대한방사선의학회지 2001;44:609 - 615

경추의 만곡변화가 추간판돌출정도와 척추관협착증에 미치는 영향: 기능적 자기공명영상소견[1]

이 영 준·은 충 기

목적: 경추의 자기공명(MR)검사를 중립위치, 굴전, 그리고 신전상태에서 각각 시행하여 만곡정도에 따라 추간판돌출과 척추관협착의 정도에 변화가 있는지를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 경추의 추간판질환이나 척추관협착증을 의심하여 경추 MR영상을 촬영한 환자중 신전과 굴전의 기능적 MR검사를 추가적으로 시행한 25예를 대상으로 하였다. 신전과 굴전의 각도는 환자가 최대한 굽힐 수 있는 각도로 하였다. 환자의 평균나이는 41세였고 남자가 17명, 여자가 8명이었다. 1.5T MR기기를 이용하여 경추의 중립, 굴전, 그리고 신전의 상태에서 각각 시상면 T2 강조영상(3000/120)을 촬영하였다. 시상면에서 경추의 만곡각도, 추간판의 돌출두께, 척추관의 전후직경, 그리고 추간판과 척수사이의 거리를 각 추간판 부위별로 측정하였다. 추간판의 돌출정도는 4등급(0, normal; 1, mild; 2, moderate; 3, marked)으로 나누어 관찰하였고, 중립에 비하여 굴전과 신전시의 변화를 5점(- 2, 뚜렷한 감소; - 1, 미약한 감소; 0, 변화없음; 1, 미약한 증가; 2, 뚜렷한 증가)으로 나누어 관찰하였다. 또한 중립, 굴전, 신전때의 추간판돌출정도를 직접 측정하고 서로 비교하였다.

결과: 경추의 만곡각도는 중립상태에서 160.5±5.9 °(전만각도), 굴전에서 185.4±8.5 °(후만각도), 신전에서 143.7±6.7 °(전만각도)이었다. 육안적으로 관찰한 추간판돌출정도는 중립에서 0.55등급, 굴전에서 0.16등급, 신전에서 0.7등급이었고, 중립과의 차이를 비교할 때는 굴전시 - 0.39점, 신전시는 0.31점 이었다. 추간판의 돌출정도는 굴전시 24.2%가 감소되었고, 신전시에는 30.3% 증가되었다. 척추강의 전후 직경은 굴전시 4.5% 증가되었고 신전시 3.6%가 감소되었으며, 추간판과 척수사이의 거리는 굴전과 신전시에 각각 6.6%와 19.1%가 감소되었다.

결론: 경추 MR영상에서 추간판돌출과 척추관협착의 정도는 경추의 정상적인 중립상태에 비하여 굴전시에 감소되고, 신전시에는 더욱 증가되어 보이므로, 추간판돌출이나 척추관협착증을 비교할 때나 추적관찰할 경우에는 경추의 만곡정도를 고려해야 한다.

경추의 퇴행성 관절증에서 경추의 전만각도(lordotic angle)는 환자의 증상이나 추간판질환에 따라 다양하게 나타나는데 경추의 굴곡변화에 따라 척추관협착(spinal stenosis)이나 추간판 돌출정도가 다르게 관찰될 수 있다. 경추의 위치변화에 따른 추간판의 변화를 관찰하기 위해서는 고식적인 중립(neutral)촬영 외에 굴전(flexion)이나 신전(extension) 같은 스트레스를 가한 상태에서 촬영하는 기능적(functional) 혹은 운동학적(kinematic) 검사가 필요하다. 척추의 기능적 자기공명(MR)검사는 기존의 정적인 검사에 비하여 척추관협착이나 척수신경압박등의 이상을 평가하거나 기능적인 신경압박을 조기에 진단하는데 도움이 된다고 알려져 있다 (1 - 3).

[1]인제대학교 의과대학 부산백병원 진단방사선과학교실
본 논문은 1998년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.
이 논문은 2000년 9월 19일 접수하여 2001년 5월 8일에 채택되었음.

저자들은 퇴행성 척추증에서 경추의 전만각도가 다양하게 관찰되고 이로 인하여 추간판 후방섬유륜(annulus fibrosus)의 돌출정도가 변화할 수 있다는데 착안하여, 경추의 굴전과 신전 촬영을 포함한 기능적 MR검사를 시행하고 굴전과 신전에 따른 추간판 섬유륜의 돌출정도나 척추관협착의 변화를 관찰하였다. 경추의 만곡변화가 추간판 팽륜의 정도를 얼마만큼 변화시키는지 알아보고, 퇴행성 척추증의 MR영상에서 추간판돌출이나 척추관협착 정도를 비교하는데 경추의 만곡변화를 고려해야 할 필요성이 있는지를 알고자 하였다.

