

전산화 단층촬영에 의한 원위 요척골 관절위

부산대학교병원 정형외과학교실

김용진 · 왕기봉 · 유충일

— Abstract —

Computed Tomography Analysis of The Distal Radioulnar Joint

-A change of translational motion according to the position of the forearm-

Yong Jin Kim, M.D., Kie Bong Wang, M.D., Chong Il Yoo, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Pusan University Hospity

The kinetic of the distal radioulnar joint(DRUJ) is complex. Motion of DRUJ consists of rotation of the around the relatively stationary ulna, pistoning of the ulna along its longitudinal axis, and translational motion, which occurs in the antero-posterior plane. In addition to the motions described, there also exists and abduction-adduction movements, diastatic motion. The CT scan is an ideal tool for evaluating the DRUJ. Since it provides a coronal cross-sectional image of the radius and ulna. The amount of translational motion occuring at the DRUJ has not been determined. To evaluate the normal boundaries of the motion of the DRUJ, forty DRUJ in twenty normal volunteers(10 meles, 10 females) were evaluated by use of a computed tomography technique.

The results were as follows.

1. Average translational motion according to forearm rotation was $3.1\text{mm} \pm 1.3$.
2. There was no statistic difference between both sex ($p > 0.05$).
3. There was no statistic difference between dominant and nondominant hand ($p > 0.05$). The contralateral criterion is useful in determining wrist problem.

Key Words : Distal radioulnar joint, Translational motion, Computed tomography analysis

※ 본문의 요지는 제 36차 추계학술대회에서 구연되었음.

I. 서 론

원위 요척골 관절의 탈구나 아탈구 여부를 정확히 진단할 수 있는 방법은 현재까지 알려져 있지 않다. 1983년 Mino등³⁾은 완관절의 정측면 방사선 사진을 이용하여 탈구나 아탈구의 진단이 가능하다고 하였고, 1987년 Wechsler등¹⁴⁾은 단순한 방사선 소견으로는 아탈구의 여부를 확인하는 것이 불가능하기 때문에 전산화 단층촬영에 의한 진단이 필요하다고 하였다.

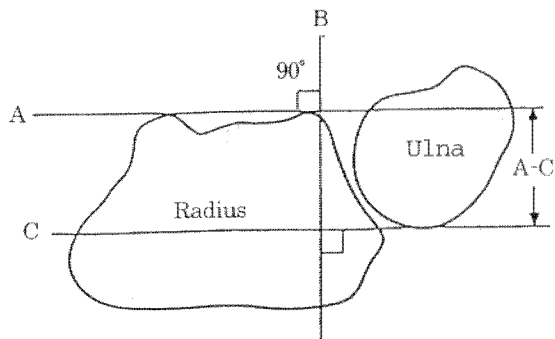
저자들은 전완의 회전위치에 따른 정상적인 translational motion의 범위를 아는 것이 원위 요척골 관절의 불안정성 여부를 결정하는데 기초자료가 된다고 생각하여 전산화 단층 촬영에 의한 분석을 시도하였다.

II. 연구대상 및 방법

연구대상으로는 완관절의 이상을 호소한 적이 없는 정상적인 성인 남녀 각각 10명씩의 좌우 완관절을 대상으로 하였다. 성별로는 남자가 10명, 여자가 10명이었고 연령분포는 21세부터 54세까지 평균 31.6세 였으며 모두 오른손잡이 였다.

본 연구에서 사용된 전산화 단층 촬영장치는 General electric 8800CT scanner(General electric)였으며 matrix 320×320, gantry angle 0°, KVP 210°, MA 320, scan slice 1.5mm, scan time 9.6sec., FOV 8.3cm으로 하여 주사(Scan)하였다.

