대한방사선의학회지 1998;39:1215-1220

손목관절 분절간 불안정성 평가에 있어 시상면 자기공명영상의 신뢰도 검증[1]

이 영 욱·윤 은 경·국 신 호

목 적 : 손목관절의 수배측, 혹은 수장측 개재 분절간 불안정성의 진단을 위해 시상면 자기공명영상을 통하여 측정한 수근골간 각도들을 기준으로 이용할 수 있는지, 그 신뢰도를 검증하고자 하였다.

대상 및 방법 : 손목질환의 기왕력이 없고 무증상인 성인 10명의 10개 손목관절을 대상으로 측면 단순촬영과 5가지 서로 다른 방법을 이용한 시상면 자기공명영상에서 각각 측정한 유두-월상골각, 주상-월상골각 및 요-월상골각들의 수치를 비교하여 그 차이를 통계학적으로 검증하였다. 자기공명영상은 우선 복와위 상태, 손목을 머리 위로 뻗은 자세에서 4가지 시상영상, 즉 중립위치에서 제3중수지골축에 평행한 영상(A)과 제4중수지골축에 평행한 사면 시상영상(B), 손목을 외측(C)과 내측(D)으로 각각 15도씩 굴곡시킨 상태에서 제3중수지골에 평행한 영상을 얻었고, 마지막으로 앙와위 상태에서 팔을 내려 손목을 몸통 측면에 자연스럽게 중립위로 놓고 제3중수지골에 평행한 영상(E)을 얻었다.

결 과 : 복와위 상태로 시행한 자기공명영상 중 A,B,D군에서 측정한 유두-월상골각, 요-월상골각들의 평균은 단순촬영의 측정치보다 크게 나타났고 이는 통계학적으로 유의한 차이이었다. 특히 D군은 주상-월상골각도 p값 .014로 유의한 차이를 보였고, 이 중 1예에서는 주상-월상곡각이 81도로 수배측 개재 분절간 불안정성의 모양을 나타내었다. 반면 외측 15도 굴곡위의 측정치와 앙와위 중립위에서의 측정치는 단순촬영의 측정치에 근사한 값을 보였다.

결 론 : 단순촬영을 하는 경우와 비교할 때 손목의 자기공명영상을 얻기 위해 복와위에서 팔을 위로 뻗으면 월상골이 보다 손등쪽으로 기울면서 정상 관절임에도 불안정성이 있는 것처럼 나타날 수 있다. 따라서 단순촬영 소견을 참조하지 않은 상태에서 자기공명 시상면 영상만으로 손목관절 분절간 안정성 여부를 판정한다면 오진의 위험이 따르며, 보다 정확한 측정을 위해서는 손목의 위치 및 굴곡정도를 고려하여야 할 것이다.

자기공명영상의 기술적 발전이 거듭됨에 따라 이제는 다양한 손목관절 질환에 대한 진단적 적용범위가 매우 넓어졌고, 또한 근래에는 시상면의 자기공명 영상으로 DISI(dorsal intercalated segmental instability, 수배측 개재 분절간 불안정성) 및 VISI(volar intercalated segmental instability, 수장측 개재 분절간 불안정성) 등의 진단이 가능하다는 보고(1)도 있었다. 그러나 정상적인 손목관절의 단순 측면 사진에서도 손목의 자세를 잘 못 취하면 DISI나 VISI와 유사한 형태를 보일 수 있고(2), 시상면 자기공명 영상 역시 같은 오류를 범할 수 있다는 보고(3) 또한 있었다. 이와 같은 손목 분절간 불안정성의 최적 치료가 무엇인지에 대해서는 아직 의견이 분분하다. 하지만 이러한 손목 이상은 후에 주-월상골 허탈과 같은 보다 심한 이상으로 진전될 수 있고 따라서 조기의 수술적 치료도 고려(4)되고 있는 만큼 진단의 정확도가 요구된다.

저자들은 과연 날로 쓰임새가 증가되고 있는 손목관절 자기공명의 시상면 영상을 통한 기본 각도 측정이 실제 손목 수근골간 불안정성의 진단 기준으로 사용해도 되는지 그 신뢰도를 밝히고자 본 연구를 시작하였다.

