

원위 요골 골절 및 동반손상의 치료

원위 요골 골절의 합병증

Complications of Distal Radius Fracture

강종우·박종웅

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

원위 요골 골절은 응급실에서 볼 수 있는 흔한 골절인 만큼 적절한 치료방법을 선택하는 것이 중요하고 또한 치료 과정이나 치료 후 발생하는 합병증을 조기에 인지하고 적절한 예방을 하는 것도 치료만큼 중요하다. 원위 요골 골절과 관련된 합병증은 골절 후 시기에 따라 다양한 양상으로 발생하며 그 빈도는 전체 원위 요골 골절의 약 27% 정도에 달하는 것으로 알려져 있다. 본 종설에서는 원위 요골 골절의 치료 시 발생할 수 있는 합병증과 그 예방 및 적절한 치료방법에 대하여 논하고자 한다.

색인단어: 원위 요골 골절, 합병증

서론

원위 요골 골절과 관계된 대표적인 합병증은 신전건 및 굴곡건 파열, 신경손상, 개방성 골절로 인한 감염, 구획 증후군, 정복소실 및 부정유합 등이 있다.¹⁾ Mckay 등²⁾은 원위 요골 골절로 인한 합병증의 발생 빈도가 전체 원위 요골 골절의 약 27% 정도라고 보고한 바 있다. 원위 요골 골절의 합병증은 골절 자체에 의한 것과 치료 과정의 결과로 발생하는 것이 있으나 이 둘을 정확히 구분하기는 어렵다. 예를 들어 외고정 시 사용하는 핀 경로 감염은 그 원인이 확실하나 복합 부위 통증 증후군(complex regional pain syndrome) 등은 정확한 원인을 확실히 밝히기 어려운 경우도 있다.³⁾ 합병증 발생의 원인이 모호한 경우에도 그 발생 여부를 조기에 인지하고 적절히 대처하면 그 피해를 최소화할 수 있다. 본 종설에서는 요골 골절의 치료 과정에서 비교적 흔하게 발생하는 합병증을 건, 신경의 문제, 관절 내로의 나사못의 돌출(intra-articular screw protrusion), 부정유합, 감염, 구획 증후군, 복합 부위 통증 증후군의 순서대로 논하기로 한다.

본론

1. 건 손상(tendon injury)

원위 요골 골절의 수술적 치료 후 발생할 수 있는 건 관련 병변은 단순 건 자극, 건 유착, 건초염에서부터 건 파열까지 다양하다. 보고에 의하면 원위 요골 골절의 치료 후 약 34%에서 건 관련 합병증이 발생하였으며 이는 수상 시 발생하는 관통상이나 직접적인 창상에 의한 경우도 있으나 대부분 골절 자체, 수술 술기상의 문제, 돌출된 내 고정물 등에 의한 기계적 자극 및 건 혈액 순환의 문제에 기인한다고 한다.²⁾ 금속판을 이용한 원위 요골 골절의 치료 시 수배측 금속판에 의해서는 신전건의 손상이, 수장측 금속판에 의해서는 굴곡건의 손상이 흔하다. 여기서 흥미로운 점은 수장측 금속판에 의해서도 신전건의 파열이 발생할 수 있다는 점이다.⁴⁾

1) 신전건 손상(extensor tendon injury)

신전건의 손상은 수배측 또는 수장측 금속판을 이용하여 치료한 경우 모두에서 발생할 수 있으며 장무지 신전건(extensor pollicis longus tendon)의 파열이 흔하다. 지연성 수 무지 신전건 파열은 원위 요골 골절의 약 0.3%에서 발생하는데 특히 보존적 요법으로 치료한 비전위성 골절에서 흔히 발생한다.⁵⁾ 파열에 따른 통증은 없는 것이 보통이며 골절 후 6주에서 3개월 사이에 파열되는 경

접수일 2013년 2월 3일 수정일 2013년 2월 16일 게재확정일 2013년 3월 2일

교신저자 박종웅

안산시 단원구 적금로 123, 고려대학교 안산병원 정형외과

TEL 031-412-6583, FAX 031-412-5549

E-mail ospark@korea.ac.kr



Figure 1. In cases of extensor pollicis longus tendon rupture after volar plate fixation (A, B), transfer of the extensor indicis proprius can restore thumb function (C).

우가 대부분이므로 사전에 환자에게 건 파열의 가능성을 잘 설명하여야 한다.⁶⁾

보고에 의하면 수배측 금속판을 사용하여 원위 요골 골절을 고정 후 25%에서 건 자극 증상이, 그 중 약 10%에서 금속판에 의한 건 파열이 발생하며 발생한 건 자극은 금속판 제거술, 파열된 건은 건 재건술을 통해 증상과 기능을 회복시킬 수 있다.⁷⁻⁹⁾ 수배측 금속판을 사용하여 원위 요골 골절을 고정 시 건 자극의 위험을 최소화하기 위한 여러 가지 방법이 있으나 그 중 가장 신뢰할 만한 방법은 3, 4 신전 구획에 해당하는 부위의 골막을 거상하고 얇은 두께(low profile)의 금속판으로 고정 후 금속판 위에 골막을 봉합하여 주거나 만약 골막을 바로 봉합할 수 없는 경우 Alloderm® (Lifecell Co., Bridgewater, NJ, USA)과 같은 동종 피부 진피 조직(Allo-dermal tissue)을 덧대어 봉합해 주는 방법이 있다.¹⁰⁾ 이와 같은 방법으로 수배측 금속판이 유발하는 건 자극을 최대한 예방할 수 있으나 그럼에도 건 자극이 발생 가능하므로 가능한 초기에 금속판 제거술을 시행하여야 한다.

