

원위 요골 골절 및 동반손상의 치료

원위 요골 골절의 치료에서 고정물의 선택

Implant Selection for Treatment of Distal Radius Fractures

이주엽·배승호

가톨릭대학교 성빈센트병원 정형외과

원위 요골 및 관절면의 해부학적 정복이 좋은 임상적 결과를 얻는 데 필수적임은 잘 알려져 있다. 고정물에 대한 충분한 이해는 골절의 적절한 고정을 위해서 중요하며 고정물에 의한 합병증을 예방하는 데에도 필수적이다. 적절한 수장측 잠금 금속판을 선택하지 못하였을 경우 굴곡전 파열이 발생할 수 있으며, 나사못이 너무 길 경우 신전전 파열 등의 합병증이 발생하기도 한다. 본 종설에서는 전통적으로 사용되는 고정 방법인 경피적 핀 고정술과 외고정술의 적응증에 대하여 알아보고, 현재 국내에서 사용 가능한 수장측 잠금 금속판의 종류와 각 디자인의 장단점을 고찰하여 보고자 한다. 최근 많이 소개되고 있는 가변각 잠금 금속판은 골편의 고정이 용이한 장점이 있으나, 고정력이 떨어질 수 있는 단점이 있으므로 신중하게 선택해야 한다. 원위부 잠금나사못의 개수는 최소 4개 이상이면 충분하며, 원위 잠금나사의 길이 측정은 어려우므로 원위 요골의 비율을 이용하여 나사못의 길이를 예측하는 것이 도움이 될 수 있다. 원위부 골편의 고정력을 향상시키기 위하여 잠금 peg보다는 잠금나사못이 권장된다. 또한 굴곡전의 파열을 예방하기 위하여 금속판이 너무 원위부로 위치하지 않도록 주의하여야 한다.

색인단어: 원위 요골 골절, 수장측 잠금 금속판

서 론

원위 요골 골절은 상지에서 발생하는 가장 흔한 골절 중 하나로 기대 수명의 연장과 스포츠 활동의 증가로 그 수가 증가하고 있다.^{1,2)} 전통적으로 원위 요골 골절은 비수술적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있다고 인식되어 왔으나, 최근의 연구 결과를 통하여 원위 요골의 해부학적 정복이 후외상성 관절염의 예방에 반드시 필요하다라는 것이 밝혀지면서 견고한 내고정의 중요성이 강조되고 있다.

최근 각광을 받고 있는 수장측 잠금 금속판(volar locking plate)은 나사못과 금속판이 나사산(thread)에 의하여 고정되며, 분쇄된 원위 요골이 치유될 때까지 충분한 고정 강도를 제공한다. 수장부는 분쇄 정도가 심하지 않아 비교적 쉽게 해부학적 정복이 가

능하고, 고정 강도가 좋아 조기 관절운동이 가능하며, 수배부에 비하여 건 자극이 덜한 장점 때문에 그 사용 빈도가 점점 증가하고 있다. 그러나 적절한 수장측 잠금 금속판을 선택하지 못하였을 경우 굴곡전 파열이 발생할 수 있으며, 나사못이 너무 길 경우 신전전 파열 등의 합병증이 발생하기도 한다. 따라서 원위 요골에 대한 해부학적 이해와 함께 적절한 수장측 잠금 금속판을 선택하는 것이 수술의 성공에 필수적인 요소이다.

본 종설에서는 전통적으로 사용되는 고정 방법인 경피적 핀 고정술과 외고정술의 적응증에 대하여 알아보고, 현재 국내에서 사용 가능한 수장측 잠금 금속판의 종류와 각 디자인의 장단점을 고찰하여 보고자 한다. 또한 나사못의 적절한 개수, 길이는 무엇인지 살펴보고, 최근에 소개된 가변각 잠금 금속판(variable-angle locking plate)에 대해서도 알아보도록 한다.

경피적 핀 고정술
(Percutaneous pin fixation)

경피적 핀 고정술은 오랜 기간동안 원위 요골 골절의 치료에 꾸

접수일 2013년 2월 4일 수정일 2013년 2월 14일 게재확정일 2013년 2월 18일
교신저자 이주엽
경기도 수원시 팔달구 중부대로 93, 가톨릭대학교 성빈센트병원 정형외과
TEL 031-249-8301, FAX 031-254-7186
E-mail jylos1@gmail.com

준히 적용되어 온 수술법으로 골유합이 발생한 후 핀을 쉽게 제거할 수 있어 내고정물에 의한 합병증이 적고 술기가 간단한 장점이 있다.³⁻⁵⁾ 다양한 핀 삽입 방법이 소개되고 있는데, 요골 경상돌기에서 핀을 삽입하는 방법, 요골 경상돌기와 요골의 척측에서 가로질러 삽입하는 방법, 그리고 골절부를 통과하여 고정하는 국소 내 핀 고정술(intrafocal pinning) 등⁶⁾이 많이 사용되고 있다(Fig. 1). 경피적 핀 고정술은 비교적 젊은 환자에서 분쇄가 심하지 않은 관절 외 골절이나 분쇄가 없는 관절 내 골절에서 적응이 될 수 있으며, 특히 소아의 원위 요골 골절에서는 대부분 이 방법이 사용되고 있다. Glickel 등⁷⁾은 평균 57세의 환자들을 경피적 핀 고정술로 치료하고 평균 59개월간 추적 관찰한 결과 4예에서 경미한

골절의 전위는 있었으나 대부분 임상적으로 우수한 결과를 얻었다고 하였다. 합병증으로는 핀 주위 감염, 신전건 자극, 표재 요골 신경(superficial radial nerve) 손상 등이 있을 수 있으며 대개 핀 제거 후 해결되는 경우가 많다. 그러나 경피적 핀 고정술의 가장 큰 문제는 골절의 분쇄가 심할 경우 고정력의 유지가 어렵고 골편의 전위가 발생할 수 있다는 점이다.⁸⁾ 따라서 이러한 경우에는 골편의 전위를 막기 위하여 금속판 내고정술 등이 더 좋은 선택이 될 것이다.

