않는 경우, 정복을 위해 Kapandji 술식인 intrafocal pinning을 시행하며, 이런 방법으로 정복과 유지를 금속판으로 고정할 때까지 할 수 있다. 그 외에도 K강선을 사용하여 골편을 직접 임시적 고정을 한 후 금속판으로 고정을 할 수 있다.

관절용 잠금 금속판이나 원위 요골 금속판과 같이 관절 가까이 부착하여, 고정된 각도로 나사나 peg를 삽입하는 경우 그것들이 정확히 연골하 골에 위치해야 하는데, 관절을 뚫고 나갈 수도 있고, 연골하 골에서 근위부에 위치할 수도 있다. 연골하 골에서 근위부에 위치하면 골다공증이 심할수록 연골하골이 나사나 peg에 닿을 때까지 원위 골편이 전위되어, 관절면의 부조화 (incongruence)나 부정유합이 초래될 수 있다. 따라서 수술시야에서 정확한 금속판의 위치판정이 중요한데, 이때 금속판에 미리 뚫려있는 작은 구멍을 통해 K-강선을 삽입하거나 나사나 peg의 유도관을 통해서 나사나 peg의 삽입구로 K-강선을 삽입하여 영상중폭장치로 확인할 수 있다. 이러한 K-강선의 고정은 금속판의 위치를 확인하는 것 외에도 분쇄상의 골편을 임시로 고정할 수 있는 효과도 있다. 만족한 정복을 얻었으면 골편 양상에 맞는 금속판을 준비하여 고정한다.

다른 방법으로는 금속판을 먼저 선정하여 원위 골편을 금속판과 잠금 나사로 고정한 다음 금속판의 근위부를 잡고 수장측 경사 (volar tilt)의 교정이나 골편의 정복을 시도할 수 있다. 이와 같은 술기가 가능한 것은 금속판이 원위 요골의 수장측의 표면의 굴곡에 맞게 금속판 만들어져 있기 때문이며, 원위 골편에 횡적 골단부 능에 금속판을 맞추어 고정하고 일단 제위치에 고정되면 금속판의 근위부를 지렛대와 같이 잡고 이것을 근위 요골 간부에 안착을 시키는데 금속판의 근위부는 요골 간부의 수장측에서 척측으로 향하게 된다.

연골하 골에 가까이 고정한 나사나 peg가 관절면을 침범하였는지 의심되면 반드시 확인하여야 한다. 그 방법으로는 영상중폭장치나 방사선을 촬영하는 것으로, 전후면에

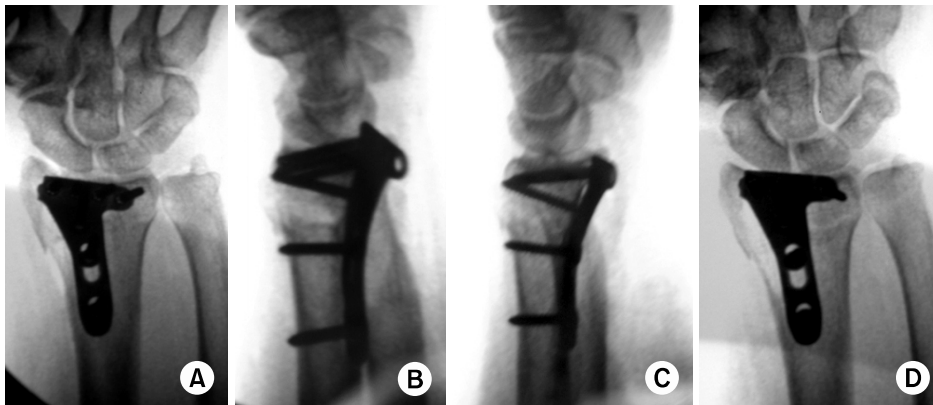


Fig. 11. (A) On anteroposterior view, plate and screws look like to violate the joint line. (B) But they don't violate the joint on tilt view. (C) At lateral view, it is not sure that the plate and screws involve the joint line. (D) It can be confirmed that they don't violate the joint at radial tilt lateral view.



Fig. 12. The pronator quadratus should be reattached its origin site.

서는 수장측 경사방향으로 요골의 원위 관절면의 배측과 수장측 끝이 같은 선에서 일치하도록 경사를 주어 확인할 수 있다. 측면사진에서는 요측 경사 (radial inclination)와 평행한 각도를 주어 촬영하는데, 요측 경사가 일직선으로 되어 있지 않고 곡선의 형태이므로, 각이 높아질수록 요골의 관절면 중 주상골와의 관절면이 일직선상으로 나타나며, 각이 낮아질수록 월상골와의 관절면이 일직선으로 나타나 이 부분의 나사 돌출 여부를 쉽게 확인할 수 있다 (Fig. 11).