수장측 금속판에 의한 신전건 손상의 발생 빈도는 3-5% 정도이며 그 중 장무지 신전의 파열이 가장 흔하다고 하였다. 이는 드릴 비트(drill-bit)에 의한 건 손상, 수배측 피질골 골절부의 돌출(특히 리스터 결절; Lister's tubercle의 원위부) 등에 의해 발생하는 것으로 생각된다.⁶⁾ 돌출된 나사못 또한 건 자극을 초래할 수 있으며 수장측 금속판을 사용한 원위 요골 골절의 고정 시 제3 신전 구획으로 향하는 나사못은 짧은 것을 사용하여 제3 신전 구획 내에 돌출되지 않도록 하여야 한다.¹¹⁾ 고전적인 전후, 측면 방사선 사진으로는 원위 요골부 배측으로의 나사못 돌출 정도를 정확히 평가하기가 어려우므로 술 중 전완부를 회전시키며 촬영한 엑스선 투시 영상(fluoroscopic imaging, skyline view)을 통해 나사못 돌출 정도를 확인하여 돌출된 나사못이 발견되면 짧은 나사못으로 교체하여야 하며,¹²⁻¹⁴⁾ 나사못 삽입 시 배측 피질골에 드릴 비트 끝이 닿자마자 드릴의 작동을 중단하여 신전건의 손상을 미연에 차단하거나 측정된 나사 홈 깊이(depth)보다 2 mm 짧은 나사못을 사용하면 드릴 비트에 의한 건 손상과 나사못의 돌출에 의한 건 손상을 예방할 수 있다.

장무지 신전이 파열된 경우 고유 인지 신전(extensor indicis proprius tendon)을 이용한 건 이전술 또는 장장근건(palmaris longus tendon)을 이용한 유리건 이식(free tendon transfer)을 통해 무지(thumb)의 신전 기능을 재건할 수 있으며 각각의 임상적 결과는 차이가 없다는 의견이 지배적이다(Fig. 1).^{7,15,16)}

2) 굴곡건 손상(flexor tendon injury)

원위 요골 골절과 동반된 굴곡건 파열은 골절 시 회전손상으로 도 발생할 수 있으나 수장측 금속판을 이용한 원위 요골 골절 고정 후 발생하는 굴곡건의 손상은 건에 대한 금속판 자체의 자극에 의해 발생한다. 금속판 원위 첨부(transverse ridge)를 소위 분수령선(watershed line)보다 원위부에 위치시킬 경우 굴곡건의 자극을 일으켜 건초염 또는 건 파열을 일으킬 수 있다는 점은 잘 알려진 사실이다. 따라서 수장측 금속판 고정 시에는 금속판의 원위 첨부가 분수령선보다 근위부에 위치시켜 금속판에 의한 건 마찰을 피하여야 한다.¹⁷⁾ 하지만 금속판을 분수령선보다 근위부에 위치시킨다고 하여 완전히 건 손상을 예방할 수 있는 것은 아니므로 술 후 장무지 굴곡건 등의 굴곡건 자극 증상이 인지되면 초기에 금속판 제거술을 시행하여 건 파열을 예방하여야 한다. 대개 술 후 1년 경과 시 이러한 건 자극 증상이 발생하는 경향을 보이므로 미연에 환자에게 설명하여 증상 발생 시 재내원토록 교육하여야 한다(Fig. 2).^{18,19)}

과거 수장측 금속판 윗부분에 방형 회내근(pronator quadratus muscle)을 덮어 봉합해 주면 이론적으로 굴곡건 손상을 예방할 수 있다고 여겨져 왔으나 최근 방형 회내근을 해부학적으로 봉합하고 술 후 2.5년이 경과한 후 금속판 제거술 시 방형 회내근이 해부학적으로 치유된 것이 확인된 경우에도 장무지 굴곡건(flexor pollicis longus tendon)의 손상이 발견된 경우가 있어 방형 회내근으로 금속판을 덮어 해부학적인 봉합을 한 경우 굴곡건 손상을 완전히 막을 수 있다고 하기는 어려우나 최소한 수술 후 초기에 건 자극을 최소화하는 데에는 효과적인 것으로 판단된다.²⁰⁾ 금속 내고정물을 완전히 제거하지 못한 경우, 즉 금속 내고정물 제거 시 파열되어 잔존하는 나사못에 의해 건 자극이 지속되는 경우가

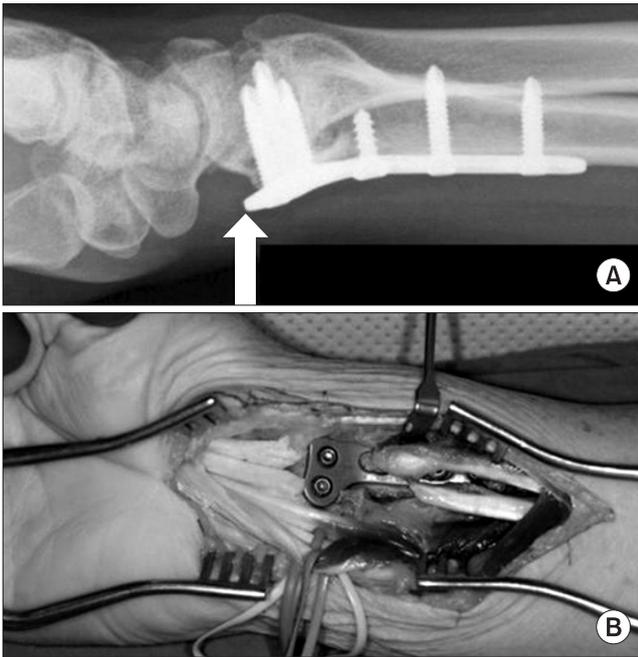


Figure 2. Volar distal radius plate fixed distal to the watershed line (A; arrow) can irritate the overlying flexor tendons and delayed tendon rupture can occur (B).

있는데 이는 배측으로 나사못이 돌출되어 남아있는 경우가 흔하다. 만약 배측으로 돌출되지 않고 뼈속에 국한되어 있는 경우이면 제거하지 않아도 무방할 것이다.