외고정술(External fixation)

외고정 장치는 1944년 Anderson과 O'Neil⁹⁾이 골격 견인장치(skeletal traction)의 원리를 원위 요골 골절의 치료에 도입한 이래 많은 발전이 있어 왔으나 최근에는 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술의 적용 범위가 넓어짐에 따라 상대적으로 그 빈도가 줄고 있는 실정이다. 외고정술은 경피적 핀 고정술과 함께 사용될 경우 관혈적 정복술과 별 차이가 없이 좋은 결과를 얻을 수 있으며,¹⁰⁾ 술기가 비교적 간단하고 외부에서 추가적인 조작이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 따라서 외고정 기구를 이용한 수술적 치료는 아직까지도 여러 손상에서 적용되고 있다. 예를 들면 개방성 골절 및 연부 조직의 손상이 심하여 금속판 내고정술을 시행할 수 없는 경우에 적응이 될 수 있다. 외고정 장치는 창상의 치료와 피판술을 용이하게 할 수 있으며, 추후 내고정으로 전환할 수도 있다. 또한 다발성 외상 환자에서 원위 요골에 대하여 수술적 치료를 할 시간이 없는 경우에도 빠른 고정을 위하여 사용할 수 있다.

그러나 견인 및 인대 신연(ligamentotaxis)만으로는 수장 경사의 유지 및 관절 내 골절의 정복이 불가능하다는 점,¹¹⁾ 과도한 견

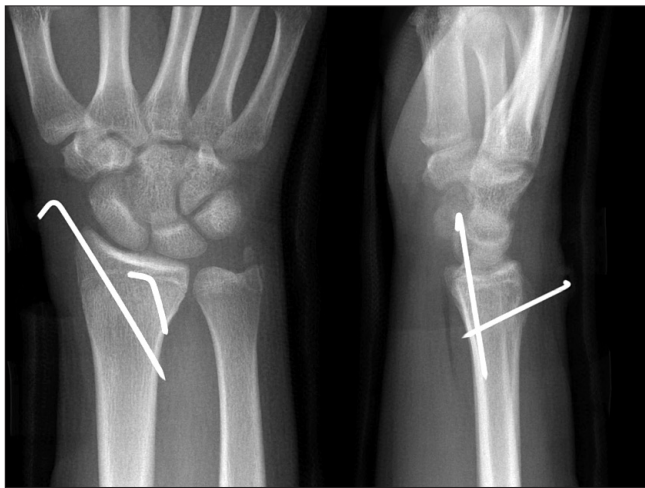


Figure 1. Intrafocal pin fixation to reduce and maintain the distal radius fractures.

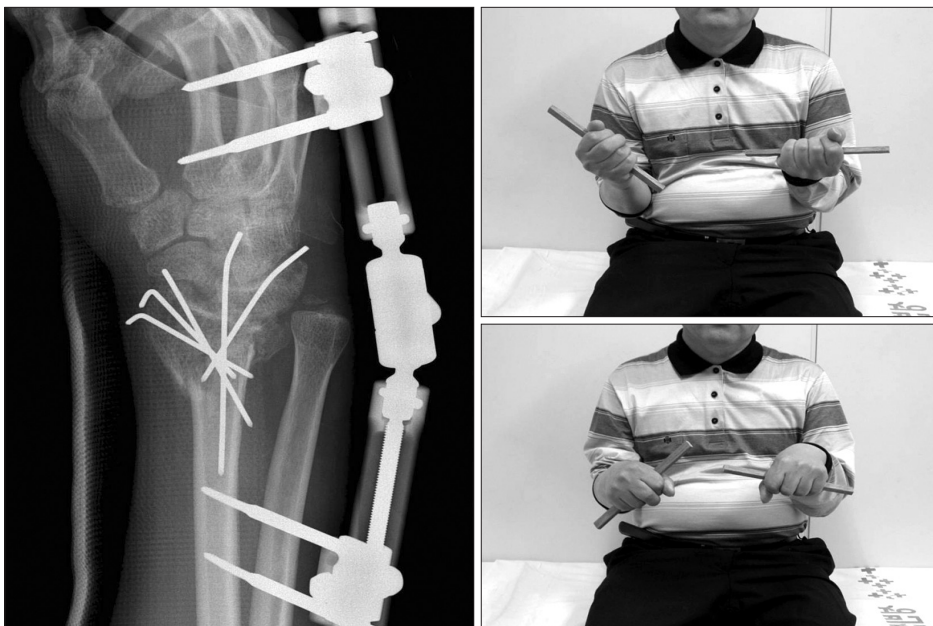


Figure 2. Dorsal subluxation of the ulna head after external fixation results in loss of supination.

