

Complex elbow fracture and dislocation

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

오종건 · 황진호

주관절은 우리 몸에서 가장 안정적인 관절 중의 하나이다. 골절이 동반되지 탈구는 대부분의 경우 관절의 안정성에 기여하는 관절막-인대 구조물 (capsuloligamentous stabilizer) 이 모두 손상 됨에도 불구하고 하고, 도수 정복 후 재탈구의 위험성이 낮다¹⁾. 그러나 관절의 안정성에 기여하는 골 구조 (osseous structure) 또는 관절내 구조물 (articular component)의 손상이 하나 이상 동반되면 재탈구 (recurrent dislocation), 만성 불안정성 (chronic instability), 외상후 관절염 등 합병증의 발생 위험이 증가하게 된다^{2,3)}. 주관절 골절 탈구에 동반되는 골절은 골편이 크기가 작고 분쇄가 심하여 안정적 고정을 얻기가 어려운 경우가 많다. 따라서 terrible triad 등 주관절 주위의 골절을 동반한 탈구로 수술한 후에는 장기간 immobilization을 시행하는 경우가 많고 이로 인해 관절 강직을 초래하기가 쉽다. 관절의 만성 불안정성이 초래되면 점진적인 관절연골 손상으로 외상후 관절염이 발생하는데 이는 회복할 방법이 없다. 반면에 강직으로 인한 운동장애는 관절 및 연부조직 유리술 (column procedure)를 통해 관절운동을 회복할 수 있으므로 불안정한 주관절을 만드는 것보다 강직이 수반된 안정적인 관절을 만든 후 2차 수술 (유리술)을 하는 것이 낫다고 할 정도로 치료가 어렵다. 하지만 최근 주관절 주위 복잡 골절의 pathoanatomy 에 대한 이해가 증가되어 다양한 접근법이 시도되고 금속 인공관절 (prosthesis)을 통한 요골두 치환술의 결과가 향상되어 보다 나은 결과를 기대할 수 있게 되었다.

주관절의 안정성 (Elbow Stability)

주관절의 안정성은 골 (osseous), 인대 (ligamentous), 관절 낭 (capsular) 그리고 근육 (musculotendinous restraints) 에 의해 유지된다^{4,5)}.

1. 골 관절 (Osteoarticular components)

1) 척-상완 관절 (ulnohumeral joint) 척 상완 관절에서 근위 척골과 원위 상완골은 안정성에 중요하다. 척골 절흔 (ulnar notch)은 180 도의 arc를 형성하며 주두는 주두 외에 맞게 되어 있다. 구상 돌기 (Coronoid process)는 후방 주관절 탈구에 대한 전방 지지대 역할을 수행한다. 구상 돌기의 전내측 부위는 (anteriomedial facet)는 내측 측부 인대의 전방 부위가 붙는 중요한 부위이다. 내과의 활차는

spool-shaped 으로 30도 앞쪽으로 기울어져 있어 주관절의 안정성에 중요한 역할을 한다.

2) 요골-소두 관절 (radiocapitellar joint)이다.

요소두 관절에서 요골두는 모든 인대 구조들이 손상 받지 않은 경우 외반력에 대해 30%정도의 저항력을 갖는다. 또한 후방 주관절 탈구에서 전방 지지대 (anterior buttress)의 역할을 수행한다. 내측 측부 인대가 손상 받을 경우 요 골두의 주관절의 안정성에 기여하는 바는 매우 크게 증가한다⁶⁾.

2. 관절낭과 인대 구조(Capsule-ligamentous component)

내측측부인대, 외측 측부인대, 관절 낭으로 이루어져 있다. 내측 측부인대의 전방 구조외에는 구별이 되지 않고 나머지 부분은 관절 조직이 두꺼워진 부분이다.

1) 내측 측부 인대의 전방 속 (Anterior bundle of MCL)

내측 내과의 아래 쪽에서 기시하여 구상 돌기의 전방 내측 (anteromedial facet 또는 sublime tubercle)에 붙는다. 주관절의 굴곡과 신전시 항상 긴장하는 등장성 구조물이다^{7,8)}. 따라서, 주관절의 외반력에 저항하는 주된 구조물이다. 굴곡 정도에 따라 30~50% 정도 외반력에 대해 저항한다⁶⁾. 따라서 구상돌기의 전내방을 침범하는 골절은 전방 내측 인대 파열에 상응하는 손상이다. 이로 인해 구상돌기 전내방 골절의 중요성이 증가 하고 있다^{9,10)}. 내측 측부인대가 손상 받으면 요 골두가 외반력에 저항하는 이차 구조물이다.

2) 외측 척골 측부 인대 (lateral ulnar collateral ligament, LUCL)

외측 측부 인대 중 회외근 능선 (crista supinatoris=Supinator crest) 에 붙는 부분을 외측 척골 측부 인대 (lateral ulnar collateral ligament, LUCL) 이라 한다. 외측 측부 인대는 요골두를 소두에 밀착 시키고, 후외방 회전 안정성에 기여한다. 외측 측부 인대는 1차 안정 구조물이며, 나머지 주변의 근육 들은 이차 안정화 구조물이다¹¹⁾.

3) 전방 관절낭 조직은 외반 및 내반의 안정성에 모두 관여 한다¹²⁾.