금속판의 고정 후에는 들어 올린 방형 회내근을 원래의 위치에 봉합을 하여, 원위 요척관절의 안정을 도모하고, 금속판과 수지굴곡근이 직접 닿지 않게 원래의 구조로 덮어 주게 된다 (Fig. 12).

수술 후에는 장상지 석고붕대 부목으로 고정하고 주먹을 쥐는 운동을 권장하여 수술부위와 수부에 종창을 줄여야 하며, 척골 골절이 없거나 경상돌기의 골절이 있어도 고정이 필요 없는 경우에는 2~3주 후에 탈착이 가능한 단상지 보조기나 환자의 상지에 맞는 맞춤형 (custom made)

thermoplastic 단상지 부목을 대어 목욕을 용이하게 하고, 하루에 서너 번씩 보조기를 떼고 제한적인 운동을 허용함으로써 정상적인 관절운동범위를 얻고, 이로 인해 혈액순환이 증가되어 골유합이 빠르게 진행될 수 있다. 약 5~8주 정도에 골유합의 진행이 있게 되면 보조기나 부목을 제거한다.

수술결과 및 합병증

관절의 골절에서는 고정각 원칙의 금속판은 기존의 다른 방법 즉 Kapnadiji 술기에 의한 intrafocal pinning, 전통 금속판에 비해 좀 더 나은 결과를 보고하고 있다^{3,4,7,8,14,17,19}. Osada 등¹⁷⁾은 49명의 불안정한 원위 요골 골절에서 수장 잠김 금속판을 사용하여 1년 원격추시결과 평가방법에 따라 양호 이상의 결과를 나타낸 환자가 각각 100%, 98%였으며, 교감신경 이영양증 (reflex sympathetic Dystrophy), 건과열, 수술부위 감염, metal failure 등의 합병증은 없었고, 최종결과에서 평균값이 각각 수장 경사 9도, 요측 경사 22도, 1 mm 척골 변이, 관절면 부조화 0 mm를 나타내었다고 하였다. 대부분 결과에서 수장 잠김 금속판 고정으로 비교적 견고한 고정을 얻을 수 있어 약 1주일 후에 운동의 시작이 가능하며, 약 6~8주 정도면 거의 정상에 가까운 수근관절의 운동범위를 나타낸다. 따라서 약 6~8주에 운동을 시작하는 외고정 장치나 전통 금속판의 고정에서 보다 일찍 직장에 복귀가 가능하고, 관절의 강직으로 인한 물리치료의 강조나 밀착된 추적이 필요 없으며, 합병증으로서 운동과 관련이 있는 교감신경 이영양증의 발현빈도도 낮다.

관절내 골절에서도 과거의 방법들에 비해 골절복의 소실, 척측 변이 (ulnar variance), 원위 요골 관절면의 수장 굴곡 (volar tilt), 요측 경사 (radial inclination), 수근관절의 운동범위, 파악력 (grip strength) 등의 지표에서는 나은 결

과를 나타내고 있으나 아직 금속판이 널리 쓰인지 수년밖에 되지 않아서인지 증례 환자의 수가 적고, 여러 가지 방법을 비교할 만큼의 meta-analysis가 아직 보고된 바 없다. 여기서 확실한 것은 고정각 원칙의 금속판을 사용하여 정복의 소실이 거의 없었다는 것이며, 고령이나 질환으로 인한 골다공증을 동반한 원위 요골의 분쇄골절에서도 사용하여 우수한 결과를 얻을 수 있다는 것이다¹⁸⁾. 그러나 원위 골편에 고정된 나사나 peg가 연골하 골 가까이에 있지 않는 경우 그 길이 만큼 정복의 소실이 일어날 수 있고, 금속판의 위치가 잘못되어 나사가 관절면을 침범할 수도 있으며, 요측 경사, 수장측 경사 등의 정복상태가 만족스럽지 못할 수도 있다.

일반적인 합병증으로 기존의 전통 금속판을 사용했을 때와 비슷한 것으로서, 교감신경이영양증, 수근관 증후군, 내 고정물 파손 (implant failure), 건 손상, 상처 감염, keloid 반흔 등이 있으나 교감신경 이영양증과 수근관 증후군을 제외하고는 나머지 합병증은 드물어 증례보고의 수준에서 거론되고 있다. 또한 위와 같은 합병증도 수장측 고정각 고정술과는 관계가 없는 것이며, 내고정물과 관계된 합병증으로 불유합, 지연유합, 금속판 파손, 수근관절의 운동범위, 파악력 등은 나은 결과를 보고하고 있다.