금속판 제거술 전 장무지 굴곡건이 파열된 경우나 금속판 제거술 시 장무지 굴곡건의 마멸로 인해 건 파열이 임박한 것으로 생각되면 마멸건이나 파열건의 단단 봉합(end to end)이 불가능한 경우가 대부분이므로 천수지 굴곡건(flexor digitorum superficialis tendon)을 장무지 굴곡건으로 이전하거나 장장근건(palmaris longus tendon)의 이식을 통해 무지의 기능을 회복시켜야 하며 환지(ring finger)로 주행하는 천수지 굴곡건을 사용한 이전술과 장장근건을 이용한 이식술은 그 임상결과가 만족스러운 것으로 알려져 있다.²¹⁾

2. 신경 손상(nerve injury)

원위 요골 골절과 동반된 신경 증상은 골절부의 직접적인 신경 압박, 부적절한 견인, 부종, 혈종, 상처 유착과 반흔, 변형 등으로 인해 발생하며 술 중 의료진에 의해서도 발생할 수 있다. 2-8%에서 신경 손상이 발생된다고 하며 요골 신경, 정중 신경, 척골 신경 모두에서 손상이 발생할 수 있다. 그 중 정중 신경 손상이 가장 흔하다.²⁾

1) 수근관 증후군과 정중 신경 병증(carpal tunnel syndrome and median nerve injury)

정중 신경 병증은 급성 또는 지연성으로 발생할 수 있다. 급성 수



Figure 3. Delayed carpal tunnel syndrome can be caused by malunited distal radius fracture (arrow).

근관 증후군은 원위 요골의 관절 내, 외 골절 시 흔히 동반되는 합병증 중 하나이다. 위험인자는 출혈성 질환, 개방성 골절, 압박 붕대, 과도한 손목관절 굴곡 위에서 석고고정을 하거나 골절 후 정복 시까지 과도한 굴곡을 장시간 유지하거나 동측 상지의 골절(상완골, 주두, 척골 골절 등)이 동반된 경우이다.²²⁾ 급성으로 발생한 수근관 증후군은 수근관 감압술을 통해 성공적으로 치료할 수 있으나 술 후 수근관 증후군의 발생 위험도가 높다고 예상되어 예방적으로 골절 치료와 동시에 수근관 감압술을 시행하는 것은 오히려 정중 신경 병증의 발생을 초래할 수 있어 통상적으로 사용하는 방법은 아니다.²³⁻²⁵⁾ 원위 요골 골절 치료 시 정중 신경 병증이 지연성으로 발생할 수도 있으므로 주의를 기울여야 한다 (Fig. 3). 보고에 의하면 수장측 금속판을 이용한 원위 요골 골절 치료 후 7개월째 약 2%의 환자에서 지연성 수근관 증후군이 발생하였으며 부목 고정, 비타민 복용 등의 보존적 치료에 실패한 경우 수근관 감압술과 동시에 금속 내고정물 제거술을 시행하여 증상의 호전을 얻었다고 하였다.¹⁸⁾

수술 도중 수술 부위의 과도한 견인(retraction)으로 정중 신경의 신경좌상(neuropraxia)이 발생할 수 있으므로 이러한 신경 손상을 예방하기 위해서는 견인기(retractor)를 사용할 때 필요한 만큼, 가급적 약한 강도로 견인하고 수술 도중 때때로 견인기를 제거하는 습관을 가져야 하며 끝이 뭉툭한 견인기를 사용하여 신경 손상을 최대한 예방하는 것도 좋은 방법이다. 과도한 압력으로 오랜 시간 사용한 지혈대도 정중 신경 병증의 원인이 될 수 있으며 지혈대 사용시간을 가급적 짧게 하고 필요 이상의 과도한 압력으로 지혈대를 사용하지 않는 것이 지혈대에 의한 정중 신경 병증 예방에 좋은 방법이 될 것이다.⁶⁾

원위 요골 골절 치료 후 상처 반흔에 의한 정중 신경의 유착으로 점진적인 정중 신경 병증이 발생할 수 있으며 이러한 경우 금속 내고정물 제거술과 동시에 유착된 정중 신경 박리술을 시행하여야 한다.²⁶⁾ 과거 Cotton-Loder 자세라고 하여 손목을 20도 이상

굴곡하고 또한 척측으로 변위시켜 부목으로 고정하는 방법은 수근관 내의 압력을 높일 수 있으므로 피해야 한다.

원위 요골 골절에 대한 수장측 접근법(volar Henry approach)으로 수술적 치료 시 수근관 감압술을 동시에 시행하는 방법에는 대표적으로 수장측(pillar area)에 새로운 절개를 가하는 법, 수장측 접근법의 연장 선상에서 원위 부로 추가의 절개를 가하여 시행하는 방법이 있는데 후자의 방법이 수장측 통증을 예방하면서도 건, 신경 손상 없이 수근관 감압을 효과적으로 시행할 수 있는 방법이다.^{27,28)}

2) 요골 신경 손상(radial nerve injury)

원위 요골 골절의 수술적 치료 시 수술 부위의 과도한 견인에 의해 표재 요골 신경 분지의 신경 좌상이 종종 발생한다.²⁹⁾ 표재 요골 신경 손상은 수술적 치료 시 요골 경상돌기로의 K-강선 삽입 시에도 발생할 수 있는데 소위 '안전 지역(safety zone)'이라고 하여 요골 경상돌기의 첨단부에서 장측으로 제1 신전대까지, 요골 경상돌기에서 원위부의 요골 동맥까지, 요골 경상돌기의 첨단부에서 배측으로 표재 요골 신경의 2번째 분지까지의 지역에는 표재 요골 신경이 주행하지 않는다고 하였으나 표재 요골 신경에는 여러 가지 해부학적 변위가 있어 이러한 안전 지역에도 표재 요

골 신경이 주행할 수 있으므로 신경 손상을 예방하게 위해서는 작은 절개(mini open) 후 K-강선 삽입을 시행하는 것이 보다 안전한 방법이다.^{30,31)} K-강선 삽입 시 표면이 미끈한 형태의 강선의 사용과 함께 진동 모드(oscillation mode)의 드릴로 삽입하는 것도 표재 요골 신경 손상의 예방을 위한 좋은 방법이다.