주관절 탈구의 기전

주관절의 후방 탈구는 그동안 과신전되면서 내외 측부 인대 파열과 함께 후방으로 단순 탈구되는 것으로 인식해 왔으나 임상적 관찰과 사체 실험을 통해 외측에서부터 단계적으로 손상이 발생하며 따라서 손상의 정도에 따라 외측부 인대의 불완전 손상부터 완전 탈구에 이르기까지 하나의 spectrum 을 이루는 후외방 회전 손상 (posterolateral rotatory injury)이 주 기전임이 밝혀졌다. 손상 기전은 팔을 뻗으면서 넘어질 때 주관절이 약간 굴곡된 상태에서 주관절에 축성 하중이 가해지고 몸체가 돌면서 외회전과 외반 moment가 작용하는 것으로 추정하고 있다.

stage 1은 외측부 인대 특히 외측 척측부 인대(LUCL)의 손상이며 stage2는 전후방 관절막이 파열되

는 단계이고 stage3 는 내측부 인대까지 손상된 단계이다. stage3는 세분하여 3A는 내측부 인대 중 후방 인대 파열, 3B는 중요한 전방 인대까지 파열된 상태이다. 3A단계에서는 후외방 회전 형태의 탈구가 가능하며 굴곡과 회내전으로 정복 및 유지가 가능하다. 3B는 정복이 되어도 내외반, 회전 불안정이 모두 존재하며 90도 이상 굴곡하여야 정복이 유지되는 단계이다.

이러한 단계별 손상을 소위 Horii circle이라고 하는데 중요한 점은 외측이 먼저 손상이 발생하며 내측의 가장 중요한 안정화 구조인 내측부 전방 인대가 보존된 상태에서 회전 기전에 의한 탈구가 가능하다는 것이다. 즉 단순한 후방 탈구가 아니라 후외방 회전 기전에 의해 발생하는 주관절 탈구가 많으며 어느 단계까지 손상이 진행되었는가에 따라 정복 후 안정성이 틀려지고 치료 방법도 달라진다는 점을 이해하여야 한다. 이러한 후외방 회전 손상에서 가장 중요한 안정화 구조물은 물론 LUCL이며 이차 안정화 구조물은 요골두와 구상 돌기이다. 따라서 요골두나 구상 돌기의 동반 골절이 있는 경우 이를 terrible triad라고 한다¹³⁾.

수술적 도달법 (Surgical exposure)

주관절 주위의 수술적 도달법은 관절 노출에 따라 내측, 외측, 전방, 후방, 광범위 (global)로 분류한다. 다음은 각각의 도달법에 대한 요약이다¹⁴⁾.

TABLE 1. Summary of Surgical Approaches to the Elbow

Author	Tissue Plane
Posterior approaches	
Campbell ⁶	Midline triceps split
Campbell ⁶	Triceps aponeurosis tongue
Kocher ²⁹	Between ECU and anconeus, and triceps elevated medially with anconeus
Wadsworth ⁶⁴	Triceps aponeurosis tongue and full thickness deep head
Bryan and Morrey ⁵	Elevate triceps mechanism from medial olecranon and reflect laterally
Boyd ⁴	Between lateral border of triceps and ulna, and anconeus and ECU
Taylor and Scham ⁶⁰	Between ulna and FCU, FDP, FDS, and PT
Mueller et al ⁴⁴ and MacAusland ³³	Olecranon osteotomy—transverse or chevron
Lateral approaches	
Kocher ²⁹	Between ECU and anconeus
Kaplan ²⁸	Between EDC, and ECRL and ECRB
Heim and Pfeiffer ²⁰	Lateral epicondyle osteotomy
Gschwend ¹⁸	Between ECU and anconeus, and between EDC and ECRL, and ECRB
Medial approaches	
Hotchkiss ²²	Between FCU, and PL and FCR; Brachialis reflected laterally with PL, FCR, and PT
Molesworth, ³⁶ Campbell ⁶	Medial epicondyle osteotomy
Global approach	
Patterson et al ⁵⁰	Through one midline posterior skin incision: Kocher ²⁹ interval; ± lateral epicondyle osteotomy ²⁰ ; ± Kaplan ²⁸ interval; ± Hotchkiss ²² interval; ± Taylor and Scham ⁶⁰ interval
Anterior approaches	
Henry ²¹ and Urbaniak et al ⁶¹	Between mobile wad and biceps tendon, and between PT and biceps tendon

± = with or without; ECRB = extensor carpi radialis brevis; ECRL = extensor carpi radialis longus; ECU = extensor carpi ulnaris; EDC = extensor digitorum communis; FCR = flexor carpi radialis; FCU = flexor carpi ulnaris; FDP = flexor digitorum profundus; FDS = flexor digitorum superficialis; PL = palmaris longus; PT = pronator teres.

주관절 주의 복합 골절 탈구 치료시 수술적 도달법이 가져야 되는 목표는 광범위한 노출 (extensile exposure)를 제공하며 신경 과 혈관을 보호하며 관절의 강직을 최소한 상태로 충분한 안정성을 제공해야 한다. 근래에 가장 많이 사용되고 있는 광범위 도달법 (global approach)에 대해 알아 보고자 한다.¹⁴⁾

1. 피부 절개(Skin incision)

내 외측 상완 표재 신경(medal and lateral brachial cutaneous nerves)은 각각 상완의 내, 외측을 따라 주행하며 다수의 분지(branches)를 낸다. 내측 혹은 외측 피부절개는 이들 분지에 손상을 가하여 신경 종에 의한 통증 및 감각 이상 등 합병증을 초래하기가 쉽다. 저자는 상완 표재 신경의 손상이 적은 후방 정중앙 종적 피부 절개를 선호한다¹⁵⁾. 이 때 피부 피사 등 합병증을 줄이기 위해서는 피하지방층을 통한 절개(subcutaneous dissection)를 피하고 피부 근막 피판 (fasciocutaneous flap)을 거상 시켜서 내측, 외측으로 도달하는 것이 중요하다.