교감신경 이영양증은 보고하는 학자들마다 그 빈도가 달라 5~30% 정도에서 보고되고 있으며^{1,12)}, intrafocal pinning의 방법과 비교하여 그 빈도의 차이가 없는 것으로 보고하였고²¹⁾ 일단 발생되면 조기에 운동을 독려하는 것이 도움이 된다.

Yamazaki 등²⁴⁾은 수장측 전통 금속판이 원위에 위치하여 고정되었고 고정 후 원위 골편의 정복소실이 발생하면서 나사가 돌출되어 굴곡근이 파열되는 것을 보고하였으나 고정각 금속판의 경우는 이러한 증례보고는 없으며, Orbay¹⁶⁾가 길이가 긴 나사를 삽입하여 신전건에 손상과 관련된 합병증을 보고하였다.

참 고 문 헌

- 1) Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M: Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma*, **21**: 316-322, 2007.
- 2) Baratz ME, Des Jardins J, Anderson DD, 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 Am*, **21**: 183-188, 1996.
- 3) Cho CH, Bae KC, Kwon DH: Volar T-locking compression plate for treatment of unstable distal radius fractures. *J Korean Fracture Soc*, **21**: 220-224, 2008.
- 4) Choi CH, Jung JH, Lee KH, Sung IH, Son KH: Volar locking T-plate fixation of dorsally displaced unstable distal radius fractures. *J Korean Soc Surg Hand*, **10**: 123-128, 2005.
- 5) Disegi JA, Wyss H: Implant materials for fracture fixation: a clinical perspective. *Orthopedics*, **12**: 75-79, 1989.
- 6) Freeland AE, Luber KT: Biomechanics and biology of plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin*, **21**: 329-339, 2005.
- 7) Gehrmann SV, Windolf J, Kaufmann RA: Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *J Hand Surg Am*, **33**: 421-429, 2008.
- 8) Gerald G, Karl G, Christian G, et al: Volar plate fixation of AO type C2 and C3 distal radius fractures, a single-center study of 55 patients. *J Orthop Trauma*, **22**: 467-472, 2008.
- 9) Gesensway D, Putnam MD, Mente PL, Lewis JL: Design and biomechanics of a plate for the distal radius. *J Hand Surg Am*, **20**: 1021-1027, 1995.
- 10) Haidukewych GJ: Innovations in locking plate technology. *J Am Acad Orthop Surg*, **12**: 205-212, 2004.
- 11) Lee KH: Clinical biomechanics of the locking plate. *J Korean Fracture Soc*, **21**: 186-188, 2008.
- 12) McKay SD, MacDermid JC, Roth JH, Richards RS: Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. *J Hand Surg Am*, **26**: 916-922, 2001.
- 13) Muller M, Allgower M, Schneider R, Willenegger H: Manual of internal fixation. 3rd ed. New York, Springer Verlag: 1-3, 1991.
- 14) Nam IH, Ahn GY, Jang JH, Lee JW, Yun HH: Surgical treatment of dorsally displaced unstable distal radius fracture with volar plate fixation. *J Korean Orthop Assoc*, **40**: 814-820, 2005.
- 15) Orbay J: Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin*, **21**: 347-354, 2005.
- 16) Orbay JL: The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. *Hand Surg*, **5**: 103-112, 2000.
- 17) Osada D, Kamei S, Masuzaki K, Takai M, Kameda M, Tamai K: Prospective study of distal radius fractures treated with a volar locking plate system. *J Hand Surg Am*, **33**: 691-700, 2008.
- 18) Peterson ED, Dennison DG: Fixed-angle volar plate fixation for distal radius fractures in immunosuppressed

- patients. Hand (NY), 2008.
- 19) **Pichon H, Chergaoui A, Jager S, et al:** Volar fixed angle plate LCP 3.5 for dorsally distal radius fracture. About 24 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, **94:** 152-159, 2008.
- 20) **Putnam MD, Seitz WH Jr:** Advances in fracture management in the hand and distal radius. Hand Clin, **5:** 455-470, 1989.
- 21) **Rozental TD, Blazar PE:** Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. J Hand Surg Am, **31:** 359-365, 2006.
- 22) **Stein H, Perren SM, Cordey J, Kenwright J, Mosheiff R, Francis MJ:** The muscle bed--a crucial factor for fracture healing: a physiological concept. Orthopedics, **25:** 1379-1383, 2002.
- 23) **Strauss EJ, Banerjee D, Kummer FJ, Tejawani NC:** Evaluation of a novel, nonspanning external fixator for treatment of unstable extra-articular fractures of the distal radius: biomechanical comparison with a volar locking plate. J Trauma, **64:** 975-981, 2008.
- 24) **Yamazaki H, Hattori Y, Doi K:** Delayed rupture of flexor tendons caused by protrusion of a screw head of a volar plate for distal radius fracture: a case report. Hand Surg, **13:** 27-29, 2008.