인이 이루어질 경우 심한 수부 부종 및 복합 부위 통증 증후군(complex regional pain syndrome)이 발생할 수 있다는 점^{12,13)} 등이 외고정 장치를 폭넓게 사용할 수 없는 문제점으로 제시되고 있다. 또한 핀 주위 감염의 우려와 신전건 활주 장애, 표재 요골 신경의 손상 가능성이 있으므로 외고정 장치를 적용할 경우 반드시 절개를 가하고 신경과 건을 확인한 후에 핀을 삽입할 것을 권장한다. 또한 분쇄가 심한 골절일 경우 수술 후 6-8주에 외고정 장치를 제거한 후에도 지속적으로 골절부의 전위가 발생할 수 있으며,¹⁴⁾ 척측의 관절 내 골편을 정복하지 않고 회내전 자세에서 고정할 경우 골유합 후 회외전 제한이 발생할 가능성이 있어 이러한 경우에는 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술이 필요하다(Fig. 2).

수배측 금속판(Dorsal plating)

수배측 금속판은 1980년대 후반부터 관절면 정복의 중요성이 강조되기 시작하면서 개발되었다. 특히 관절면의 분쇄가 심한 골절의 경우 수배측 도달법은 관절 연골을 충분히 관찰하면서 정복할 수 있는 장점이 있었다. 이후 많은 연구에서 신전건의 합병증 및 수근관절의 운동 제한을 보고하기도 하였으나 대체로 양호한 임상 결과를 나타내고 있다.¹⁵⁻¹⁷⁾ Rikli와 Regazzoni¹⁸⁾는 원위 요골 골절을 세 가지 지주로 나누어 이해하는 three column theory를 주장하며, 각각의 지주를 정복하는 것이 원위 요골 골절의 치료에 중요한 역할을 함을 강조하였다. 즉 요측 지주(radial column)는 요골 경상돌기와 주상골 외면(scaphoid facet), 중간 지주(intermediate column)는 월상골 외면(lunate facet)과 S상 절흔(sigmoid notch), 척측 지주(ulnar column)는 원위 척골과 삼각 섬유인대 복합체로 구성되며, 특히 중간 지주의 고정은 월상골과의 관절면 형성뿐만이

아니라 원위 요척 관절(distal radioulnar joint)의 기능에도 중요한 역할을 한다. 최근 유행하는 수장부 금속판 고정술은 수장부의 분쇄가 적기 때문에 해부학적인 원위 요골의 형태를 재건하는 데는 장점이 있으나, 관절 연골을 직접 볼 수 없고 중간 지주의 후방 골편을 정복할 수 없는 단점이 있다. 따라서 이러한 경우에는 후방 도달법을 이용한 수배측 금속판 고정술이 적응이 될 것이다.

합병증으로는 수근관절의 수장 굴곡 감소 및 금속판에 의한 신전건 파열이 발생할 수 있는데, 최근에 디자인된 금속판에서는 이러한 문제가 많이 감소하고 있다.¹⁹⁾ 수배측 도달법의 또 하나의 문제는 원위 요골의 수배부에 분쇄가 심하기 때문에 수배측 금속판만으로는 정확한 골절의 정복이 어렵고 자가골 이식술이 대부분 필요하다는 점이다. 따라서 대부분의 골절은 수장측 금속판을 사용하여 고정하고 중간 지주의 후방 골편에 국한하여 수배측 금속판을 사용한다면 신전건 합병증이나 관절 운동의 제한과 같은 문제점들을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 3).

수장측 금속판(Volar plating)

현재 국내에서는 다양한 종류의 수장측 금속판이 원위 요골 골절의 치료에 사용되고 있다. 이 기구들은 크게 비잠김 금속판(non-locking plate)과 잠김 금속판(locking plate)으로 나눌 수 있으며, 최근의 디자인은 원위부에 보다 많은 나사를 삽입할 수 있는 홀을 추가하고, 잠김나사에 약간의 각도를 허용하는 가변각 잠김 금속판이 도입되는 추세이다. 비잠김 금속판은 분쇄가 심하지 않은 경우 큰 문제가 없으나, 골다공증으로 인한 분쇄 골절의 경우에는 금속판과 금속나사 사이에 고정 소실이 발생할 수 있는 문제점이 있다(Fig. 4). 본 종설에서는 현재 국내에서 사용 가능한 수장측 잠김 금속판의 종류를 알아보고 각각의 특징 및 장단점을 고찰하여 보고자 한다.



Figure 3. Dorsal plating for fixation of the large dorsal ulnar fragment involving sigmoid notch.



Figure 4. Loosening of the non-locking screws results in loss of volar tilt.

DePuy Synthes

현재 국내에서 가장 높은 시장 점유율을 보이며 다양한 종류의 금속판을 제공하고 있다. 기존에는 비가변각 잠김 금속판인 관절 외 금속판(extra-articular plate)과 관절근접 금속판(juxta-articular plate)이 사용되었으나, 최근 원위부 금속나사를 6-7개까지 삽입할 수 있고 15도까지 삽입 각도를 변경할 수 있는 가변각 잠김 금속판이 소개되고 있다. 잠김 기전은 네 곳의 나사산이 완전한 형태로 잠기는 방식이며 나사못의 변형을 초래하지 않는다. 연구 결과에 의하면 비가변각 잠김 기전의 약 93%의 강도를 얻을 수 있다고 한다. 원위부의 형태는 해부학적으로 고안되어 있어 굴곡 전 파열의 가능성이 적다. 골간부는 2.7 또는 2.4 mm, 원위부는 2.4 mm 나사를 사용한다.

Acumed

Acu-Loc이라는 비가변각 잠김 금속판을 제공하고 있다. 비교적 원위 요골의 해부학적 형태에 맞게 디자인되어 있고, 특히 요골 경상돌기를 덮는 독특한 구조를 띠고 있다. 나사못은 원위부에 8개의 금속나사를 삽입할 수 있으며, 그 중 2개의 홀은 요골 경상돌기 골편을 고정하기 위하여 디자인되어 있다. 나사못과 peg를 선택할 수 있으며, 골간부는 3.5 mm, 원위부는 2.3 mm 나사를 사용한다.