각각의 원위 요척골 관절에 대한 전산화 단층 촬영은 요골 배측 결절(Lister's tubercle)과 척골 경상돌기가 가장 선명하게 나타나는 단면을 선택하였고 전완을 최대 회내전, 중립, 최대 회외전시킨 상태에서 각각 촬영하였다. translational motion에 대한 측정방법으로는 요골 배측 결절과 요골의 척골단을 연결한 선을 A선으로 정하고 요골의 척골단을 통과하면서 A선에 수직인 선을 B선으로 정한 뒤 척골뒤의 장측면을 지나면서 B선에 수직인 선을 C선으로 정하면 A선과 C선 사이의 간격이 요골에 대한 척골의 translational motion이 되므로 이를 측정하여 mm로 표시하였다(Fig. 1). 측정된 측정치의 분석은 회내전, 중립, 회외전의 위치에서 전체집단의



A-C Interval=translational Motion(T-M)

Fig. 1 Tracing of image with measurement lines. Line A is drawn from Lister's tubercle to the dorsal ulnar corner of the radius. Line B is a perpendicular line from line A. Line C is another perpendicular line drawn from line B to the palmar border of the ulnar head. The A-C interval represents the translational motion (T-M) of the ulna with respect to the radius.

translational motion에 대한 평균치와 남녀 성별 및 우성 수부(dominant hand)와 열성 수부(non-dominant hand)로 구별하여 분석하였으며, 각각을 student T-test 및 paired T-test에 의해 통계처리 하였다.

III. 결 과

전체집단에서 회내전, 중립, 회외전의 위치에서 측정된 translational motion의 측정치는 각각 $12.8\text{mm} \pm 1.6$, $14.2\text{mm} \pm 1.5$, $15.9\text{mm} \pm 1.3$ 이었으며(Fig. 2), 회내전에서는 $1.6\text{mm} \pm 0.9$, 회외전에서는 $1.7\text{mm} \pm 0.8$ 의 운동을 보여 전완의 회전위치에 따라서 평균 $3.1\text{mm} \pm 1.3$ 의 운동을 보였다(Table. 1). 성별로 구분하여보면 남자의 경우 회내전시 $12.8\text{mm} \pm 1.9$, 중립시 $13.9\text{mm} \pm 1.6$, 회외전시 $15.8\text{mm} \pm 1.2$ 로서 평균 $2.9\text{mm} \pm 1.5$ 의 운동을 보였고, 여자에서는 각각의 측정치가 $12.8\text{mm} \pm 1.2$, $14.6\text{mm} \pm 1.3$, $16.0\text{mm} \pm 1.2$ 로서 평균 $3.2\text{mm} \pm 1.1$ 의 운동을 보였으며 남녀 두집단 사이에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3).

저자들은 또한 각 개인의 우성 수부와 열성 수부를 구별하여 전완의 회전위치에 따라서 이들의 평균 translational motion에 대한 차이를 분석하였다.

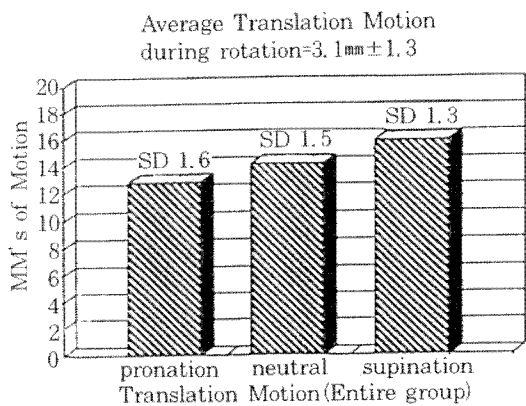


Fig. 2 Graph showing the average translational motion of distal radioulnar joint according to the position of the forearm for the entire group.

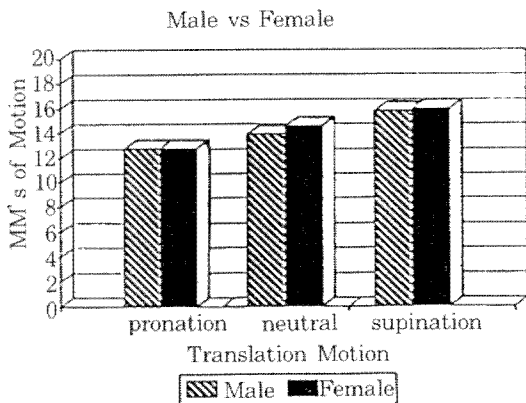


Fig. 3 Comparative analysis of males and females. There was no statistical significance of the difference.