대상과 방법

경추의 추간판질환을 의심하여 경추 MR촬영을 시행한 환자 중 퇴행성 척추증을 보이면서 추간판탈출증의 소견이 없는 25

예를 대상으로 하였다. 환자의 평균나이는 41세(19세 - 52세)였고 남자가 17명, 여자는 8명이었다. 과도한 경부운동으로 퇴행성변화가 조기에 진행된 1예(19세)를 제외하고는 나머지 24예가 30세이상이었다. MR촬영은 1.5T Gyroscan ACS - NT(Philips Medical Systems, Eindhoven, Netherlands)에서 표면코일(surface coil)을 이용하였고 경추의 중립, 굴전, 그리고 신전의 상태에서 각각 시상면 T2 강조영상(TSE, TR/TE=3000/120)을 촬영하였다. 중립촬영은 환자가 가장 편하게 누워 있는 상태에서 시행하였고 굴전과 신전촬영은 환자가 최대한 굽힐 수 있는 각도에서 하였다. 촬영은 별도의 경추 고정장치를 이용하지 않고 수건이나 얇은 담요를 경추 뒷부분에다 괴어 사용하였다. 촬영조건은 중립에서 FOV = 250 mm, thickness = 4 mm, matrix = 226/256, ETL = 11, NSA = 4, 촬영시간 = 4분 12초 이었다. 굴전과 신전촬영은 환자의 통증을 줄이기 위하여 matrix = 204/256, NSA = 2, 촬영시간 = 1분 54초로 촬영시간을 단축하였으며 그 외는 중립과 동일하게 하였다. 저자들은 고정장치를 사용하지 않았기 때문에 전주사(prescan)없이 촬영이 가능하게 하기 위하여 MR촬영시 영상범위(FOV)를 굴곡과 신전의 위치까지 척추가 포함되는 정도로 하였다.

관찰항목으로 시상면에서 경추의 만곡각도, 추간판의 돌출두께, 척추관의 전후직경, 그리고 추간판과 척수사이의 거리를 각 추간판 부위별로 측정하였다. 추간판돌출정도의 측정은 정성적 및 정량적인 방법으로 하였다. 정성적 분석으로 추간판 섬유륜의 팽륜정도를 중립, 굴전, 그리고 신전영상에서 4등급(0: 정상, 1: 미약한 돌출, 2: 중등도 돌출, 3: 뚜렷한 돌출)으로 나누어 각각 독립적으로 관찰하였고, 또한 중립과 비교하여 굴전과 신전영상에서 추간판팽륜이 상대적으로 변화되는 정도를 5점(- 2: 뚜렷한 감소, - 1: 미약한 감소, 0: 변화없음, 1: 미약한 증가, 2: 뚜렷한 증가)으로 나누어 관찰하였다. 추간판돌출의 정성적 분석은 다음과 같은 기준으로 하였다. 미약한 돌출은 정상부위에 비하여 추간판후면이 미약하게 돌출되고 경막이 약간 눌러져 있으나 척추관은 거의 정상적으로 유지된 정도, 중등도 돌출은 추간판돌출과 경막압박이 명확하게 관찰되나 평활한 면을 보일 때, 뚜렷한 돌출은 추간판후면이 뚜렷히 돌출되고 경막이 심하게 눌러져 척수 앞쪽의 뇌척수액강이 거의 소실된 정도로 하였다 (4, 5). 추간판돌출의 정량적 분석으로는 추간판의 돌출두께를 해당추간판 상하의 척추체 후면이 종판(endplate)과 만나는 부위를 서로 연결한 선과 추간판 섬유륜후면과의 거리를 측정하여 구하였다 (6). 척추관의 전후직경으로는 추간판에 평행한 선상에서 추간판섬유륜후면과 배측경막면 사이의 거리를 측정하였고 추간판과 척수사이의 거리로는 추간판섬유륜의 후면에서 척수의 복측면까지의 거리를 측정하였다. 각 항목의 측정은 정확도를 높이기 위하여 웍스테이션(workstation)에서 MR영상을 4배 확대하여 측정하였으며 측정부위의 경계면이나 윤곽이 불분명할 경우 연상의 대조도와 밝기를 적절히 조절한 상태에서 측정하였다 (Fig. 1). 각 항목은 2번 측정하여 평균값을 얻었으며 측정된 자료의 분석에는 paired t - test를 이용하였고 p값이 0.05미만일 경우를 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