2. 후내측 도달법 (Posteromedial approach) (Fig 6~8)

내측 측부 인대 전방 속, 구상 돌기, 전방 관절낭을 보기 위해서는 근위 척골에 붙어 있는 후내측 근육들을 박리 해야 한다¹⁶⁾. 골절-탈구 치료에서 골절된 구상 돌기를 보기 위한 좋은 도달법으로, 견열된 내측 측부 인대, 전방 관절낭 등을 모두 볼 수 있으며, 척골 후면으로부터 봉합하거나 나사못을 사용하여 고정 할 수 있다¹⁷⁾.

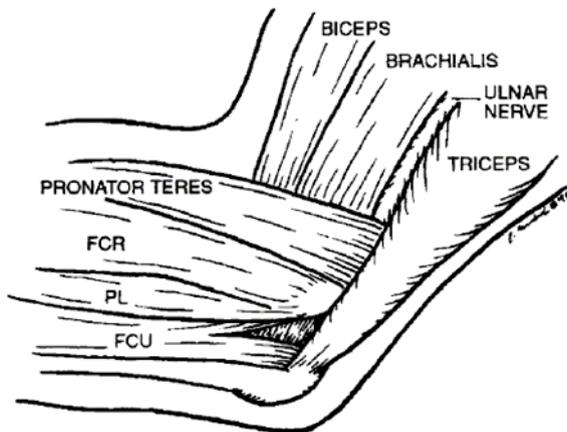


Fig 6. The normal medial anatomy of the elbow is shown. FCR = flexor carpi radialis; PL = palmaris longus; FCU = flexor carpi ulnaris.

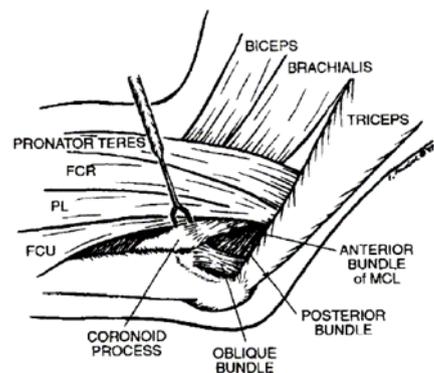


Fig 8. The Taylor and Scham approach is shown. The flexor carpi ulnaris and flexor digitorum profundus are reflected from the medial aspect of the proximal ulna, to the level of the coronoid and brachialis insertion. FCR = flexor carpi radialis; PL = palmaris longus; FCU = flexor carpi ulnaris; MCL = medial collateral ligament.

3. 후외측 도달법 (Posterolateral approach)

요골두, 소두, 외측 척골 측부 인대 구조물은 Kocker's interval 을 통하여 확인한다. 후외측에 주근 (anconeus) 과 척 수근 신근 (extensor carpi ulnaris) 사이의 심부 근막을 가르고 들어 가면 근위부로는 관절 낭이 원위부로는 회외전근이 보인다. (Fig 1, 2)

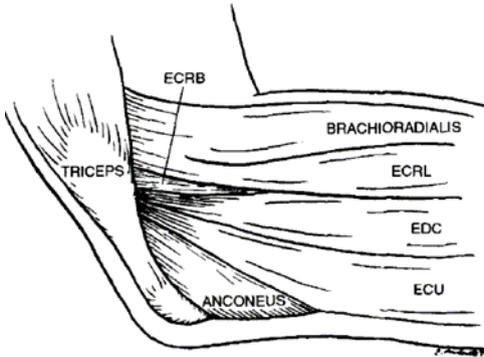


Fig 1. The normal lateral anatomy of the elbow is shown. ECRB = extensor carpi radialis brevis; ECRL = extensor carpi radialis longus; EDC = extensor digitorum communis; ECU = extensor carpi ulnaris.

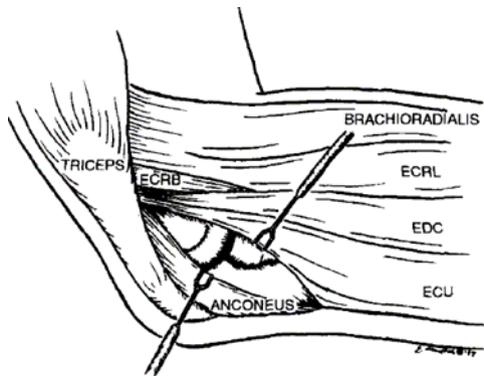


Fig 2. The limited Kocher approach between anconeus and extensor carpi ulnaris is shown. ECRB = extensor carpi radialis brevis; ECRL = extensor carpi radialis longus; EDC = extensor digitorum communis; ECU = extensor carpi ulnaris.

주두 와 (Olecranon fossa) 와 상완골의 후면을 보기 위해서는 주근과 삼두근을 내측으로 견인한다. 요골 두를 보기 위해서는 총 신전근 기시부를 관절낭과 외측 측부 인대로부터 앞쪽으로 들어올린다. 외과에서 총 신전근 기시부와 외측 측부 인대를 근막하 방향으로 들어올린 후에도 전방 관절낭이 잘 관찰되지 않는 경우는 Kaplan's interval 을 사용 한다. (EDC 와 ECRB/ECRL 사이)

4. 전내측 도달법 (Anteromedial approach)

Hotchkiss 에 의해 널리 알려진 근육사이로 도달하는 방법이다. 척 수근 굴근 (FCU) 와 요수근 굴근

(FCR (또는 PL)) 사이이 간격을 사용한다. Internervous plnae 으로 FCU 는 척골 신경의 지배를 FCR 은 정중 신경의 지배를 받는다. 근위부로 근막 절개를 통하여 더 많은 부위를 볼 수 있다. 또 하나의 장점은 FCU 의 앞쪽, 내측 측부 인대의 전방 속이 FCU에 의해 보호됨으로써 주관절의 안정서에 기여 할 수 있다.