Medartis

Aptus는 가변각 잠김 금속판으로, 해부학적 금속판인 adaptive plate와 비해부학적 금속판인 correction plate를 제공하고 있다. 원위부 나사를 8-9개까지 삽입할 수 있는 특징이 있으며, 15도까지 삽입 각도를 변경할 수 있는 것도 동일하다. 잠김 기전은 원형의 나사못이 마찰력을 이용하여 금속판과 고정되는 형태로 반복적인 나사못 고정 시 고정력이 떨어질 가능성이 있다. 장점은 원위부의 두께가 비교적 얇아 굴곡전의 자극 증상이 적을 수 있다는 점이다. 골간부 및 원위부 모두 2.5 mm 나사못과 peg를 사용한다.

Stryker

Variax라는 가변각 잠김 금속판을 제공하고 있다. 원위부 나사는 5-7개까지 삽입할 수 있으며, 각각 15도까지 삽입 각도를 변경할 수 있다. 해부학적 디자인이며 월상골 와부에 대한 지지가 가능하다. 잠김 기전은 금속판에 한 개의 나사산이 있고, 이것이 나사못의 나사산과 맞물리는 방식으로 반복적인 나사못 고정 시 고정력이 떨어질 수 있다. 골간부는 2.7 mm, 원위부는 2.0-2.7 mm의 나사못과 peg가 사용된다.

BK Meditech

국내에서 제작된 원위 요골 금속판으로 비교적 해부학적 디자인을 가지고 있다. 비가변각 잠김 금속판이며, 나사못의 두부에 나사산이 없고 경부에 있는 독특한 구조를 띄고 있다. 골간부는 2.7 mm, 원위부는 2.4 mm의 나사못을 사용하며, 잠김나사못과 비잠김나사못을 모두 사용할 수 있다.

Tradimedics

APIS라는 비가변각 금속판을 제공한다. 비해부학적 구조로 굴곡전의 자극 가능성이 있어 주의가 필요하다. 골간부에 3.5 mm, 원위부에 2.5 mm의 나사못을 사용하며, Stryker의 금속판과 같이 금속판에 한 개의 나사산으로 고정하는 구조로서 반복적인 고정 시 고정력이 떨어질 가능성이 있다(Fig. 5).

1. 가변각 잠김 금속판이 반드시 좋은가?

가변각 잠김 금속판은 골절된 골편을 술자가 원하는 방향으로 고정한다는 개념을 가지고 고안된 것이다. 최근에 개발되는 잠김 금속판은 대부분 가변각 잠김 기전을 채택하고 있으며 약 15도의 각도 조절을 허용하고 있다. Park 등은 가변각 잠김 금속판이 수장 경사의 복원에 유용함을 보고한 바 있다(unpublished data). 그러나 가변각 잠김 금속판은 몇 가지 문제점도 가지고 있다. 먼저 고정 강도가 비가변형 잠김 기전에 비하여 약하다는 것이다. 가장 강한 가변각 잠김 기전을 가진 것으로 알려진 DePuySynthes 제품의 경우 비가변각 금속판의 약 93%의 강도를 가지며, 다른 제품의 경우 비가변각의 약 33%에 불과한 것으로 알려지고 있다. 또한 가변각 잠김 기전은 나사못의 변형을 동반하기 때문에 반복적인 잠김을 시도할 경우 고정력이 현저히 감소할 수 있으며, 3회 이상의 재잠김은 권장되지 않는다. Rausch 등²⁰⁾은 가변각 잠김 금속판이 비가변형에 비하여 초기 강도는 우수하였으나 반복적인 부하 검사에서 강도가 감소한다고 하였다. 또한 가변각 잠김 금속판은 비가변각 금속판에 비하여 금속판의 원위부가 두꺼울 수 있으며, 부적절하게 위치할 경우 굴곡전의 자극이 증가할 수 있다. 마지막으로 나사못의 방향에 각도 조절을 허용하는 것은 숙련된 의사에게는 도움이 될 수 있으나, 초보자에게는 관절 천공 등의 합병증을 높일 수 있음을 인식해야 한다. 단 작은 요골 경상돌기 골편의 고정에 가변각 금속판이 유리하며 생역학적으로 더욱 강한 구조를 만들 수 있다.²¹⁾ 가변각 잠김 금속판이 실제 임상적으로도 좋은 결과를 얻을 수 있는지에 대해서는 알려진 바 없다.²²⁾

2. 원위부 잠김 나사못은 몇 개가 적당한가?