측정된 경추의 만곡각도는 중립상태에서 160.5±5.9。(전만각도), 굴전에서 185.4±8.5。(후만각도), 신전에서 143.7±6.7。(전만각도)였고, 중립상태를 기준으로 할 때 평균적으로 굴전은 24.9。, 신전은 16.8。시행되었다. 전체 25예의 경추간판 150부위중에서 정상 추간판이 96부위(64%), 추간판의 미약한 팽륜은 32부위(21.3%), 중등도 팽륜은 15부위(10%), 그리고 뚜렷한 팽륜은 7부위(4.7%)에서 관찰되었는데 C5 - 6 와 C6 - 7부위에서 가장 많은 추간판팽륜(38부위, 25.3%)이 관찰되었다 (Table 1).

육안으로 관찰한 추간판돌출정도는 평균적으로 중립에서 0.55등급, 굴전에서 0.16등급, 신전에서 0.7등급이었다. 중립상태에서는 C6 - 7부위가 1.40등급으로 가장 높았으나 굴전시에는 0.44등급으로 감소되었고 신전시에는 1.48등급으로 증가되었다. 추간판돌출정도가 육안적으로 가장 크게 감소된 부위는

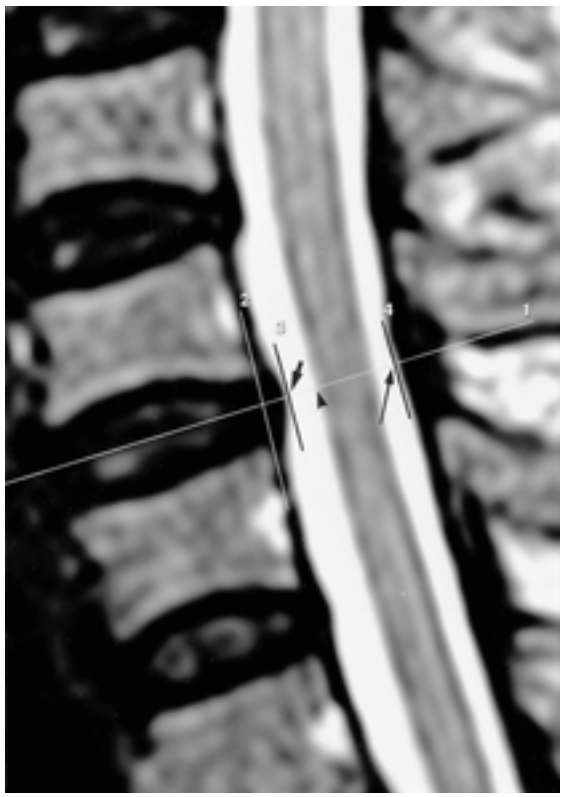


Fig. 1. Methods of the measurements of the bulging thickness(line 2 to short arrow), AP diameter of spinal canal(short arrow to long arrow), and distance between the margins of disk and spinal cord(short arrow to arrowhead) at each level of the disk on the screen of the workstation. The image was magnified four times. Line 1, a line parallel to adjacent endplates; Line 2, a line connecting the edges of the adjacent apophyseal rings; Line 3, a tangential line to the most posterior annular margin; Line 4, posterior epidural margin.

굴전시 C5 - 6(0.88등급감소)과 C6 - 7(0.96등급감소)이었고, 가장 크게 증가된 부위는 신전시 C4 - 5(0.28등급증가)부위였다 (Table 2) (Fig. 2, 3). 중립상태를 기준으로 굴전과 신전시에 추간판돌출이 변화되는 정도는 굴전시 평균 - 0.39점, 신전시는 평균 0.31점이었다. 중립상태와 굴전과의 비교에서 추간판돌출정도가 상대적으로 가장 크게 감소한 부위는 C5 - 6(- 0.96점)과 C6 - 7(- 0.96점)이었고, 중립과 신전과의 비교에서 가장 뚜렷하게 증가된 부위는 C5 - 6(0.68점)이었다 (Table 3).