표재 요골 신경 분지의 손상은 외고정 장치를 사용 시에도 발생할 수 있는데 이는 대부분 하프 핀(half-pin)을 전완부에 삽입 시 발생하므로 주의를 요한다(Fig. 4). 전완부의 하프 핀 삽입 시 전완부의 요배측에 약 3 cm 정도의 절개를 가하고 표재 요골 신경이 주행하지 않음을 확인한 후 완요골근(brachioradialis muscle)과 요수근신근(extensor carpi radialis longus muscle) 사이의 공간으로 삽입하면 신경 손상을 예방할 수 있다.³²⁾ 만약 상기의 방법으로 핀 삽입 후에도 표재 요골 신경 증상이 발생하면 감각의 소실이 없는 한 대부분 일시적인 신경염 또는 신경 좌상일 경우가 대부분이므로 보존적 치료로 충분한 경우가 많으며 보존적 치료에 반응이 없거나 감각 소실을 동반한 경우 표재 요골 신경에 대한 탐색술이 필요하다.⁶⁾

3) 척골 신경 손상(ulnar nerve injury)

원위 요골 골절에서 척골 신경 손상은 흔치 않으나 원위 척골 골

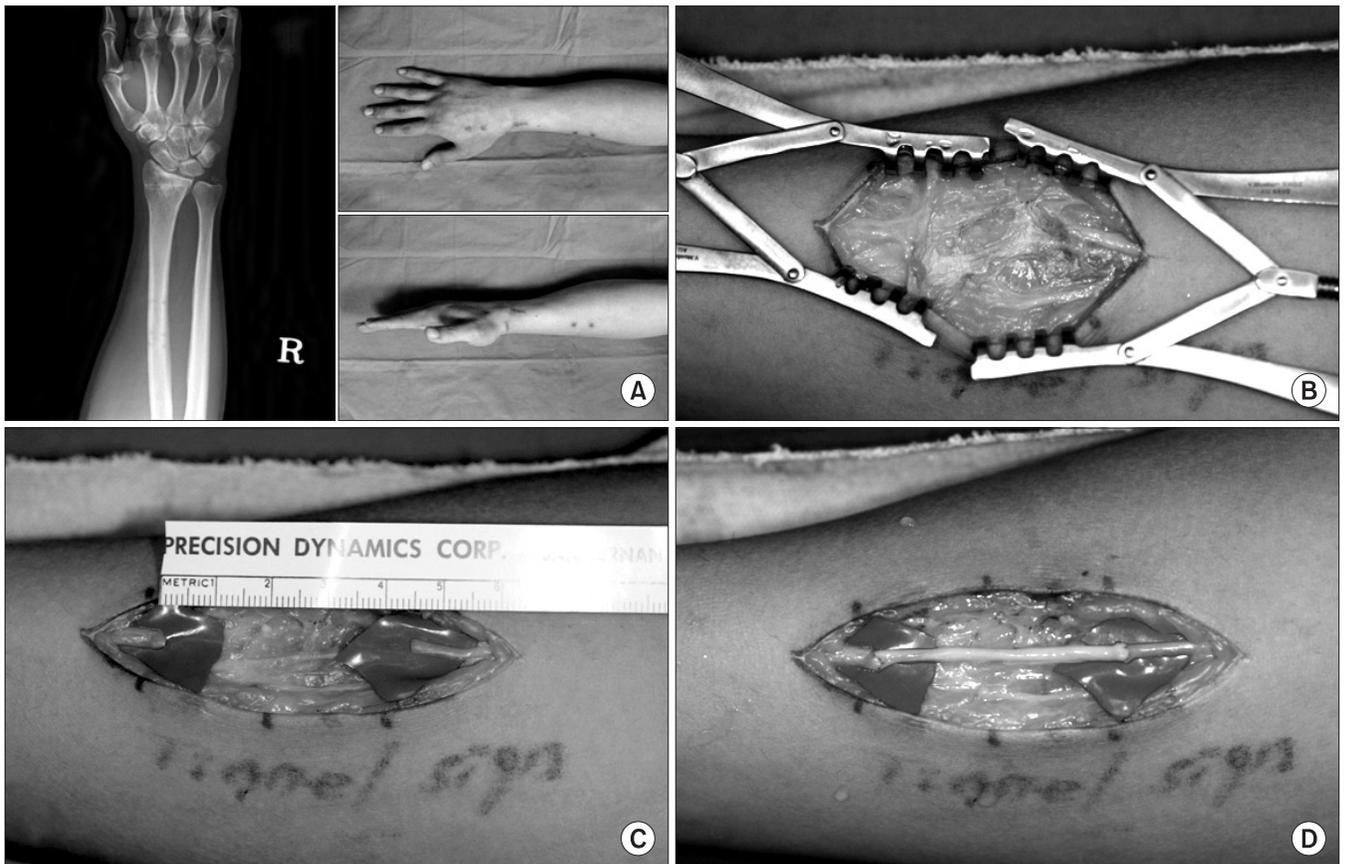


Figure 4. The proximal pins of the external fixator may injure the superficial radial nerve (A, B). After neuroma excision (C), the vein graft is applied for reconstruction of the nerve defect (D).