2000년대 초 Orbay와 Fernandez²³⁾가 수장측 잠김 금속판을 개발

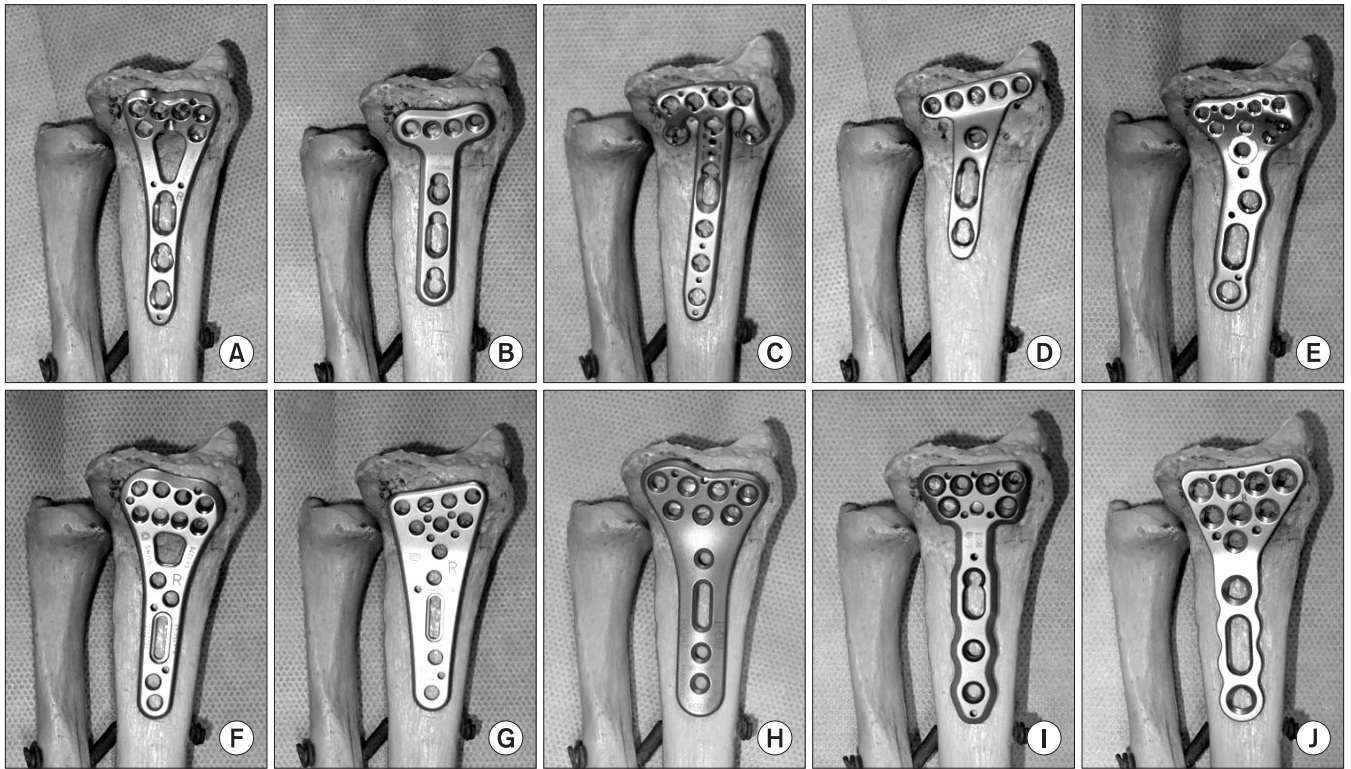


Figure 5. Various volar locking plates available in Korea. (A) DePuySynthes (West Chester, PA, USA) variable-angle two-column plate. (B) DePuySynthes extra-articular plate. (C) DePuySynthes variable-angle volar rim plate. (D) DePuy Synthes juxta-articular plate. (E) Acumed (Hillsboro, OR, USA) Acu-Loc volar distal radius plate. (F) Medartis (Basel, Switzerland) Aptus distal radius adaptive plate. (G) Medartis Aptus distal radius correction plate. (H) Stryker (Kalamazoo, MI, USA) Variax distal radius locking plate. (I) BK meditech volar distal radius plate. (J) Tradimedics APIS distal radius plate.

하면서 원위부에 보다 많은 나사못과 peg를 삽입할 수 있는 이열 금속판(double-row plate)을 개발한 이래 많은 제품이 이와 유사한 형태의 금속판 디자인을 채택하고 있다. 현재 국내에서 사용 가능한 금속판은 적게는 4개에서 많게는 9개까지의 잠김나사를 삽입할 수 있다. 나사못의 개수가 늘어나면 이론적으로 보다 많은 골편을 고정할 수 있고, 고정 강도도 늘어날 것으로 예상할 수 있다. 그러나 나사못의 개수가 늘어나면 비용이 증가하고, 나사못으로 인한 신경전 파열의 확률은 더욱 높아지기 때문에 무작정 나사못이 많은 것이 좋은 것은 아니다. Drobetz 등²⁴⁾은 일열 금속판과 이열 금속판의 고정력을 비교한 생역학적 연구에서 이열 금속판을 사용한 경우가 일열 금속판에 비하여 강도가 더 증가하지는 않으며, 오히려 비가변각 잠김나사못으로 고정한 일열 금속판을 사용한 경우에서 가장 높은 강도를 보였다고 하였다. Moss 등²⁵⁾은 동일한 디자인의 금속판으로 원위부에 각각 4개와 7개의 나사를 사용하여 강도의 차이를 비교하였는데, 두 군 간에 강도의 차이는 없었으며 고정의 실패도 발생하지 않았다고 하였다. Mehling 등²⁶⁾은 원위부에 4개, 근위부에 3개, 그리고 7개의 나사못을 모두 삽입한 군을 비교하였는데, 근위부에 3개의 나사못을 삽입한 군을 제외하고는 모두 수술 후의 재활을 전될 수 있는 정도의 강도를 가진다고 하였다. 따라서 원위부의 나사못은 최소 4개

이상이면 충분하며, 일열 금속판의 형태도 강도면에서는 충분한 고정력을 제공하는 것으로 판단할 수 있다. 실제 임상에서도 일열 및 이열 금속판의 방사선학적 결과는 차이가 없는 것으로 밝혀지고 있다.²⁷⁾

3. 원위부 나사못의 길이는 어느 정도가 적당한가?