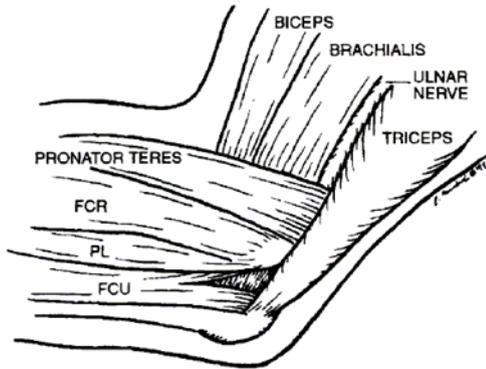


Fig 6. The normal medial anatomy of the elbow is shown. FCR = flexor carpi radialis; PL = palmaris longus; FCU = flexor carpi ulnaris.

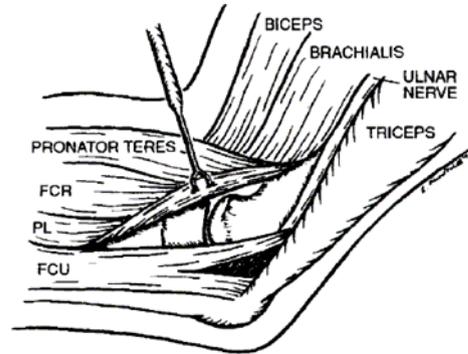


Fig 7. The Hotchkiss approach between flexor pronator origin and brachialis and flexor carpi ulnaris and triceps is shown. FCR = flexor carpi radialis; PL = palmaris longus; FCU = flexor carpi ulnaris.

5. 전외측 도달법 (Anterolateral approach)

Kaplan 에 의해 사용된 근막 사이 도달법이다. 총수지신전근 (EDC) 과 장 요 수근 신근 건 (ECRL) 사이로 접근한다. 전위된 소두 또는 외과 골절에 주로 사용 된다. 대개는 총수지신전근의 앞쪽 경계를 따라 들어 가는 근막을 통해 간격을 확인하고 단 요 수근 신근 (ECRB), 회외전근 (supinator), 후방 골간 신경을 만날 수 있다. 또한 근위부로 외측 외상과 능선 따라 확장하면 extended lateral approach 라고 한다. Kaplan 과 Kocher approach 를 동시에 사용 하는 경우 최근에 column procedure 라 지칭하기도 한다.

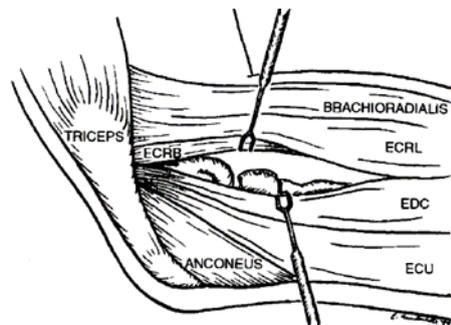
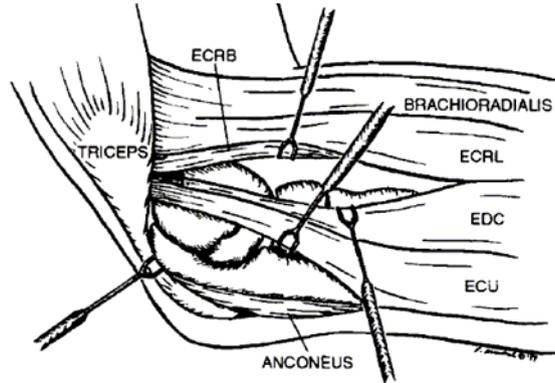


Fig 5. The Kaplan approach is shown between extensor digitorum communis and extensor carpi radialis longus and brevis. ECRB = extensor carpi radialis brevis; ECRL = extensor carpi radialis longus; EDC = extensor digitorum communis; ECU = extensor carpi ulnaris.

Fig 4. The column approach is shown. The combined Kocher and Kaplan muscle splitting approaches, which leave the extensor digitorum communis and extensor carpi ulnaris attached to the humerus can be seen. ECRB = extensor carpi radialis brevis; ECRL = extensor carpi radialis longus; EDC = extensor digitorum communis; ECU = extensor carpi ulnaris.



구상 돌기 골절 (Coronoid fracture)

구상 돌기 골절은 위험 3징주 골절 (terrible triad fracture)과 동반되어 보게 되는 경우가 많다. 적은 경우 이자만 복합 골절-탈구 또는 단독 손상으로 나타나기도 한다. 최근까지도 구상 돌기 골절에 대한 이해가 부족하여 치료 방법이 명확히 확립되어 있지 않다¹⁸⁻²¹.

1. 진단 및 분류

구상돌기 골절이 있다면 주관절 탈구, 동반된 요골두 골절, 주두골 골절 등을 항상 의심해야 한다. 이학적 검사상으로는 측부 인대, 총신전근건 기시부의 압통을 평가해야 한다. 방사선 검사는 단순 방사선 외에 삼차원 CT 재구성 영상이 골편의 위치와 크기를 평가하는데 필수적이다. 부하 방사선 검사는(Stress radiograph) 전내방 구상돌기 골절이 단독으로 발생했을 때 관절의 불안정성을 평가 해 보는데 유용하다.

Regan 과 Morrey 는 구상 돌기의 높이에 따라 3가지로 분류하였다²²). 그러나 이 분류는 단순한 높이 만을 고려하였기 때문에, O'Driscoll 은 해부학적 구상돌기의 위치, 분쇄 정도, 주관절의 안정성을 고려한 새로운 분류를 사용하게 되었다²³).