여성 수부 20례의 결과는 회내전시 $12.9\text{mm} \pm 1.6$, 중립시 $14.1\text{mm} \pm 1.3$, 회외전시 $15.8\text{mm} \pm 1.1$ 로서 전완의 회전에 따라서는 평균 $2.9\text{mm} \pm 1.5$ 의 운동을 보였으며 열성 수부는 평균 $3.2\text{mm} \pm 1.1$ 의 운동을 보여 두 집단사이에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$) (Fig. 4).

IV. 고 찰

원위 요척골 관절의 해부학적 구조는 광범위하게 연구되어져 왔다^{1,3,7,11)}. 일반적으로 알려진 원위요척골 관절을 안정화시키는 구조물로는 척측 측부인대,

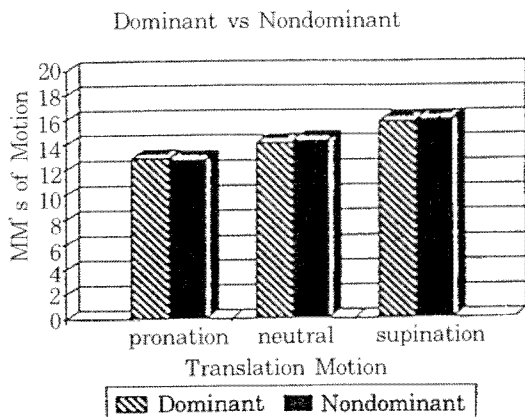


Fig. 4 Comparative analysis of dominant hands and nondominant hands. There was no statistical significance of the difference.

관절판, 전후 요척골 인대 및 방형 회내근이 있다. 최근 Palmer와 Werner¹¹⁾는 삼각 섬유 연골 복합체 (triangular fibrocartilage complex)라는 개념을 사용하였는데 이는 섬유 연골, 반월판 연골 유사체, 척측 측부 인대, 척측 수근굴근의 건하방부로 구성되며 이는 과회내전, 과회외전시에 각각이 따로 손상받을 수 있으며 불안정한 원위 요척골 관절의 성공적인 수술을 위해서는 각각의 손상된 부위를 적절히 복원 내지는 재건하여야 한다고 주장하였으며, King 등^{4,5)}은 척측 수근 굴근의 건하방부가 이 관절의 전후방탈구에 대한 주요한 버팀대 역할을 한다고 하였고 전후 요척골 인대와 삼각 섬유 연골의 역할은 미약하다고 하였다. 원위 요척골 관절의 주요한 기능중 하나는 척골의 원위부 주위를 요골이 회전하는데 있어서 전완을 안정화 시키는 것이다. 원위 요척골 관절의 운동은 매우 복잡하다. 이 관절의 운동은 상대적으로 고정된 척골 주위로 요골의 회전, 척골의 장축을 따라 일어나는 척골의 피스톤운동, 전후면상에서 일어나는 translational motion, 그리고 diastatic motion이라 불리는 외전-내전 운동이 있다^{4,5,7,11)}. Miguel등⁷⁾에 의하면 이러한 운동은 전환의 회전이 일어남에 따른 타원형 형태의 척골두의 "Cam effect"로서 일어난다고 하였고 임상적으로는 translational motion이 원위 요척골 관절의 불안정성을 결정하는데 유용한 것으로 알려져 있으며, 저자들의 경우에도 이 운동에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