대상 및 방법

과거 손목질환의 기왕력이 없고 무증상인 지원자 10명의 정상 손목 10예를 대상으로 하였다. 여자 3명과 남자 7명으로 평균연령은 31.3세(27-37세)이었고, 모든 예에서 다음과 같은 방법으로 측면 단순촬영과 자기공명영상을 얻었다.

단순 측면 사진은 팔목을 몸체쪽으로 내전시키고 90도 굴전

[1]성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 방사선과
이 논문은 1998년 7월 14일 접수하여 1998년 9월 1일에 채택되었음.

시킨 상태에서 손목 외측으로 입사되어 내측으로 출사되는 수직 X선을 이용하여 촬영했다(Fig. 1). 두상골(pisiform)의 복측면이 주상골(scaphoid) 원위극의 복측면과 유두골(capitate)의 복측면 사이, 즉 주상-유두골간(scaphocapitate interval)의 중간지점에 위치할 때 적절한 측면사진으로 판단했다(2).

자기공명영상은 1.5T 기기(GE Medical Systems, Milwaukee)를 이용하여 얻었다. 시상면의 T1강조 스핀에코 영상을 얻었는데 영상조건(parameter)은 TR/TE=300/15msec, 3mm 절편두께에 1mm 간격, 12cm 영상면적(field of view), 여기횟수(number of excitation)는 2로 영상시간은 1분 20초이었다.

전체적으로 다섯가지 자기공명영상을 얻었는데, 우선 복와위로 엎드려서 팔목을 신전시켜 손목을 머리 위로 뻗은 상태에서 네가지 영상을 얻었다. 처음에는 손목을 중립위(neutral position)로 하고 두가지 종류의 영상, 즉 제3중수지골의 장축에 평행한 시상영상(A)과 제4중수지골의 장축에 평행한 영상(B)을 얻었는데 이는 같은 조건하에서 영상면을 달리 했을 때 측정값에 차이가 생기는지를 알기 위함이었다. 이어서 손목을 외측으로 15도 굴곡시킨 상태에서 제3중수지골에 평행한 시상영상(C)을 얻고, 다음 내측으로 15도 굴곡 시켜 같은 영상(D)을 얻었다(Fig. 2). 그 후 앙와위로 누워 팔을 몸통 옆으로 내리고 손목을 중립위로 자연스럽게 위치시킨 후 제3중수지골 장축에 평행하게 마지막 영상(E)을 얻었다.

총 5개의 자기공명 시상영상과 일반촬영영상을 통해 CL각(capitolunate angle, 유두-월상골각), SL각(scapholunate angle, 주상-월상골각), RL각(radiolunate angle, 요-월상골각)을 측정하였는데 Gilula와 Weeks에 의한 방법(5)을 사용하였다(Fig. 3). 측정된 각도에 따라 CL각이 -30도 미만, SL각이 30도 미만, 또는 RL각이 -25도 미만이면 VISI로, CL각이 30도, SL각이 80도, 또는 RL각이 10도보다 크면 DISI로 진단하였다(5, 6).

시상면 자기공명영상을 통한 각도 측정의 신뢰도를 밝히기 위해 각 영상들에서 측정한 각도들을 단순촬영사진상의 측정치와 비교하여 통계학적으로 검증하였다. 본 연구는 동일 표본에서의 여러 방법상 결과들의 비교이므로 Wilcoxon signed rank test를 이용하였다. 통계학적 유의성은 .05 수준에서 결정하였다.

결 과

다섯 군의 자기공명영상상 측정된 각도들의 평균치와 표준편차, 그리고 단순촬영상의 측정치와의 차이에 관한 p값 등은 Table 1과 같다.