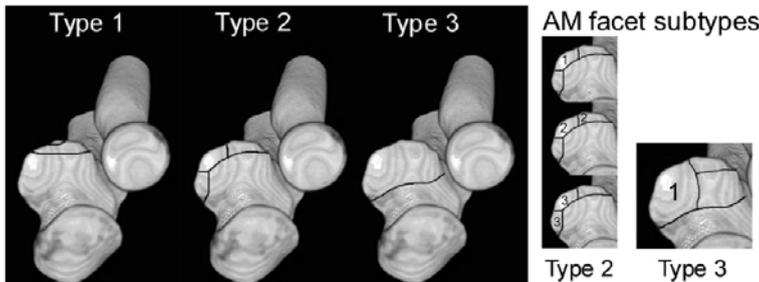


Fig. 2 Classification of coronoid fractures according to O'Driscoll et al.²³. AM = anteromedial. (Reprinted with permission of David Ring.)

Fracture	Subtype	Description
Tip	1	≤ 2 mm of coronoid bony height (ie, flake fracture)
	2	> 2 mm of coronoid height
Anteromedial	1	Anteromedial rim
	2	Anteromedial rim + tip
	3	Anteromedial rim + sublime tubercle (± tip)
Basal	1	Coronoid body and base
	2	Transolecranon basal coronoid fractures

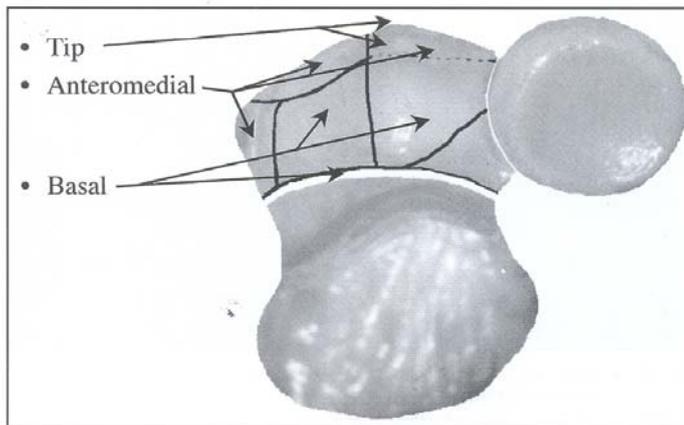


Fig. 11 Schematic showing proposed classification system for coronoid fractures, based on anatomic location with subtypes according to the severity of coronoid involvement, considers the mechanism of injury along with the associated fractures and soft-tissue injuries and dictates surgical approach and treatment (see Table 2 for details).

1) Coronoid tip fracture

첨부 골절 (Tip fracture) 은 골절선이 높이의 1/3 이상, 내측을 지나 전내측 소면 (sublime tubercle) 까지 진행하지 않는다. 소분류 1 (Subtype 1) 은 2mm 이하의 flake (파편) 형태의 골절로 나타난다. 소분류 2 (Subtype 2)는 2mm 이상의 큰 골편이나, 높이의 1/3 이상 전내측 소면을 침범하지 않는다. 이 형태는 주로 terrible triad 와 동반 되어 발생한다.

손상 기전은 주관절의 외반, 회외에서 상지를 뺀 상태에 넘어지는 순간 주관절의 굴곡이 발생하면서 후외방으로 전위가 발생한다. 이 때 구상돌기의 첨부가 소두를 밀치면서 발생하는 골절로써 견과절의 Bankart lesion 과 유사하다²⁴⁾. 주관절의 안정성은 골절된 구상돌기의 양에 비례한다. 탈구가 발생한 모든 경우에 LCL 이 파열된다.

2) Anteromedial Coronoid fractures

소분류 1(Subtype 1)은 전내방에 위치해 있으며, 구상돌기 첨부와 전내방 소면 (sublime tubercle) 사

이에 위치한다. 골절선은 내측으로는 전내방 소면의 반 정도를 지나 내측측부인대 전방 속을 지나간다. 외측으로는 구상돌기 침부의 내측을 지나간다. 손상 받는 힘에 따라 침부를 지나가면 소분류 2, 전내방 소면을 지나가면 소분류 3이된다. 내반(외측측부인대 파열) / 후내방 회전 손상에 의한 전 단력에 의해 발생한다.

동반 손상은 외측측부인대 파열(총 신전 건의 견열), 내측 측부 인대 후방 속, 요골두 골절의 가능성이 있다. 그러나, 외측 측부 인대는 대부분 파열 되었다고 생각하고 치료 하는 것이 안전하다.

전내방 골절의 중요성은 축성 부하와 중력에 의한 내반력 상태에서 주관절의 비상합성(incongruence)이 발생 한다는 것이다. 이것이 빠른 관절염을 유발하고 관절 강직 척골 신경 증상을 유발한다. 따라서, 전내방 구상돌기 골절의 단독 손상의 경우도 단순해 보이지만 간과하게 되면 관절염을 빠르게 진행 시킬 수 있으므로 수술적 치료의 적응증이 된다는 것을 이해하여야 한다.

3) Basal Coronoid Fracture

구상돌기의 체부 (body)를 포함한 골절로 전체 높이의 50%을 침범한 경우이다. 대개의 경우 transolecranon fracture dislocation 등의 척골 근위부의 분쇄 골절에 동반되며 침부 골절 보다 안정성을 제공하는 연부 조직의 손상이 상대적으로 적다. 따라서 골절을 안정적으로 잘 고정하고 조기에 관절 운동을 허용하면 예후는 오히려 양호한 편이다.