Table 1. Translational motion according to the position of the forearm (mm)

| Sex | Pronation | Neutral | Supination | Pronation-Neutral | Neutral-Supination | Motion Range |
|--------------------|-----------|---------|------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Male | | | | | | |
| 1 | 10.5 | 12.0 | 14.0 | 1.5 | 2.0 | 3.5 |
| | 10.0 | 11.5 | 12.5 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| 2 | 10.0 | 12.0 | 14.0 | 2.0 | 2.0 | 4.0 |
| | 10.0 | 11.0 | 15.5 | 1.0 | 4.5 | 5.5 |
| 3 | 13.5 | 15.0 | 16.5 | 1.5 | 1.5 | 3.0 |
| | 14.5 | 16.0 | 17.0 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| 4 | 14.0 | 15.0 | 17.5 | 1.0 | 2.5 | 3.5 |
| | 13.5 | 14.0 | 17.0 | 0.5 | 3.0 | 3.5 |
| 5 | 12.0 | 13.0 | 15.5 | 1.0 | 2.5 | 3.5 |
| | 13.5 | 12.5 | 13.0 | 1.0 | 0.5 | 1.5 |
| 6 | 13.0 | 14.0 | 14.5 | 1.0 | 0.5 | 1.5 |
| | 11.0 | 13.5 | 16.0 | 2.5 | 2.5 | 5.0 |
| 7 | 12.0 | 12.5 | 15.0 | 0.5 | 2.5 | 3.0 |
| | 12.0 | 13.0 | 15.5 | 1.0 | 2.5 | 3.5 |
| 8 | 13.5 | 15.5 | 16.5 | 2.0 | 1.0 | 3.0 |
| | 13.0 | 16.0 | 17.0 | 3.0 | 1.0 | 4.0 |
| 9 | 15.5 | 15.0 | 16.5 | 0.5 | 1.5 | 2.0 |
| | 17.0 | 16.0 | 17.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |
| 10 | 15.0 | 15.5 | 17.5 | 0.5 | 2.0 | 2.5 |
| | 13.0 | 15.0 | 17.0 | 2.0 | 2.0 | 4.0 |
| Female | | | | | | |
| 1 | 12.0 | 14.0 | 15.0 | 2.0 | 1.0 | 3.0 |
| | 11.5 | 14.0 | 15.0 | 2.5 | 1.0 | 3.5 |
| 2 | 12.0 | 15.0 | 16.0 | 3.0 | 1.0 | 4.0 |
| | 12.5 | 14.5 | 15.5 | 2.0 | 1.0 | 3.0 |
| 3 | 12.0 | 13.0 | 16.0 | 1.0 | 3.0 | 4.0 |
| | 12.0 | 15.5 | 16.0 | 3.5 | 0.5 | 4.0 |
| 4 | 13.5 | 14.0 | 15.0 | 0.5 | 2.0 | 2.5 |
| | 14.5 | 14.0 | 16.0 | 0.5 | 2.0 | 2.5 |
| 5 | 13.0 | 14.5 | 16.5 | 1.5 | 2.0 | 3.5 |
| | 13.5 | 15.5 | 17.0 | 2.0 | 1.5 | 3.5 |
| 6 | 10.5 | 12.5 | 15.0 | 2.0 | 2.5 | 4.5 |
| | 11.5 | 12.5 | 14.0 | 1.0 | 1.5 | 2.5 |
| 7 | 16.0 | 17.0 | 18.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |
| | 13.0 | 17.0 | 19.0 | 4.0 | 2.0 | 6.0 |
| 8 | 13.0 | 14.5 | 16.0 | 1.5 | 1.5 | 3.0 |
| | 13.0 | 16.0 | 17.0 | 3.0 | 1.0 | 4.0 |
| 9 | 13.0 | 13.5 | 15.0 | 0.5 | 1.5 | 2.0 |
| | 12.5 | 14.0 | 15.0 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| 10 | 13.5 | 15.0 | 16.0 | 1.5 | 1.0 | 2.5 |
| | 14.0 | 15.0 | 17.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
| Average | 12.8 | 14.2 | 15.9 | 1.6 | 1.7 | 3.1 |
| Standard Deviation | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 0.9 | 0.8 | 1.3 |