절을 동반하였을 때 발생할 수 있다.³³⁾ 척골 신경은 배측 분지가 척골 경상돌기를 기준으로 평균 0.2 cm 근위부(원위 2.5 cm, 근위 2.5 cm)에서 주행하므로 척골 골절 시 척골 신경의 손상을 예방하기 위해서는 전완부를 최대한 내회전시킨 상태에서 피부 절개를 가해야 하며 척골 신경의 배측 분지 또한 증상 발생 시 감각의 소실이 없는 한 일시적인 증상일 경우가 대부분이므로 보존적 치료로 충분한 경우가 많다.³⁴⁾

3. 관절 내 나사못 침범(intraarticular screw penetration)

관절 내로의 나사못의 침범(penetration)은 원위 요골 골절의 수술 중 요수근 관절을 충분히 관찰하면서 수술을 진행하기 어렵기 때문에 발생하는 경우가 대부분이다(Fig. 5).¹⁾ 수장측 금속판을 이용하여 치료한 원위 요골 골절 중 1.3%에서 관절 내로의 나사못 침범이 발생하며 술 중 표준적인 후전면 방사선 사진(standard posterior-anterior [PA] fluoroscopic image), 배측으로 11도 기울인 후전면 방사선 사진(tilted PA fluoroscopic image)과 더불어 요측으



Figure 5. Intra-articular screw protrusion can result in severe intra-articular injury (arrow).

로 기울인 측면 사진(radial tilted lateral fluoroscopic image)을 잘 관찰함으로써 관절 내로의 나사못 침범을 예방할 수 있다.^{14,35,36)} 또한 손목을 45도 회내전시켜 촬영하는 사면 방사선 사진 또는 손목을 회전시키면서 연속적으로 촬영(continuous, rotational fluoroscopic imaging)하는 방사선 사진을 통하여 관절 내 나사못의 침범 유무를 알아낼 수 있다.³⁷⁾ 수장 금속판 원위측의 나사못 고정 시 먼저 삽입된 나사못에 의해 시야가 가려질 수 있으므로 가장 척측에 위치한 나사못 홈부터 삽입하기 시작하여 순서대로 요측의 나사못 홈까지 삽입하는 것이 좋은 방법이며 골다공증성 원위 요골 골절의 경우 나사산이 없는 나사못을 사용하면 혹시 나사못이 관절 내로 침범되었다라도 관절 내 손상을 최소화할 수 있다.^{38,39)}

4. 부정유합(malunion)

원위 요골 골절의 부정유합은 수술적 치료 후 함몰이나 수술 시 비해부학적 골절 정복으로 발생할 수 있지만 특히 보존적 치료 시 문제가 된다. 비 해부학적 원위 요골 골절 정복은 초기 골절 정복의 부족 또는 술 후 점차적인 골절 정복의 소실로 발생하며 초기 골절 정복 정도를 떠나 대부분의 경우 배측 붕괴(dorsal collapse), 요측 경사의 소실, 월상골측 관절면(lunate facet)의 정복 소실에 의해 점진적인 정복 소실이 초래된다. 불충분한 초기 정복 및 골편 고정은 점진적인 정복 소실을 가져와 차후 골절의 부정유합, 불유합, 외상 후성 관절염 등의 합병증을 유발할 수 있다(Fig. 6). 특히 수장측 피질골은 수장측 경사와 요골의 길이를 유지하는 지지대(buttress) 역할을 하므로 수장측 피질골의 해부학적 정복이 부정유합의 예방에 중요하다.^{1,6,40)}

골절의 해부학적 정복을 얻기 위해서는 먼저 삼차원 컴퓨터 단층 촬영(3 dimensional computed tomography) 영상을 통한 골절 양상에 대한 자세한 이해가 선행되어야 하며 수술적 치료를 시행 시 적절한 수술적 접근법을 사용하여야 술 중 골절 정복이 용이하다. 고전적인 수장측 Henry 접근법을 시행하고 완요골 근건의 부착부(insertion)를 유리(release)하면 골절의 수장측과 함께 배측까지 접근이 가능하나 보통의 경우 주요 골절(major fracture)이 발생한 부위에 따라 다른 접근법(volar or dorsal approach)을 선택하



Figure 6. In case of a typical malunited distal radius fracture (A), radial shortening, loss of volar tilting and radial inclination, and dorsal subluxation of the ulnar head can limit forearm rotation (B).

는 것이 권장된다.⁶⁾

고정각 수장측 금속판(volar fixed-angle plates)이 장점이 많음에도 불구하고 술 후 배측 봉괴가 발생하여 점진적인 정복 소실이 초래될 수 있다. 배측 봉괴가 발생되면 만성적인 손목 통증, 굴곡건 파열, 손목 굴곡운동의 감소 등을 초래할 수 있으므로 금속판 원위열(distal row)의 나사못을 연골하골(subchondral bone) 3 mm 이내 부위에 삽입하여 고정하고 나머지 나사 홈에 가급적 많은 수의 나사못을 삽입하여 골절부를 고정하면 이러한 배측 봉괴를 예방할 수 있다.⁹⁾

요골 단축을 예방하기 위해서는 배측 봉괴와 동일하게 수장측 잠김 금속판을 이용하고 연골하골 3 mm 이내에 나사못을 고정하여야 한다. 이때 골편당 최소 2개 이상의 나사못으로 고정하는 것이 권장된다.^{41,42)} 과거 골 이식이나 골 대체물(bone substitute) 충진을 통해 요골 단축을 예방할 수 있다는 연구가 있었으나 최근 연구에 의하면 골 이식이나 골 대체물 충진은 요골 단축을 예방하는 데 도움이 되지 못한다.^{43,44)} 골 간단부의 심한 분쇄나 골 소실을 동반한 경우에는 금속판의 모든 나사 홈에 나사를 삽입하여 고정하거나 내고정과 함께 외고정을 부가적으로 시행하는 것도 요골 단축을 예방하기 위한 좋은 방법이 된다.⁴⁵⁾