복와위에서 팔을 머리 위로 올리고 손목을 중립위로 했을 경

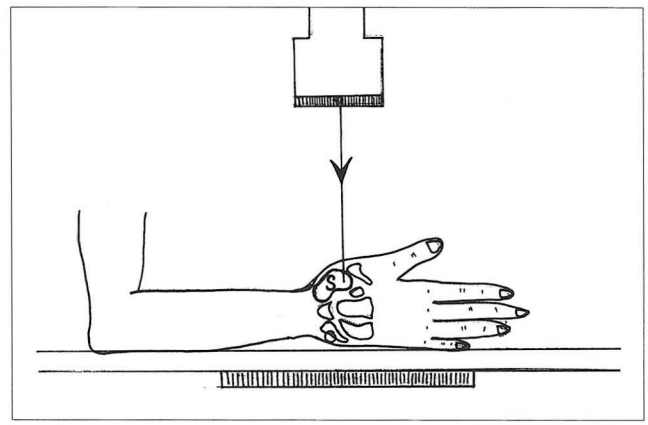

Fig. 1. Plain lateral radiograph is obtained using the vertical x-ray beam entered radially and exited ulnarly (arrow). The elbow is flexed 90°and the ulnar side of the wrist is placed on the cassette. The central beam is centered to the distal pole of the scaphoid(S).

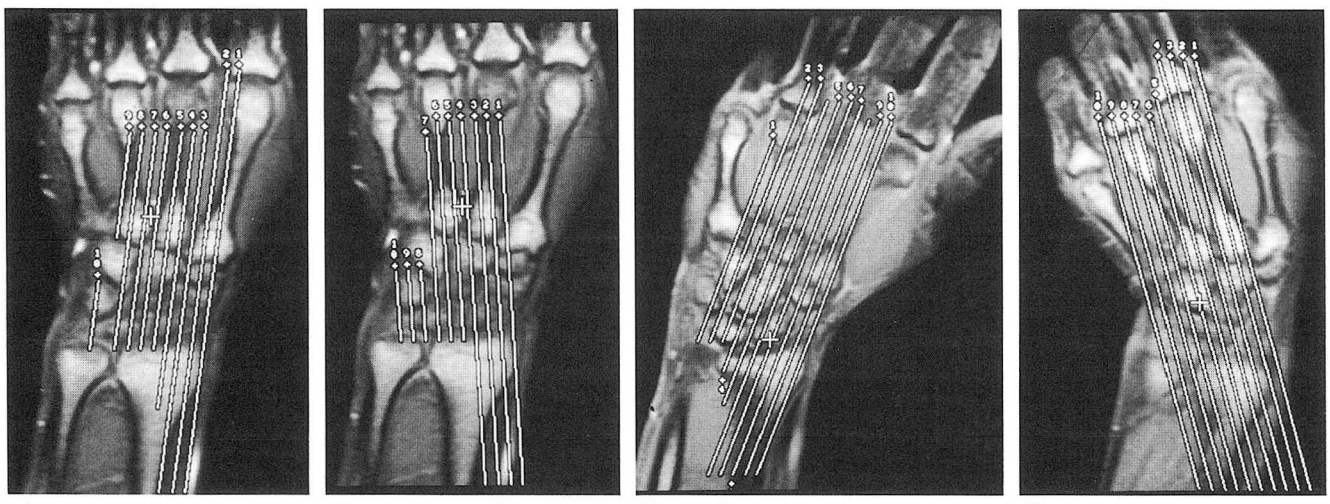

Fig. 2. Four MR series performed in prone position with the hands in over-head location (**A**, **B**) sagittal images were obtained by prescribing graphic lines parallel to the third and the fourth metacarpal long axes in neutral position, respectively (**C**, **D**) sagittal planes were also obtaines by prescribing graphic lines parallel to the third metacarpal bone in 15° radially and ulnarly deviated wrists, respectively.

우들(A, B)의 모든 측정치는 영상의 축을 제 3, 또는 제 4 중수지골에 평행하게 하는 것과는 상관 없이 모두 단순촬영상의 수치보다 컸고 특히 CL각과 RL각의 경우는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 차이는 손목을 내측으로 굴곡시킨 D군에서 더욱 현저하여 이 때는 CL, SL, RL각 모두 p값이 .05 이하로 유의한 차이를 보였다. 이에 반해 손목을 외측으로 굴곡시킨 C군은 모든 각들이, 그리고 앙와위, 중립위 상태에서 시행한 E군은 SL각과 RL각이 단순촬영의 결과에 근사한 수치를 나타내었다(Fig. 4).