원위 요척골 관절의 이상을 동반하는 질환들은 Colles씨골절, 척골 경상 돌기 골절, 요골두 골절, 삼각섬유연골 복합체이상, 요척골 길이의 불일치, 전완부 골절, 인대 손상, 성장판 손상, Madelung 변형, 류마티스성 관절염등을 포함하여 무수히 많으며 단순 방사선 소견으로는 위의 골절, 질환들과 동반되는 원위 요척골 관절의 탈구나 아탈구를 진단하

는 것은 매우 어려운 일이다. 원위 요척골 관절의 아탈구를 진단하기 위한 여러 저자들의 연구와 노력이 있어왔으나^{1,7,8,9,11,15)} 아직까지 정립된 진단방법은 알려져 있지 않다. Heipel등²⁾은 아탈구를 진단하는데 정확한 측면 방사선 사진이 유용하다고 하였고, Snook등¹²⁾은 측면 방사선 사진은 진단에 도움이 되지 않고 과회내전한 상태에서 정면 방사선 사진상

척골 경상 돌기의 특징적 형태가 원위 요척골 관절의 아탈구를 진단하는데 도움이 된다고 주장하였다. Morrissy와 Nalebuff¹⁰⁾는 방사선 소견은 동반손상을 배제할 경우에만 유용하며 진단은 임상적 소견에 의해서만 가능하다고 주장하였으며, Mino등^{8,9)}은 정확한 방사선 사진이 아탈구 여부를 진단하는데 유용하다고 하였으나 관절의 위치가 부적절할 경우 CT가 진단에 유용하다고 하였고, Weschsler 등¹⁴⁾은 아탈구를 진단하는데 방사선 소견으로는 확진이 불가능하며 CT가 결정적인 도움을 준다고 하였다. King등⁵⁾은 전산화 단층 촬영시 전완의 회전에 따라 회내전, 중립, 회외전의 상태에서 검사하는 것이 적절하며 장측으로의 아탈구는 회내전시 잘 나타나고 후측으로의 아탈구는 전완이 중립위치에 있을 때 잘 알 수 있으며 회외전시에는 아탈구가 정복되었는지의 여부를 잘 알 수 있다고 하였다. 저자들의 임상적인 경험에서도 원위 요척골 관절의 불안정성이 의심되는 환자들에게서 통증이나 석고 붕대 고정등으로 완관절의 정확한 위치를 잡지못해 정확한 측면 방사선 사진을 얻기가 어려운 경우가 빈번했으며 정상인의 경우에서도 약간의 회내전 혹은 회외전의 위치에서 촬영한 측면 방사선 사진에서 아탈구로 오진할 수 있는 경우가 있었다.

전산화 단층 촬영은 요골과 척골의 관상횡단면상(coronal cross-sectional image)를 제공하므로 원위 고관절의 탈구나 아탈구에 대한 객관적이고 질적으로 향상된 정보를 제공하나, 현재까지 이 관절의 정상적인 translational motion의 범위를 정하려고 노력하였다. 본 연구에서 측정된 translational motion의 정상 범위는 회내전시 $1.6\text{mm} \pm 0.9$ 회외전시 $1.7\text{mm} \pm 0.8$ 이었으며 전완의 회전위치에 따라서는 평균 $3.1\text{mm} \pm 1.3$ 의 운동을 보였다. 임상적 측면에서 원위 요척골 관절의 불안정성을 평가하는 방법으로는 건측의 관절에 대한 translational motion을 정상치로 삼아 환측의 측정치와 비교하는 것이 유용하다고 하였으며⁶⁾ 본 연구에서도 우성 수부와 열성 수부 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 이 방법이 원위 요척골 관절의 아탈구 여부를 평가하는데 매우 유용한 방법이라 할 수 있겠다.