소분류 1 분쇄골절로 전내방 골절 소분류 3 과 1일 포함한 골절로 척골-상완골 관절이 대개는 불안정하다. 소분류 2는 골절은 큰 하나의 coronoid 골편을 갖는 것으로 대개는 연부 조직 손상이 적고 정복만 되면 안정적이며 예후는 양호하다.

2. 치료

주관절에 안정성이 확보되고 전위가 없는 경우를 제외하고는 대부분의 구상돌기 골절은 수술의 적응증이 된다. 수술의 목적은 두 가지 주된 변형력 (deforming force)을 방지하는 것이다.

→ varus gravitational force with placement of the hand in space

➔ the valgus/posterolateral rotatory stress experienced with axial load across the elbow.

1Surgical exposure

도입부에 설명한 도달법을 경우 내외측 접근이 모두 용이 하다.

1) 침부 골절 (Tip fractures)

2mm 이하의 소분류 1의 경우 치료를 요하지 않는 경우도 있다. 2mm 이상의 큰 골편인 경우도 골간 봉합술(transosseous sutures) 또는 fine threaded K-wires 를 이용하여 수술을 시행한다. 그러나, 중요한 것은 해부학적 정복이 수술의 목적이 아니라, 전방 관절 조직을 원래의 위치로 복원시켜 주관절의 전방 지지대를 회복하는 것이 중요하다.

2) 전내방 소면 골절 (AM fractures)

최적화된 전내방 소면을 침범한 골절에 대한 치료는 아직 없다.

소분류 1은 보기에는 양호에 보이지만, 예후 면에서는 신중하게 생각해야 한다. (a guarded prognosis) 이 골절은 대부분 탈구나 요골 골두 골절을 동반하지 않는 단독이다. 전위도 크지 않고 대략 2mm 정도이다. 그러나 척골-상완골 관절의 부조화를 만드는 성향 때문에, 정복과 견고한 고정을 시행후에 외측 측부 인대를 봉합해야 한다.

소분류 2 골절은 소분류 1과 골절선이 침부로 연장 된 경우이다. 주위 할 점은 분쇄를 동반한 소분류 1과 헛갈리지 않도록 조심해야 한다. 근본적인 치료 방법은 subtype 1과 동일하다.

소분류 3의 경우 sublime tubercle (placement which is inserted by anterior bundle of MCL) 을 침범한 골절로 근본적으로 소분류 1 과 치료는 동일하다. 추가적으로 sublime tubercle 에 대한 고정이 요구 된다.

3) 기저부 골절 (Basal fractures)

전내방 소면 골절을 회복하고 나머지 골절 파편들을 고정해 주는 것은 동일하다. 또한 외측 측부인대를 회복해 주어야 한다.

1. Pearls and Pitfalls

1) 단독 전내방 소면 골절인 경우 손상이 심해 보이지 않지만 외측 측부 인대 견열과 동반되면 관절의 부조화를 만들어 예후가 좋지 않다.

2) 침부 골절 소분류 1에서 2mm 이하의 작은 조각 자체는 중요하지 않을 수 있지만, 위험 3주징과 동반시 중요하며 고정해 주어야 한다.

3) 전내방 소면 골절을 침부 골절로 오인하는 경우가 많다.

4) 수술자가 주관절 주위의 운동 범위와과 조화를 택해야 하는 경우가 있다면 조화로운 주관절을 택하고 강직성 주관절을 만드는 것이 더 좋다.

5) 수술후 가급적 완전 신전과 내반력 / 외반력 / 후외방 회전력 은 피하는 것이 좋다.

Olecranon Fracture-Dislocations

주두골을 침범한 주관절의 골절 탈구는 요골두 또는 구상 돌기 의 탈구 및 아탈구를 동반한 주관절 주위의 복합 골절이다. 근위 요골 골절은 여러 조각으로 골절된 경우가 대부분이다^{25,26}.

1) 손상 형태

손상의 형태 중 전방 또는 후방으로의 전위 양상을 파악하는 것이 중요하다. 그 이유는 전방형의 경우는 주두골과 구상 돌기의 정렬 (alignment)가 회복되면 안정적이며 전완부의 기능이 만족스럽게 회복된다. 그러나, 후방형의 경우는 척골-상완골 불안정성이 흔하게 발생 할 수 있고 전외부의 기능이 만족스럽게 회복 되지 않는 경우가 많기 때문이다.

Transolecranon fracture and dislocation 라 지칭되는 복합 골절은 원위 상완골 활차가 주두 골을 골절 시키고 전완부는 앞쪽으로 전위되기 때문에 전방형이다(anterior fracture-dislocations of the olecranon)²⁵⁾. 요-소두 관절의 전방 탈구는 종종 몬테지아 1형으로 잘못 진단되는 경우가 있을 수 있다²⁵⁻²⁷⁾. 전방형은 상완-척골 관절의 불안정성을 유발하지만, 요-소두 관절 관계는 보통 손상 받지 않는다²⁵⁾. 반면에 몬테지아 1형의 경우 척골-상완골 관절(ulnohumeral joint)은 손상 받지 않는다²⁷⁾. 후방형은 치료에 있어서 몬테지아 2형과 매우 유사 하므로 2형으로 취급되어 질 수 있다^{26,28)}.

이러한 형태의 골절-탈구에 있어서 구상 돌기 골절은 많이 동반된다^{25,27)}. 대부분 기저부에서 발생하여 구상돌기 높이(height)의 50%에서 100% 사이에서 골절이 형성된다. 골절 형태는 다양하게 나타날 수 있으며, 후방형에서는 사선(oblique)형태의 골절선이 구상 돌기의 전내측 면(anteromedial facet)를 침범하는 경우도 발생 한다.