A,B,D군, 특히 D군의 경우 육안적 관찰상 DISI양 소견을 나타냈다. 실제 각도 측정상으로도 1예에서는 다른 영상들에서의 측정값 상으로는 정상범위였으나 D군의 SL각상으로는 그 값이 81도로 DISI로 오진될 수 있었다.

고 찰

DISI와 VISI는 손목관절, 특히 수근골간 관절의 불안정 병변 중 비교적 흔한 것으로 단순촬영 측면 사진에서 CL, SL, RL각을 측정함으로써 쉽게 인지할 수 있다(6). 이들 각도의 수치가 정상범위를 벗어난다고 해서 항상 실질적인 불안정성과 연관되는 것은 아니나 수근골이나 인대 이상이 존재할 가능성이 높고(7), 이렇게 손목관절이 불안정하면 이에 따른 비정상적인 손목운동과 부하 때문에 퇴행성 변화가 쉽게 초래된다(8). 자기공명영상에서 손목인대들의 이상을 진단하는데는 아직 그 신뢰도가 일정치 않다(9-11). 따라서 만일 자기공명영상에서 DISI나 VISI 양태를 밝혀낼 수 있고 그 신뢰도가 진단기준으로 적용할 만큼 높다면 손목인대의 이상을 시사하는 좋은 근거가 될 것이다.

그러나 본 연구의 결과에 따르면 측면 단순촬영과 시상면 자기공명영상에서 측정한 각도 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고, 이는 Zanetti등의 보고(3)에서도 같은 결과를 보인 바 있다. 손목의 자기공명영상시 흔히 취하는 자세, 즉 엎드려서 팔을 머리 위로 뻗고 손목을 중립위로 한 후 시상영상을 얻었을 때 CL, RL각들은 대개 높은 수치를 보였다. 특히 손목을 내측 굴곡 시켰을 때에는 단순촬영을 이용한 역동학적 연구(12)에서 이미 예상하였듯이 DISI의 소견이 나타났다. 따라서

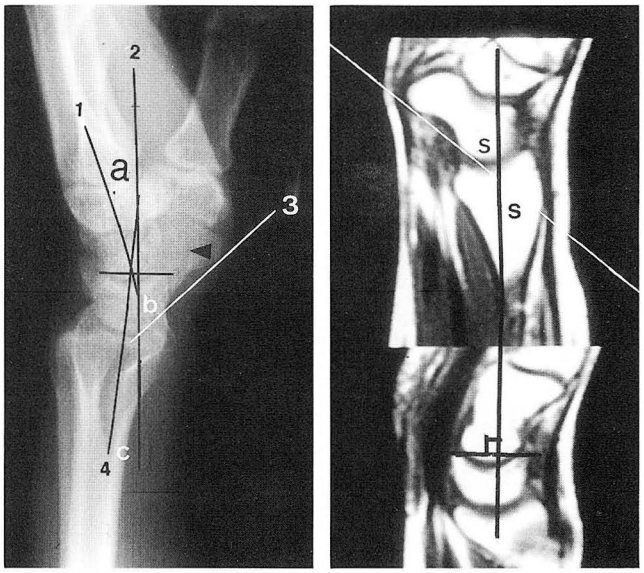

Fig. 3. A. Measurements of capitolunate, scapholunate, and radiolunate angles on a lateral radiograph. The palmar surface of the pisiform (arrowhead) is noted in the midportion of the scaphocapitate interval. The capitolunate(a), scapholunate(b), and radiolunate (c) angles are formed by the four basic axes : capitate axis(line 1). a line from the center of the head to the center of the distal articular surface ; lunate axis(line 2), a line perpendicular to the anterior and posterior distal lunate poles ; scaphoid axis(line 3), a line connecting the proximal and distal ventral convexities of the scaphoid ; radial axis(line 4), a line parallel to the central axis of the radial shaft.
B. Scapholunate angle measurement on MR image. For the measurement of the wrist angles on MR images, two best images for the subject bones are selected and set in top-bottom alignment. And the basic measuring method is same as that on plain radiograph.