원위 요골 골절에서는 대개 골간단부에 심한 분쇄가 동반되기 때문에 원위 피질골에 갈고리를 걸어 측정하는 깊이 측정기(depth gauge)로는 적절한 길이의 나사못을 선택하는 데 어려움이 있다. 원위부에 고정하는 잠김나사못의 길이는 골절의 고정력에 중요하며 너무 짧을 경우 고정력이 약해질 수 있다. Wall 등²⁸⁾은 원위 요골 전후면의 75%의 길이를 가지는 나사못은 100%의 길이를 가지는 잠김나사못과 고정력에서 차이가 없다고 하였으며, 50% 길이의 나사못은 고정 강도가 약 20% 정도 감소한다고 하였다. 따라서 골절의 고정을 위해서는 원위 요골 전후면의 최소 75% 이상이 되는 길이의 나사못을 선택하여야 한다. 그러나 나사못이 너무 길면 피질골 위로 돌출하여 신경전 파열 등의 합병증을 유발할 수 있다. Park 등²⁹⁾은 원위 요골의 중간 지주가 Lister 절절보다 약 2 mm 깊기 때문에 단순 방사선상에서 나사못의 돌출이 없더라도 실제로는 나사못이 튀어나올 수 있으며, 방사선 투시기를

이용하여 나사못의 길이를 측정하는 것은 위험하다고 하였다. 그래서 Riddick 등³⁰⁾은 수근관절을 완전 굴곡한 상태에서 영상을 찍는 skyline view를 소개하고 나사못의 길이 측정에 도움을 줄 수 있다고 주장하였다. 저자는 골간부와 골간단부는 일정한 비율을 가질 것이라는 가정하에 골간부의 첫 번째 나사못의 길이를 측정하여 골간단부의 길이를 예측하는 방법을 사용하고 있으며, 매우 효과적이라고 판단하여 이를 소개하고자 한다. 즉 골간부에서 측정된 나사못의 길이에서 6 mm 이상을 넘지 않는 잠김나사못을 원위부에 사용하는 것이다. 예를 들어 골간부의 첫 번째 나사못이 14 mm로 측정된 경우 중간 지주에 삽입하는 나사못은 20 mm를 넘지 않게 하고, 요골 경상돌기 골편은 각각 이보다 2 mm 작은 18 mm, 16 mm의 나사못을 삽입하는 것이다. 저자의 경험으로는 모든 환자에서 골간부의 첫 번째 나사못이 12, 14, 16 mm 사이에 있었으며, 이에 따라 원위부 잠김나사의 길이를 예측할 수 있었다.

4. 나사못이 좋은가 peg가 좋은가?

골절의 원위부에 잠김나사못 대신에 잠김 peg를 사용하는 것은 골절편의 고정보다는 연골하골을 지지하는 지지체(scaffold)로서의 역할을 하기 위한 것이다. 그리고 peg의 끝부분은 부드럽게 처리되어 있기 때문에 만약 나사못이 돌출되어도 신전건의 자극이 적은 장점이 있다. 그러나 최근의 생역학적 연구 결과 잠김 peg는 잠김나사못에 비하여 고정 강도가 약한 것으로 밝혀지고 있기 때문에 특별한 경우가 아니라면 적절한 길이의 나사못을 삽입하는 것으로 충분하다.^{31,32)}

5. 금속판을 얼마나 원위부에 위치시켜야 하나?

초창기의 잠김 금속판이 현재와 같은 해부학적인 형태로 변화한 것은 월상와 골편 고정의 중요성이 강조되면서부터이다. Harness 등³³⁾은 AO 분류 B3.3 전방 Barton 골절이 있었던 환자에서 수장부 잠김 금속판 고정술을 시행한 후 월상와 골편의 전위 및 관절의 탈구가 발생한 7예를 보고하였다. 이후 대부분의 잠김 금속판이 월상와 골편의 고정을 강화하기 위하여 중간 지주를 요측 지주보다 원위부로 위치하는 형태로 발전하였다. 이렇게 금속판의 디자인이 원위부 골편을 고정할 수 있도록 변화하면서 금속판에 의한 굴곡건 파열의 가능성이 증가하고 있다. Soong 등³⁴⁾은 2가지 종류의 수장측 잠김 금속판을 사용한 환자들을 비교하였는데, 분수령선(watershed line)을 덮는 금속판에서 3예의 굴곡건 파열을 보고하였다. 금속판의 디자인뿐만 아니라 금속판을 너무 원위부에 위치시키는 것도 문제가 된다. Matityahu 등³⁵⁾은 같은 종류의 금속판이라도 분수령선의 5 mm 원위부로 금속판을 위치시키면 장무지 굴근(flexor pollicis longus)에 발생하는 압력이 33.5% 증가한다고 하였다. 또한 남아있는 방형 회내근을 잘 봉합하는 것은 굴곡건 파열의 예방에 별 도움이 되지 않는다고 알려져 있다.³⁶⁾

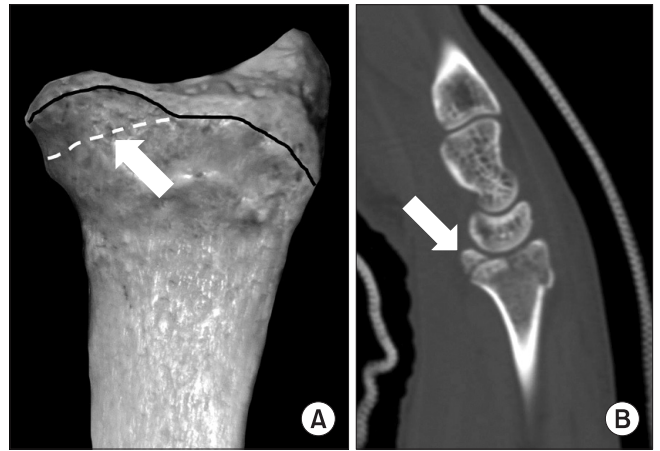


Figure 6. (A) White arrow indicates proposed watershed line by Imatani et al.³⁷⁾ Black line indicates distal bony prominence. (B) Small lunate facet fragment necessitates suture fixation.