원위 요골 골절 술 중 월상골측 관절면은 육안으로 관찰하기가 쉽지 않아 월상골측 관절면의 정복은 매우 어렵다. 이러한 경우 수평면에서 배측으로 15-23도 기울여 촬영한 방사선 사진을 통해 월상골측 관절면의 상태를 평가하면서 수술을 진행할 수 있으며,^{12,35,46)} 손목 관절경을 이용한 관절면 불일치의 정복도 권장할 만한 방법이다. 관절경을 사용하지 못하는 경우 관절 배측으로 작은 크기의 관절 절개(arthrotomy)를 시행하고 관절면을 살펴보는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.⁴⁷⁾

이러한 노력에도 불구하고 부정유합이 발생한 경우는 교정 절골술을 통해 치료한다. 원위 요골 골절의 부정유합 시 시행하는 교정 절골술의 필수적 적응증은 없으나 원위 요척 관절 통증이나 중수 수근관절의 통증, 수근관 증후군, 파악력의 감소와 동반된 증상이 있는 부정유합은 교정 절골술의 적응증이 된다. 또한 요수근 관절이 수장측 혹은 배측으로 아탈구된 경우나 관절면에 2 mm 이상의 관절면 불일치가 잔존하는 경우도 수술의 적응증이 될 수 있다.^{40,48)} 수술 전 후전방 사진 및 사면 측면 사진이 중요하며, 건축의 방사선 사진을 기준으로 수술할 쪽의 요골 경사, 길이, 수장측 경사 및 수근골 정렬 등을 평가하여야 한다. 보통 개방형 뼈기 절골술을 시행하지만 원위 요척 관절의 재건이 어려워 척골두를 반 절제할 경우는 폐쇄형 뼈기 절골술도 시행할 수 있다.

5. 감염(infection)

원위 요골 골절의 술 후 감염은 주로 경피적 핀 고정술 또는 외고정 장치를 이용한 외고정술 후 발생한다. 경피적 핀 또는 외고정 장치에 의한 감염은 각각 33%, 21%로 보고된 바 있으며, 경피적



Figure 7. Pin-site infection can be treated with local wound care and oral or intravenous antibiotics, or local debridement in addition to pin removal.

핀 고정술 후 삽입된 핀의 끝부분을 피부 밖에 위치시킨 경우 보다 피부 속에 매몰시킨 경우 감염의 발생률이 월등히 낮고 핀의 끝부분이 피부 밖에 위치한 경우는 8주 이상 경과한 경우 감염의 발생이 급격히 증가한다(Fig 7).^{49,50)} Egol 등⁵¹⁾은 핀 노출부에 적절히 소독 치료를 한 경우와 단순히 거즈만 갈아준 경우 감염률의 차이는 없다고 하여 핀 노출부의 소독 치료는 불필요하다고 주장하기도 하였으나 핀이 피부 밖으로 노출된 경우에는 핀 감염의 가능성이 항상 존재하므로 핀 감염의 조기발견을 위해서는 핀 제거 시까지 주기적으로 핀 감염여부를 관찰하는 것이 필요하다.

개방성 원위 요골 골절 시 술 후 감염이 잘 발생하는데 세척 및 변연 절제술을 통해 적절히 치료하여도 감염이 발생할 수 있으며 초기 상처의 오염 정도가 향후 감염 발생을 예측하는 유일한 인자이다. 대조적으로 오염되지 않는 개방성 원위 요골 골절의 경우 적절한 변연 절제술과 항생제 치료를 동시에 시행하면서 즉각적으로 골절 고정을 시행할 수도 있다.^{52,53)} 만약 표재성 또는 심부 감염이 발생하거나 골수염이 발생하였을 때에는 골절 유합 후 금속 내고정물을 제거할 수 있을 때까지 적절한 상처 세척술, 변연 절제술, 항생제 치료를 시행하여야 한다.⁶⁾

6. 구획 증후군(compartment syndrome)

구획 증후군은 대부분 원위 요골 골절 자체에 의해서 발생하지만 수술 후 발생하기도 한다. 따라서 술 전 술 후 구획 증후군의 징후, 증상 발생 유무를 면밀히 관찰하여야 한다. 대부분 전완부의 수장측 구획에 잘 발생하나 배측 구획이나 방형 회내근에서도 발생한다.⁵⁴⁾ 원위 요골 골절과 더불어 동측에 주관절 손상이 동반된 경우 구획 증후군의 발생 빈도가 증가한다.⁵⁵⁾ 술 후 발생한 구

획 증후군은 흔치 않은데 이는 수술적 치료 시 혈종을 제거하게 되고 수술적 절개 자체가 제한적인 근막 절개술을 시행한 효과를 가지기 때문이다. 그러나 전완부의 구획압이 증가되어 있거나 향후 증가될 것으로 예상되는 경우 원위 요골 골절의 수술적 치료 시 전완부 근막 절개술을 부가적으로 시행하는 것이 필요하다. 환자의 의식이 저하되어 있거나 다발성 손상을 가지고 있는 경우 구획 증후군 발생 여부를 인지하기 어려운 경우가 많으므로 이에 대하여 주의를 기울여야 하며 향후 구획 증후군 발생 위험도가 높은 경우 수술 시행 시 상완 신경총 차단술(brachial plexus block) 등의 국부 마취(regional anesthesia)를 피하여 술 후 발생할 수 있는 구획 증후군의 발생 여부를 신속히 발견할 수 있도록 하여야 한다.^{1,6)} 술 후 전완부 주변을 둘러싸는 형태의 부목이나 환상 부목(cast) 시행을 피해야 하며 환측 팔을 말초 혈액 순환 장애가 일어나지 않으면서도 연부조직의 부종(edema)이 발생하지 않을 정도의 높이로 거상(elevation)하여 놓는 것이 좋다.