Table 1. CL, SL, and RL Angles on MR Images and Comparison with those on Plain Radiographs

Parameter	A	B	C	D	E	Radiography
CL angle (degrees)*	−30 ± 11.6	−4.5 ± 11.1	−14.9 ± 7.4	9.7 ± 12.3	−7.4 ± 6.1	−12.9 ± 6.8
P value**	.011	.012	.220	.006	.014	
SL angle (degrees)*	58.5 ± 7.0	51.5 ± 7.3	50.6 ± 4.3	65.3 ± 9.2	54.4 ± 5.2	53.2 ± 7.0
P value**	.082	.126	.137	.014	.154	
RL angle (degrees)*	10.4 ± 8.3	9.5 ± 6.7	−5.3 ± 5.0	23.3 ± 7.6	4.8 ± 3.5	−5.2 ± 4.7
P value**	.008	.008	.959	.005	.919	

A-D : MR series with the wrists in over-head position, as follows, A : neutral sagittal plane parallel to the third metacarpal bone, B : oblique-sagittal plane parallel to the fourth metacarpal bone, C and D : sagittal planes with the wrists in 15° radial and ulnar deviation, respectively.
E : MR neutral sagittal plane parallel to the third metacarpal bone with the wrists in beside-trunk position.
CL, SL, RL angles : capitolunate, scapholunate, radiolunate angles
* Angles given as means ± standard deviation, ** P value was determined with the Wilcoxon signed rank test.