저자는 지나치게 과도한 금속판의 원위부 고정은 불필요하다고 주장하는 바이다. Harness 등³³⁾의 논문을 자세히 분석해 보면 제시된 증례의 실패 원인이 원위부 고정이 부족해서라기 보다는 금속판이 너무 요측으로 치우친 것이 원인으로 생각되기 때문이다. 또한 수장측 인대가 부착하는 월상와 말단부의 골절은 매우 드물며, 이것은 현재 사용 가능한 해부학적 금속판을 사용하여도 고정할 수 없다. 따라서 Imatani 등³⁷⁾이 주장한 바와 같이 실제 월상와의 돌출된 부분, 즉 분수령선이라고 알려진 부분보다 근위부에 금속판이 위치하여야 굴곡건 파열 등의 합병증을 예방할 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 6). 만약 이 선보다 원위부에 골편이 위치할 경우 봉합사 등을 이용하여 고정할 수 있다. 단 그렇다고 너무 근위부에 금속판이 위치하면 안되며, 연골하골의 지지가능하도록 나사못의 충분한 접근이 이루어져야 한다. Drobetz 등³⁸⁾은 원위 잠김 금속판이 가급적 연골하골에 닿아야 충분한 강도를 유지할 수 있다고 하였다.

결론

원위 요골 및 관절면의 해부학적 정복이 좋은 임상적 결과를 얻는 데 필수적임은 잘 알려져 있다. 원위 요골의 해부학적 이해는 골절의 정복뿐만 아니라 수장측 잠김 금속판의 선택 및 적용에도 필수적이다. 가변각 잠김 금속판은 최근에 각광받고 있으나 장점 및 단점이 있으므로 신중하게 선택해야 한다. 원위부 잠김 나사못의 개수는 최소 4개 이상이 권장되며, 원위 잠김나사의 길이 측정은 어려우므로 원위 요골의 비율을 이용하여 나사못의 길이를 예측하는 것이 도움이 될 수 있다. 잠김 peg보다는 잠김나사못이 고정력을 향상시킬 수 있고, 굴곡건의 파열을 예방하기 위하여 너무 원위부로 금속판을 위치시키는 것은 삼가야 한다.

참고문헌

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26:908-15.
2. Park C, Ha YC, Jang S, Jang S, Yoon HK, Lee YK. The incidence and residual lifetime risk of osteoporosis-related fractures in Korea. *J Bone Miner Metab.* 2011;29:744-51.
3. Clancey GJ. Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles fractures. A prospective study of thirty cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:1008-14.
4. Habernek H, Weinstabl R, Fialka C, Schmid L. Unstable distal radius fractures treated by modified Kirschner wire pinning: anatomic considerations, technique, and results. *J Trauma.* 1994;36:83-8.
5. Munson GO, Gainor BJ. Percutaneous pinning of distal radius fractures. *J Trauma.* 1981;21:1032-5.
6. Kapandji A. Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later. *Ann Chir Main.* 1987;6:57-63.
7. Glickel SZ, Catalano LW, Raia FJ, Barron OA, Grabow R, Chia B. Long-term outcomes of closed reduction and percutaneous pinning for the treatment of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1700-5.
8. Barton T, Chambers C, Lane E, Bannister G. Do Kirschner wires maintain reduction of displaced Colles' fractures? *Injury.* 2005;36:1431-4.
9. Anderson R, O'Neil G. Comminuted fractures of the distal end of the radius. *Surg Gynecol Obstet.* 1944;78:434-40.
10. Kreder HJ, Hanel DP, Agel J, et al. Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius: a randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:829-36.
11. Bartosh RA, Saldana MJ. Intraarticular fractures of the distal radius: a cadaveric study to determine if ligamentotaxis restores radiopalmar tilt. *J Hand Surg Am.* 1990;15:18-21.
12. Kaempffe FA, Walker KM. External fixation for distal radius fractures: effect of distraction on outcome. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;380:220-5.
13. Kaempffe FA, Wheeler DR, Peimer CA, Hvidsak KS, Cera-volo J, Senall J. Severe fractures of the distal radius: effect of amount and duration of external fixator distraction on outcome. *J Hand Surg Am.* 1993;18:33-41.
14. Raju P, Kini SG. Loss of correction in unstable comminuted distal radius fractures with external fixation and bone grafting--a long term followup study. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:23.
15. Axelrod TS, McMurtry RY. Open reduction and internal fixation of comminuted, intraarticular fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 1990;15:1-11.
16. Bradway JK, Amadio PC, Cooney WP. Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:839-47.
17. Jupiter JB, Lipton H. The operative treatment of intra-articular fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;292:48-61.
18. Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:588-92.
19. Yu YR, Makhni MC, Tabrizi S, Rozental TD, Mundanthanam G, Day CS. Complications of low-profile dorsal versus volar locking plates in the distal radius: a comparative study. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1135-41.
20. Rausch S, Klos K, Stephan H, et al. Evaluation of a polyaxial angle-stable volar plate in a distal radius C-fracture model--a biomechanical study. *Injury.* 2011;42:1248-52.
21. Stanbury SJ, Salo A, Elfar JC. Biomechanical analysis of a volar variable-angle locking plate: the effect of capturing a distal radial styloid fragment. *J Hand Surg Am.* 2012;37:2488-94.
22. Marlow WJ, Singhal R, Dheerendra S, Ralte P, Fischer J, Waseem M. Distal radius volar locking plates: does a variable angle locking system confer a clinical advantage? *Acta Orthop Belg.* 2012;78:309-16.
23. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2002;27:205-15.
24. Drobetz H, Weninger P, Grant C, et al. More is not necessarily better. A biomechanical study on distal screw numbers in volar locking distal radius plates. *Injury.* 2013;44:535-9.
25. Moss DP, Means KR Jr, Parks BG, Forthman CL. A biomechanical comparison of volar locked plating of intra-articular distal radius fractures: use of 4 versus 7 screws for distal fixation. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1907-11.
26. Mehling I, Müller LP, Delinsky K, Mehler D, Burkhart KJ, Rommens PM. Number and locations of screw fixation for volar fixed-angle plating of distal radius fractures: biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 2010;35:885-91.
27. Neuhaus V, Badri O, Ferree S, Bot AG, Ring DC, Mudgal CS.