7. 복합 부위 통증 증후군

복합 부위 통증 증후군은 원위 요골 골절의 수술적 치료, 비수술적 치료 모두에게서 발생할 수 있다. 특별한 신경의 손상 없이 신경의 이상기능(dysfunction)으로 증상이 유발되는 경우는 제1형 복합 부위 통증 증후군으로, 특정한 말초 신경 손상을 동반한 경우는 제2형 복합 부위 통증 증후군으로 구분한다. 복합 부위 통증 증후군은 이질통(allodynia), 지속되는 연부조직 부종, 피부의 색과 온도의 변화, 관절 운동 범위의 감소 등의 증상을 나타낸다. 과거에는 복합 부위 통증 증후군이 심리적 원인에 의해서도 유발된다고 하였으나 이후 많은 연구에 의하면 복합 부위 통증 증후군의 발생 유무와 심리적 요인과는 특이한 상관관계가 없는 것으로 보고되고 있다.^{3,5,6)}

복합 부위 통증 증후군의 병태생리(pathophysiology)는 아직 명확하지 않으나, 비타민 C가 복합 부위 통증 증후군의 예방에 효과가 있다는 보고가 있으며 미국 정형외과학회에서는 매일 500 mg 씩 50일 가량의 비타민 C 복용을 권장하고 있다. 이때 매일 1,000 mg 이하의 용량에서는 발생 빈도가 낮으나 비타민 C의 복용은 수산화염 요증(hyperoxaluria)과 요산 요증(hyperuricosuria)을 유발하여 신 결석(renal stone)을 초래할 수 있다는 점을 환자에게 주시시켜야 한다.⁵⁷⁻⁵⁹⁾ 그외 복합 부위 통증 증후군의 예방을 위해서는 환부가 과도하게 조이는 소독법을 피하는 것이 좋다. 복합 부위 통증 증후군의 치료를 위해서는 조기 발견 및 진단이 무엇보다 중요하며 복합 부위 통증 증후군이 진단되었을 때에는 적극적인 통증 조절 외에도 정신학적, 재활의학적 견지에서 다양한 치료 방법이 동원된다. 효과적인 진통제의 투여와 함께 통증을 클리닉의 전문적인 치료가 병행되어야 하며 적극적인 물리치료가 필요하다. 수근관 증후군과 같이 효과가 확실시되는 수술 이외에는 가능한 한 부가적인 수술은 피해야 한다.

결론

원위 요골 골절의 치료 시 무엇보다 중요한 점은 합병증의 발생 유무를 빨리 인지하고 즉각적인 치료를 하여야 장기 예후가 좋다는 점이며, 발생 가능한 합병증을 효과적으로 예방하기 위해서는 원위 요골 골절을 치료하는 정형외과의의 각별한 주의와 노력이 필요하다. 그러나 이러한 합병증의 발생을 미리 인지하지 못하여 그 치료가 늦어지는 경우가 흔하며 이러한 경우를 예방하기 위하여 술 전, 술 후 합병증의 발생 유무를 점검하는 점검목록(complication checklist)을 사용하면 합병증 발생을 조기에 인지하고 즉각적인 치료를 진행하는 데 있어 많은 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. Turner RG, Faber KJ, Athwal GS. Complications of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2010;26:85-96.
2. 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.* 2001;26:916-22.
3. Atkins RM. Complex regional pain syndrome. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:1100-6.
4. 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.
5. Schnur DP, Chang B. Extensor tendon rupture after internal fixation of a distal radius fracture using a dorsally placed AO/ASIF titanium pi plate. *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen/Association for the Study of Internal Fixation. Ann Plast Surg.* 2000;44:564-6.
6. Rhee PC, Dennison DG, Kakar S. Avoiding and treating perioperative complications of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012;28:185-98.
7. Bonatz E, Kramer TD, Masear VR. Rupture of the extensor pollicis longus tendon. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1996;25:118-22.
8. Ring D, Jupiter JB, Brennwald J, Büchler U, Hastings H 2nd. Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1997;22:777-84.
9. Rozental TD, Beredjikian PK, Bozentka DJ. Functional outcome and complications following two types of dorsal plating for unstable fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:1956-60.
10. Althausen PL, Szabo RM. Coverage of distal radius internal

- fixation and wrist fusion devices with AlloDerm. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2004;8:266-8.
11. Benson EC, DeCarvalho A, Mikola EA, Veitch JM, Moneim MS. Two potential causes of EPL rupture after distal radius volar plate fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;451:218-22.
 12. Matullo KS, Dennison DG. Lateral tilt wrist radiograph using the contralateral hand to position the wrist after volar plating of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2010;35:900-4.
 13. 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.
 14. Soong M, Got C, Katarincic J, Akelman E. Fluoroscopic evaluation of intra-articular screw placement during locked volar plating of the distal radius: a cadaveric study. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1720-3.
 15. Gelb RI. Tendon transfer for rupture of the extensor pollicis longus. *Hand Clin.* 1995;11:411-22.
 16. Odumala O, Ayekoloye C, Packer G. Prophylactic carpal tunnel decompression during buttress plating of the distal radius--is it justified? *Injury.* 2001;32:577-9.
 17. Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:328-35.
 18. 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.* 2007;21:316-22.
 19. Casaletto JA, Machin D, Leung R, Brown DJ. Flexor pollicis longus tendon ruptures after palmar plate fixation of fractures of the distal radius. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34:471-4.
 20. 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.
 21. Posner MA. Flexor superficialis tendon transfers to the thumb--an alternative to the free tendon graft for treatment of chronic injuries within the digital sheath. *J Hand Surg Am.* 1983;8:876-81.
 22. Dyer G, Lozano-Calderon S, Gannon C, Baratz M, Ring D. Predictors of acute carpal tunnel syndrome associated with fracture of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1309-13.
 23. Szabo RM. Acute carpal tunnel syndrome. *Hand Clin.* 1998; 14:419-29.
 24. Brüske J, Niedźwiedź Z, Bednarski M, Zyluk A. Acute carpal tunnel syndrome after distal radius fractures--long term results of surgical treatment with decompression and external fixator application. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2002;67:47-53.
 25. Ford DJ, Ali MS. Acute carpal tunnel syndrome. Complications of delayed decompression. *J Bone Joint Surg Br.* 1986;68: 758-9.
 26. Nourbakhsh A, Tan V. Median nerve fibrosis at the distal forearm after volar plate fixation of distal radius fracture. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35:768-9.
 27. Kongsholm J, Olerud C. Carpal tunnel pressure in the acute phase after Colles' fracture. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1986; 105:183-6.
 28. Gelberman RH, Szabo RM, Mortensen WW. Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with Colles' fractures. *J Trauma.* 1984;24:747-9.
 29. Lee HC, Wong YS, Chan BK, Low CO. Fixation of distal radius fractures using AO titanium volar distal radius plate. *Hand Surg.* 2003;8:7-15.
 30. Korcek L, Wongworawat M. Evaluation of the safe zone for percutaneous Kirschner-wire placement in the distal radius: cadaveric study. *Clin Anat.* 2011;24:1005-9.
 31. Steinberg BD, Plancher KD, Idler RS. Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuff box: an anatomic study. *J Hand Surg Am.* 1995;20:57-62.
 32. Hassan DM, Johnston GH. Safety of the limited open technique of bone-transfixing threaded-pin placement for external fixation of distal radial fractures: a cadaver study. *Can J Surg.* 1999;42:363-5.
 33. Soong M, Ring D. Ulnar nerve palsy associated with fracture of the distal radius. *J Orthop Trauma.* 2007;21:113-6.
 34. Puna R, Poon P. The anatomy of the dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010;35:583-5.
 35. Lundy DW, Quisling SG, Lourie GM, Feiner CM, Lins RE. Tilted lateral radiographs in the evaluation of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1999;24:249-56.
 36. Maschke SD, Evans PJ, Schub D, Drake R, Lawton JN. Radiographic evaluation of dorsal screw penetration after volar fixed-angle plating of the distal radius: a cadaveric study. *Hand (N Y).* 2007;2:144-50.
 37. Smith DW, Henry MH. The 45 degrees pronated oblique view for volar fixed-angle plating of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2004;29:703-6.

38. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg Am.* 2004;29:96-102.
39. Schumer ED, Leslie BM. Fragment-specific fixation of distal radius fractures using the Trimed device. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2005;9:74-83.
40. Patel VP, Paksima N. Complications of distal radius fracture fixation. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2010;68:112-8.
41. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop.* 2003;27:1-6.
42. Orbay JL, Touhami A. Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;445:58-67.
43. Handoll HH, Watts AC. Bone grafts and bone substitutes for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;2:CD006836.
44. Jakubietz MG, Gruenert JG, Jakubietz RG. The use of beta-tricalcium phosphate bone graft substitute in dorsally plated, comminuted distal radius fractures. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:24.
45. Werber KD, Raeder F, Brauer RB, Weiss S. External fixation of distal radial fractures: four compared with five pins: a randomized prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:660-6.
46. Boyer MI, Korcek KJ, Gelberman RH, Gilula LA, Ditsios K, Evanoff BA. Anatomic tilt x-rays of the distal radius: an ex vivo analysis of surgical fixation. *J Hand Surg Am.* 2004;29:116-22.
47. Wiesler ER, Chloros GD, Mahirogullari M, Kuzma GR. Arthroscopic management of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2006;31:1516-26.
48. Chapman DR, Bennett JB, Bryan WJ, Tullos HS. Complications of distal radial fractures: pins and plaster treatment. *J Hand Surg Am.* 1982;7:509-12.
49. Ahlborg HG, Josefsson PO. Pin-tract complications in external fixation of fractures of the distal radius. *Acta Orthop Scand.* 1999;70:116-8.
50. Hargreaves DG, Drew SJ, Eckersley R. Kirschner wire pin tract infection rates: a randomized controlled trial between percutaneous and buried wires. *J Hand Surg Br.* 2004;29:374-6.
51. Egol KA, Paksima N, Puopolo S, Klugman J, Hiebert R, Koval KJ. Treatment of external fixation pins about the wrist: a prospective, randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:349-54.
52. Glueck DA, Charoglu CP, Lawton JN. Factors associated with infection following open distal radius fractures. *Hand (N Y).* 2009;4:330-4.
53. Rozental TD, Beredjiklian PK, Steinberg DR, Bozentka DJ. Open fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2002;27:77-85.
54. McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome. Who is at risk? *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:200-3.
55. Hwang RW, de Witte PB, Ring D. Compartment syndrome associated with distal radial fracture and ipsilateral elbow injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:642-5.
56. Zyluk A. Complex regional pain syndrome type I. Risk factors, prevention and risk of recurrence. *J Hand Surg Br.* 2004;29:334-7.
57. Amadio PC. Vitamin C reduced the incidence of reflex sympathetic dystrophy after wrist fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:873.
58. Lichtman DM, Bindra RR, Boyer MI, et al. Treatment of distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18:180-9.
59. Shah AS, Verma MK, Jebson PJ. Use of oral vitamin C after fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2009;34:1736-8.

Treatment of Distal Radius Fracture and Combined Injuries

Complications of Distal Radius Fracture

Jong Woo Kang, M.D., and Jong Woong Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Fracture of the distal radius is one of the most common fractures encountered in the emergency room. Although selection of a proper treatment modality is important for successful management of this fracture, early detection, prevention, and adequate treatment for its complications is also important. Complications associated with fracture of the distal radius can occur at any time during the treatment process and the prevalence rate is up to 27% of all distal radius fractures. This article provides a review of possible complications associated with distal radius fracture, along with a discussion of prevention and appropriate treatment methods.

Key words: distal radius fracture, complication

Received February 3, 2013 **Revised** February 16, 2013 **Accepted** March 2, 2013

Correspondence to: Jong Woong Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Korea University Ansan Hospital, 123 Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan 425-707, Korea

TEL: +82-31-412-6583 **FAX:** +82-31-412-5549 **E-mail:** ospark@korea.ac.kr