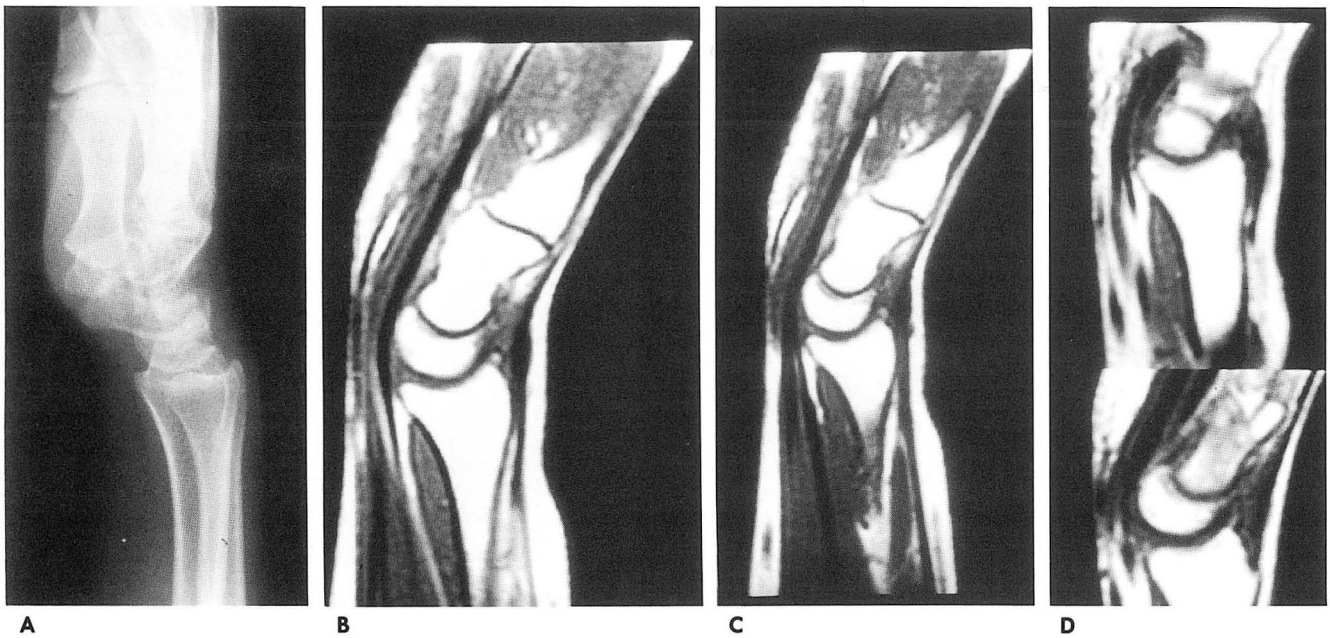

Fig. 4. The lateral radiograph (**A**) in a 36-year-old asymptomatic woman shows a slightly palmarly tilted lunate with normal ranges of the measurement angles. On T1-weighted sagittal MR images in neutral prone position, which are obtained parallel to the long axes of the third (**B**) and the fourth (**C**) metacarpals, the lunate appears slightly dorsally tilted, but the carpal angles are within normal limit. On MR image obtained in 15°ulnarly deviated wrist (**D**), dorsal tilting of the lunate becomes more apparent and a DISI configuration is diagnosed on the angle measurement. MR images obtained in a radially deviated wrist (**E**) and in supine neutral position (**F**) demonstrate angles similar to those seen on the lateral radiograph.

단순촬영상 적용되는 수근골간 각도들의 정상 값의 범위를 자기공명영상에서도 똑같이 적용할 수는 없으리라고 본다. 이에 반해 손목을 외측으로 굴곡 시킨 경우와 앙와위, 중립위의 경우에 그 측정각도는 단순촬영시의 결과들과 근사한 값을 보였다.

이러한 결과에 대한 이유는 확실치 않다. 가능한 기전으로는 자세가 달라짐으로써 손목에 가해지는 부하력도 달라질 것이라는 점이다. 복와위 상태에서 팔목을 신전시키고 손목을 머리 위로 위치시킬 경우에는 일반사진을 촬영할 때와 같은 앉은 자세에서와는 다른 기계적 부하가 손목에 가해지게 된다. 즉, 유두골에 의해 월상골에 가해지는 압박력 때문에 월상골이 뒤쪽으로 꺽이면서 회전하게 된다는 것이다(12). 이렇게 후굴하게 되는 이유는 개인차는 있으나 대부분의 월상골의 배측부가 수장측에 비해 더 얇다는 데 기인하리라 본다(13, 14). 결과에 따르면 환자의 위치와 손목의 자세에 변화가 없다면 영상면의 축을 바꾸는 것에 따른 차이는 거의 없었다.