2) 치료

가. 수술적 도달법 (Surgical exposure)

후방 도달법이 사용된다^{14,15)}. 외측 피부 피판 (lateral skin flap)을 만들어 요골두 골절로 도달 할 수 있으며, 내측 피부 피판 (medial skin flap)으로 구상 돌기 골절로 접근 할 수 있는 장점이 있다. 척골 골절 접근시 가장 중요한 것은 골막과 근육의 연부 조직을 골편으로부터 제거 하지 않는 것이다. 또한 해부학적 금속판을 사용 할때도 삼두박근과 주변 근육 위로 금속판을 사용하는 것이 골편으로 가는 혈행을 보전하여 좋은 결과를 얻을 수 있다. 분쇄 골절이라 하더라도 주변 연부 조직이 보전된 경우 골 이식을 필요하지 않다²⁹⁾.

요골두 와 구상 돌기 골절에 대한 평가가 이루어져야 한다. 대부분의 경우 주두 골절 부위를 통하여 접근 가능하나, 때로는 부가적인 접근 방법이 필요로 할 때가 있다. 요골두 골절은 내고정을 통한 골유합을 시도해 볼 수 있으며, 여러 조각인 경우 요골두 치환술을 시행 할 수 있다. 요골두 골절에 대한 접근은 위에서 설명한 Kocker's 와 Kaplan's interval 을 통해 수술을 시행 할 수 있다.

외측 측부 인대 견열이 동반된 경우 외측에 치료가 필요한 경우가 있다. 구상 돌기 전내방 골절을 고정하기 위해서는 내측 도달법이 필요한 경우가 있다.

나. Surgical technique

구상돌기 골편에 대한 고정이 중요하다. 대개의 경우 근위부 척골 골절선을 통하여 고정을 시도해 볼수 있으나, 전내방 골편에 대해서는 내측 도달법을 (Hotchikiss interval) 을 통하여 고정을 해주는 것이 좋다. 근위부 척골 골절에 대해서는 해부학적 금속판을 사용한다. 이것만으로 고정이 불안정한 경우는 장력대 고정을 같이 사용 할 수 있다.

다. Pearls and Pitfalls

- ① 동반된 요골 두에 대한 회복이 이루어져야 한다.
- ② 척골 골절이 회복되어야 요골과 활차의 관계도 회복된다.

- ③ 구상 돌기 전내방 골절을 정복해야 한다.
- ④ 외측 측부인대 도 봉합 되어야 한다.

Terrible triads

요골 골절과 구상 돌기 골절이 동반된 주관절 탈구를 위험 3중주 라고 한다. 위험 3중주라는 별명이 붙은 이유는 그 결과가 매우 좋지 않기 때문이다³⁾. 또한 드문 골절이기 때문에 위험 3중주에 대한 발표된 논문도 많지 않다. 2004년 David et al 등은 골절된 골성 구조와 손상 받은 인대 구조에 대한 순차적 치료하여 좋은 결과를 발표하였다³⁰⁾.

1) 치료

주관절은 인대 손상과 골절이 같이 발생하는 빈도가 매우 높고 초기에 안정성을 확보하여 조기 운동을 하는 것이 가장 중요한 치료 원칙이기 때문에 처음 환자가 내원했을 때 안정성에 기여하는 구조물의 손상 여부를 정확하게 진단하여 불안정의 정도를 파악하는 것이 가장 중요하다. 특히 요골두와 구상 돌기의 골절은 측부 인대 손상과 동반된 경우가 많으나 완전 탈구가 처음에 발견되지 않은 경우 숨어 있는 측부 인대 파열을 놓치기 쉽다.

후외방 회전 손상은 주관절 탈구의 가장 중요한 기전으로 일차 안정화 구조물인 외측 척측부 인대가 파열되고 이차 안정화 구조물인 요골두와 구상 돌기 골절이 동반되면 심한 후외방 회전 불안정이 발생할 수밖에 없다. 예전부터 심한 불안정으로 치료가 어려워 terrible triad로 불리우는 이 손상은 결국 PLRI 형태의 불안정이었음을 알 수 있다. 따라서 terrible triad의 치료 원칙은 수술로 관절의 안정성을 확보하는 것이며 이를 위해 손상된 안정화 구조물을 가능한 해부학적으로 복원하여야 한다. 후외방 회전 손상은 내측 보다는 외측 측부 인대 손상이 먼저 발생하기 때문에 외측부 인대의 손상 정도가 심하면서 안정성 확보에 가장 중요하므로 외측으로 접근을 하는 것이 옳다.

요골두 골절은 정복과 고정을 할 수 있다면 가장 이상적이나 분쇄가 심하여 불가능하다면 절제하고 금속성 치환물을 삽입하는 것이 원칙이다. 외측부 인대는 대부분 상완골의 외상과 기시부에서 파열되므로 pull-out 형태의 봉합을 하는 것이 원칙이다. 구상돌기는 침부골절인 경우 요골두와 LUCL을 복원하며, 골절은 정복하는 것이 아니라 전방 지지대의 기능을 하는 전방 관절막에 봉합사를 걸어 구상돌기에 봉합하는 것이 좋다. 전내방 소면 골절, 기저부 골절인 경우 골절인 경우 정복을 하고 내고정을 하는 것이 원칙이나 접근이 힘들고 골편이 작아 기술적으로 매우 어렵다. 골편이 비교적 크다면 K-강선으로 임시 고정을 하고 지연 나사(lag screw)를 척골 후방에서 삽입하는 방법이 가장 적절하다. 대부분 이 세가지 구조물을 복원하면 안정성이 확보되어 수술을 마쳐도 되나 계속 불안정하다면 내측부 인대의 전방 부분이 완전히 파열된 것이므로 내측으로 접근하여 내측부 인대를 봉합할 필요가 있다.