- Radiographic alignment of unstable distal radius fractures fixed with 1 or 2 rows of screws in volar locking plates. *J Hand Surg Am.* 2013;38:297-301.
28. Wall LB, Brodt MD, Silva MJ, Boyer MI, Calfee RP. The effects of screw length on stability of simulated osteoporotic distal radius fractures fixed with volar locking plates. *J Hand Surg Am.* 2012;37:446-53.
 29. Park DH, Goldie BS. Volar plating for distal radius fractures--do not trust the image intensifier when judging distal subchondral screw length. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2012;16:169-72.
 30. Riddick AP, Hickey B, White SP. Accuracy of the skyline view for detecting dorsal cortical penetration during volar distal radius fixation. *J Hand Surg Eur Vol.* 2012;37:407-11.
 31. Weninger P, Dall'Ara E, Leixnering M, et al. Volar fixed-angle plating of extra-articular distal radius fractures--a biomechanical analysis comparing threaded screws and smooth pegs. *J Trauma.* 2010;69:E46-55.
 32. Martineau PA, Waitayawinyu T, Malone KJ, Hanel DP, Trumble TE. Volar plating of AO C3 distal radius fractures: biomechanical evaluation of locking screw and locking smooth peg configurations. *J Hand Surg Am.* 2008;33:827-34.
 33. Harness NG, Jupiter JB, Orbay JL, Raskin KB, Fernandez DL. Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1900-8.
 34. Soong M, van Leerdam R, Guitton TG, Got C, Katarincic J, Ring D. Fracture of the distal radius: risk factors for complications after locked volar plate fixation. *J Hand Surg Am.* 2011;36:3-9.
 35. Matityahu AM, Lapalme SN, Seth A, Marmor MT, Buckley JM, Lattanza LL. How placement affects force and contact pressure between a volar plate of the distal radius and the flexor pollicis longus tendon: a biomechanical investigation. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013;38:144-50.
 36. Brown EN, Lifchez SD. Flexor pollicis longus tendon rupture after volar plating of a distal radius fracture: pronator quadratus plate coverage may not adequately protect tendons. *Eplasty.* 2011;11:e43.
 37. Imatani J, Akita K, Yamaguchi K, Shimizu H, Kondou H, Ozaki T. An anatomical study of the watershed line on the volar, distal aspect of the radius: implications for plate placement and avoidance of tendon ruptures. *J Hand Surg Am.* 2012;37:1550-4.
 38. Drobetz H, Bryant AL, Pokorny T, Spitaler R, Leixnering M, Jupiter JB. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction--a biomechanic study in a cadaveric model. *J Hand Surg Am.* 2006;31:615-22.

Treatment of Distal Radius Fracture and Combined Injuries

Implant Selection for Treatment of Distal Radius Fractures

Joo-Yup Lee, M.D., Ph.D., and Seungho Bae, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, St. Vincent's Hospital, The Catholic University of Korea, Suwon, Korea

Anatomical reduction is essential for successful treatment of distal radius fractures. In-depth understanding of the implant is mandatory in order to obtain adequate fixation of the fracture fragments and to avoid implant-related complications. Selection of an improper implant and screw length may lead to rupture of flexor or extensor tendon as a complication. This article will briefly discuss the pros and cons of the traditional fixation methods such as percutaneous pin fixation and external fixation, and will focus on the recent development of the volar locking plate. Variable-angle locking plate, which was introduced in an effort to provide surgeons with more freedom for fixation, may have inadequate fixation strength if screw locking is repeated. From the biomechanical study, at least four distal locking screws are enough to have strength to maintain fracture fixation. Measuring screw length may be difficult; therefore, information about the ratio of the metaphysis and diaphysis will be helpful in deciding on the proper screw length. Locking screws are recommended as they are stronger than locking pegs. In order to avoid flexor tendon ruptures, the plate should not be placed too far distally.

Key words: distal radius fractures, volar locking plates

Received February 4, 2013 **Revised** February 14, 2013 **Accepted** February 18, 2013

Correspondence to: Joo-Yup Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, St. Vincent's Hospital, The Catholic University of Korea, 93 Jungbu-daero, Paldal-gu, Suwon 442-723, Korea

TEL: +82-31-249-8301 **FAX:** +82-31-254-7186 **E-mail:** jylos1@gmail.com