결론적으로 복와위, 손목을 머리 위로 한 자세에서 얻은 시상면 자기공명영상에서는 단순촬영 측면 사진이나 앙와위에서 손목을 몸체 옆에 놓고 얻은 자기공명영상에서보다 월상골이 보다 손등쪽으로 기울어지는 경향이 있었다. 이에 따라 수근골간각들의 수치가 보다 높게 측정되고 이는 손목을 내측으로 굴곡시키는 경우에 보다 심하며, 외측 굴곡 시는 완화됨을 알 수 있었다. 따라서 일반촬영 사진 없이 자기공명영상만으로 CL, SL, RL각들을 측정하여 손목 불안정성의 진단에 곧바로 적용하는 것은 피해야 하리라고 본다. 이러한 각도 측정의 적용을 위해 자기공명 영상에서 추가로 외측굴곡 하의 영상을 얻어야 할 지에 대한 판단을 위해서는 정상과 비정상군을 모두 포함한 보다 많은 모집단을 대상으로 한 연구가 선행되어야 하리라고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Timins ME, Jahnke JP, Krah SF, Erickson SJ, Carrera GF. MR imaging of the major carpal stabilizing ligaments: normal anatomy and clinical examples. *RadioGraphics* 1995;15:575-587
2. Yin Y, Mann FA, Gilula LA. *Positions and techniques.* In Gilula LA, Yin Y. *Imaging of the wrist and hand.* Philadelphia, PA: Saunders, 1996:93-158
3. Zanetti M, Hodler J, Gilula LA. Assessment of dorsal or ventral intercalated segmental instability configurations of the wrist: Reliability of sagittal MR Images. *Radiology* 1998;206:339-345
4. Taleisnik J. Current concepts review: carpal instability. *J Bone Joint Surg[Am]* 1998;70:1262-1268
5. Gilula LA, Weeks PM. Post-traumatic ligamentous instabilities of the wrists. *Radiol* 1978;129:641-651
6. Schernberg FI. *Radiography for wrist instabilities.* In Gilula LA, Yin Y. *Imaging of the wrist and hand.* Philadelphia, Pa: Saunders, 1996:169-188
7. Truong NP, Mann FA, Gilula LA, Kang SW. Wrist instability series: increased yield with clinical-radiologic screening criteria. *Radiology* 1994;192:481-484
8. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout IW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist: diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg[Am]* 1972;54:1612-1632
9. Schweitzer ME, Brahme SK, Hodler J, et al. Chronic wrist pain: spin-echo and short tau inversion-recovery MR imaging and conventional and MR arthrography. *Radiology* 1992;182:205-211
10. Totterman SM, Miller R, Wasserman B, Blebea JS, Rubens DJ. Intrinsic and extrinsic carpal ligaments: evaluation by three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR* 1992;160:117-123
11. Zanetti M, Br m J, Hodler J. Triangular fibrocartilage and intercarpal ligaments of the wrist: does MR arthrography improve standard MRI? *J Magn Reson Imaging* 1997;7:590-594
12. Lichtman D, Martin RA. *Introduction to carpal instabilities.* In Lichtman DM. *The wrist and its disorders.* Philadelphia, Pa: Saunders, 1988:244-250
13. Kauer J. Functional anatomy of the wrist. *Clin Orthop* 1980;149:9-20
14. Watson KH, Yasuda M, Guidera PM. Lateral lunate morphology: an x-ray study. *J Hand Surg[Am]* 1996;21:759-763

J Korean Radiol Soc 1998;39:1215-1220

Verification of the Reliability of Sagittal MR Images in Assessment of Segmental Instability of the Wrist[1]

Young-uk Lee, M.D., Eun Kyung Youn, M.D., Shin-Ho Kook, M.D.

[1]*Department of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, College of Medicine, Sungkyunkwan University*

Purpose: To determine the reliability of carpal angle measurement using sagittal wrist MR images for the diagnosis of dorsal intercalated segmental instability (DISI) or ventral intercalated segmental instability(VISI).

Materials and Methods: In ten asymptomatic adult volunteers, capitolunate, scapholunate, and radiolunate angles were measured on lateral radiographs and five different series of sagittal MR images, and compared and statistically analysed. The four MR series, obtained in a prone position, with the wrists over the head, were as follows: A, sagittal images parallel to the third metacarpal bone axis, in a neutral position; B, oblique sagittal images parallel to the fourth metacarpal axis, in a neutral position; C and D, sagittal images parallel to the third metacarpal bone axis, with the wrist at 15° radially and ulnarly deviated positions, respectively. The fifth true sagittal MR image (E) was obtained in a supine position with the wrists located beside the trunk, in a neutral position.

Results: In the MR series performed in the prone position, the capitolunate and radiolunate angles measured in the series A, B, and D were significantly larger than those seen on lateral radiographs. The scapholunate angle showed a statistically significant difference ($p=.014$) in series D, where one case showed DISI configuration at a scapholunate angle of 81°. In other series, the angles were not significantly different from those seen on lateral radiographs.

Conclusion: The lunate appears more dorsally tilted on sagittal MR images obtained in the prone position with the wrists above the head than on lateral radiographs, and a DISI configuration can be mimicked. If diagnosing wrist segmental instability by interpreting sagittal MR images without lateral radiographs, there is potential risk of misdiagnosis. It is believed that wrist positioning is crucial for the correct measurement of angles.

Index words: Wrist, MR
Wrist, radiography
Wrist, abnormalities

Address reprint requests to: Young-Uk Lee, M.D., Dept. of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, College of Medicine, Sungkyunkwan University, # 108 Pyeong-dong, Chongro-gu, Seoul 110-102, Korea.
Tel. 82-2-739-3211(771) Fax. 82-2-738-1369