이 과정까지 진행하고도 충분한 안정성을 확보하는데 실패하였다면 마지막 수단으로 경첩성 외고정장치(hinged external fixator)를 사용하여야 하나 요골두 치환물이 없어 요골두 절제를 할 수 밖에 없었거나 구상 돌기 분쇄가 심하여 50%이상 소실이 불가피한 경우 등 부득이한 상황이 아니라면 술기

가 까다로운 외고정 장치를 꼭 사용하여야 할 정도의 복합 골절-탈구는 없다고 여겨진다.

수술이 끝나면 주관절을 굴곡-신전하면서 안정성이 어느 정도인지 파악하여 수술 후 허용 운동 범위를 정한다. 수술 후 운동은 가능한 조기에 시작하는 것이 바람직하다. 경우에 따라 1-2주 정도 부목을 한 후 시작하는 것은 괜찮으나 3주 이상을 완전히 고정하고 있는 것은 강직의 위험이 높아 피하여야 한다. 처음에는 active-assisstive 운동으로 시작하고 신전 허용 범위를 점차 넓혀 나간다. 운동 치료를 시작하면 hinged brace를 착용하며 수술 후 6-8주간 보호를 하여야 한다.

REFERENCE

1. Mehlhoff TL, Noble PC, Bennett JB, Tullos HS. Simple dislocation of the elbow in the adult. Results after closed treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1988 Feb;70(2):244-9.
2. Broberg MA, Morrey BF. Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 1987 Mar(216):109-19.
3. Josefsson PO, Gentz CF, Johnell O, Wendeborg B. Dislocations of the elbow and intraarticular fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Sep(246):126-30.
4. Ring D, Jupiter JB. Fracture-dislocation of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1998 Apr;80(4):566-80.
5. Ring D, Jupiter JB. Fracture-dislocation of the elbow. *Hand Clin.* 2002 Feb;18(1):55-63.
6. Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop Relat Res.* 1991 Apr(265):187-95.
7. Callaway GH, Field LD, Deng XH, Torzilli PA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Biomechanical evaluation of the medial collateral ligament of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Aug;79(8):1223-31.
8. Zimmerman NB. Clinical application of advances in elbow and forearm anatomy and biomechanics. *Hand Clin.* 2002 Feb;18(1):1-19.
9. Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll SW, Morrey BF. Medial oblique compression fracture of the coronoid process of the ulna. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005 Jan-Feb;14(1):60-4.
10. Doornberg JN, Ring DC. Fracture of the anteromedial facet of the coronoid process. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Oct;88(10):2216-24.
11. Cohen MS, Hastings H, 2nd. Rotatory instability of the elbow. The anatomy and role of the lateral stabilizers. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Feb;79(2):225-33.
12. Morrey BF, An KN. Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *Am J Sports Med.* 1983 Sep-Oct;11(5):315-9.
13. O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, An KN. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res.* 1992 Jul(280):186-97.
14. Patterson SD, Bain GI, Mehta JA. Surgical approaches to the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2000 Jan(370):19-33.

15. Dowdy PA, Bain GI, King GJ, Patterson SD. The midline posterior elbow incision. An anatomical appraisal. *J Bone Joint Surg Br.* 1995 Sep;77(5):696-9.
16. Taylor TK, Scham SM. A posteromedial approach to the proximal end of the ulna for the internal fixation of olecranon fractures. *J Trauma.* 1969 Jul;9(7):594-602.
17. Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Bone Joint Surg Am.* 1989 Oct;71(9):1348-54.
18. Amis AA, Miller JH. The mechanisms of elbow fractures: an investigation using impact tests in vitro. *Injury.* 1995;26(3):163-8.
19. Cage DJ, Abrams RA, Callahan JJ, Botte MJ. Soft tissue attachments of the ulnar coronoid process. An anatomic study with radiographic correlation. *Clin Orthop Relat Res.* 1995 Nov(320):154-8.
20. Closkey RF, Goode JR, Kirschenbaum D, Cody RP. The role of the coronoid process in elbow stability. A biomechanical analysis of axial loading. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Dec;82-A(12):1749-53.
21. O'Driscoll SW. Elbow instability. *Hand Clin.* 1994 Aug;10(3):405-15.
22. Regan W, Morrey BF. Classification and treatment of coronoid process fractures. *Orthopedics.* 1992 Jul;15(7):845-8.
23. O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, Ring D, McKee MD. Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. *Instr Course Lect.* 2003;52:113-34.
24. O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1991 Mar;73(3):440-6.
25. Ring D, Jupiter JB, Sanders RW, Mast J, Simpson NS. Transolecranon fracture-dislocation of the elbow. *J Orthop Trauma.* 1997 Nov;11(8):545-50.
26. Ring D, Jupiter JB, Simpson NS. Monteggia fractures in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1998 Dec;80(12):1733-44.
27. Ring D, Jupiter JB, Waters PM. Monteggia fractures in children and adults. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998 Jul-Aug;6(4):215-24.
28. Jupiter JB, Leibovic SJ, Ribbans W, Wilk RM. The posterior Monteggia lesion. *J Orthop Trauma.* 1991;5(4):395-402.
29. Ikeda M, Fukushima Y, Kobayashi Y, Oka Y. Comminuted fractures of the olecranon. Management by bone graft from the iliac crest and multiple tension-band wiring. *J Bone Joint Surg Br.* 2001 Aug;83(6):805-8.
30. Pugh DM, Wild LM, Schemitsch EH, King GJ, McKee MD. Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Jun;86-A(6):1122-30.
31. Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Apr;84-A(4):547-51.