V. 결 론

저자들은 원위 요척골 관절의 불안정성 여부를 판단하는데 필요한 기초자료를 얻기 위해 정상적인 완관절에 대하여 전완의 회전에 따른 translational motion을 전산화 단층 촬영에 의해 측정한 결과 평균 $3.1\text{mm} \pm 1.1$ 의 운동이 일어나는 것을 알 수 있었다. 남녀 성별 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며($p > 0.05$), 우성 수부와 열성 수부 사이에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않아($p > 0.05$) 편측 원위 요척골 관절의 손상시 반대측의 원위 요척골 관절의 translational motion을 판단 기준으로 삼을 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 정상 성인의 원위 요척골 관절에 stress를 가하지 않은 상태에서 전완의 회전 위치에 따른 translational motion을 측정했기 때문에 관절의 정적 불안정성(static instability)의 진단에는 도움을 줄 수 있을 것으로 사료되나 동적 불안정성(dynamic instability)의 진단은 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Bowers, W.H. : *Problems of the distal radioulnar joint*, Clin. Ortho. Surg., 7 : 289-303, 1978.
- 2) Heipel, K.G., Freehafer, A.A., and Van't Hof, A : *Isolated traumatic dislocation of the distal end of the ulnar or distal joint*. J. Bone and Joint Surg., 44A : 1387-1394, 1962.
- 3) Hui, F., and Linscheid, R. : *Ulnotriquetral angulation tenodesis : A constructive procedure for dorsal subluxation of the distal radioulnar joint*. J. Hand Surg., 7 : 230-236, 1982.
- 4) King, G.J., McMurty, R.Y., Rubenstein, J.D., and Gertzbein, S.D. : *Keinetics of the distal radioulnar joint*. J. Hand Surg., 11 : 798-804, 1986.
- 5) King, G.J., McMurty, R.Y., Rubenstein, J.D., and Ogston, W.G. : *Computed tomography of the distal radioulnar joint*. J. Hand Surg., 8 : 711-717, 1986.

- 6) Linscheid, R.L. : *Kinematic considerations of the wrist*. Clin. Orthop., 202 : 27-39, 1986.
- 7) Miguel, A., LCDR., Pirela-Cruz, USPHS., Gallun, M.M., MAJ., and Stephen, R. Goll : *Stress computed tomography analysis of the distal radioulnar joint ; A diagnostic tool for determining translational motion*. J. Hand Surg., 16A : 75-82, 1992.
- 8) Mino, D.E., Palmer, A.K., and Levinsohn, E. M. : *The role of radiography and computed tomography in the diagnosis of subluxation and dislocation of the distal radio-ulnar joint*. J. Hand Surg., 8 : 23-31, 1983.
- 9) Mino, D.E., Palmer, A.K., and Levinsohn, E. M. : *Radiography and computed tomography in the diagnosis of incongruity of the distal radioulnar joint*. J. Bone and Joint Surg., 67A : 247-252, 1985.
- 10) Morrissy, R.T., and Nalebuff, E.A., : *Dislocation of distal radioulnar joint ; anatomy and clues to prompt diagnosis*. Clin. Orthop., 144 : 154-158, 1979.
- 11) Palmer, A.K., and Werner, F.W. : *Biomechanics of the distal radioulnar joint*. Clin. Orthop., 187 : 26-35, 1985.
- 12) Snook, G.A., Chrisman, O.D., Wilson, T.C., and Wietsma, R.D. : *Subluxation of the distal radioulnar joint by hyperpronation*. J. Bone and Joint Surg., 51A : 1315-1323, 1969.
- 13) Vesely, D.G. : *The distal radioulnar joint*. Clin. Orthop., 51 : 75-91, 1967.
- 14) Wechsler, R.J., Wehbe, M.A., Rifkin, M.D., Edeiken, J., and Branch, H.M. : *Computed tomography diagnosis of distal radioulnar subluxation*. Skeletal Rad., 16 : 1-5, 1987.
- 15) Weigel, K., and Spira, E. : *The triangular fibrocartilage of the wrist joint*. Reconstr. Surg. Traumatol., 11 : 139-153, 1969.