웍스테이션에서 측정한 중립시의 추간판돌출두께는 육안적으로 관찰한 결과 (Table 2)와 같이 C5 - 6에서 1.03±0.52 mm, C6 - 7에서 1.22±0.48 mm로 가장 두껍게 측정되었다. 측정된 추간판돌출두께는 중립과 비교할 때 굴전시에 감소되고 신전시에는 증가되는 경향이었는데, 특히 유의하게 차이나

Table 1. Distribution of Cervical Bulging Disks (n = 150)

Disks	Normal	Mild	Moderate	Marked
C2 - 3	25	0	0	0
C3 - 4	21	3	0	1
C4 - 5	15	9	1	0
C5 - 6	6	12	5	2
C6 - 7	6	7	8	4
C7 - T1	23	1	1	0
Total (100%)	96 (64%)	32 (21.3%)	15 (10%)	7 (4.7%)

Table 2. Average Grades of Disk Bulging on Independent Visual Inspection

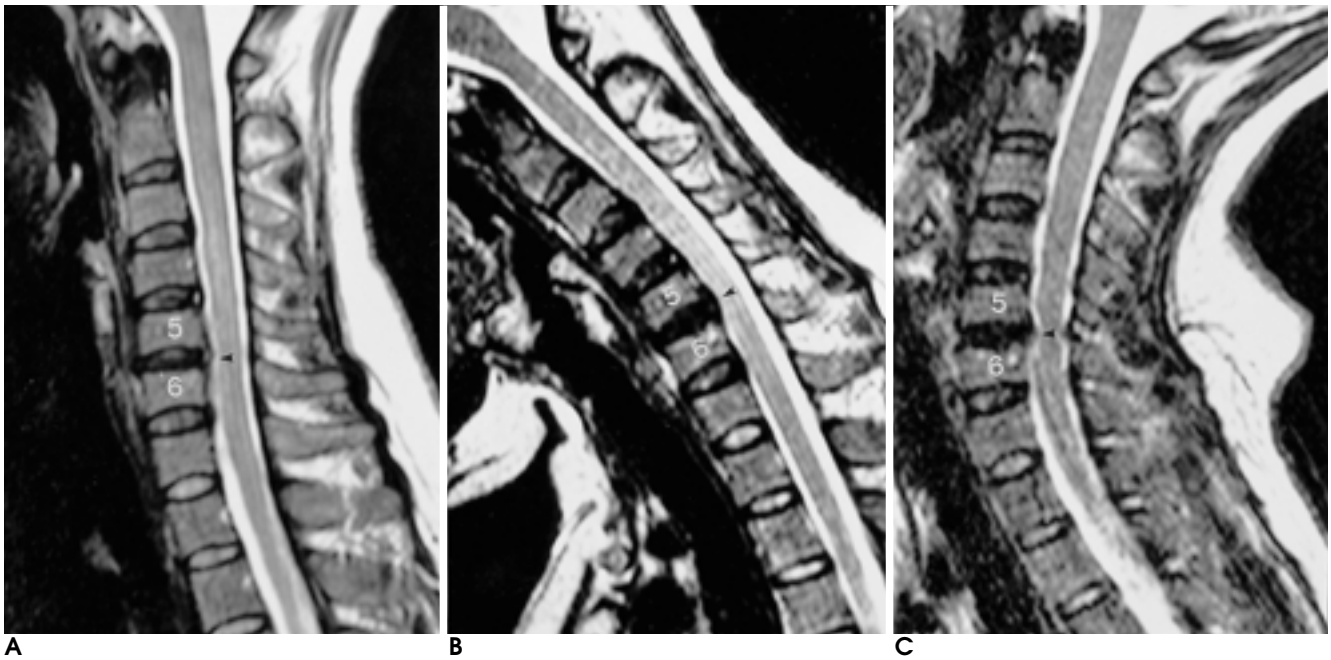
Disks	Neutral	Flexion	Extension
C2 - 3	0	0	0.12
C3 - 4	0.24	0.12	0.44
C4 - 5	0.44	0.20	0.72
C5 - 6	1.12	0.24	1.32
C6 - 7	1.40	0.44	1.48
C7 - T1	0.12	0	0.12
Average	0.55	0.16	0.70

Note. 4 grades (0, normal; 1, mild; 2, moderate; 3, marked)

Table 3. Average Scores of Alterations of Posterior Disk Margin Comparing Neutral Position with Flexion and Extension

Disks	Neutral vs Flexion	Neutral vs Extension
C2 - 3	0	0.12
C3 - 4	- 0.12	0.32
C4 - 5	- 0.20	0.36
C5 - 6	- 0.96	0.68
C6 - 7	- 0.96	0.36
C7 - T1	- 0.12	0
Average	- 0.39	0.31

Note. 5 scores (- 2, prominent decrease of bulging; - 1, mild decrease; 0, no change; 1, mild increase; 2, prominent increase)



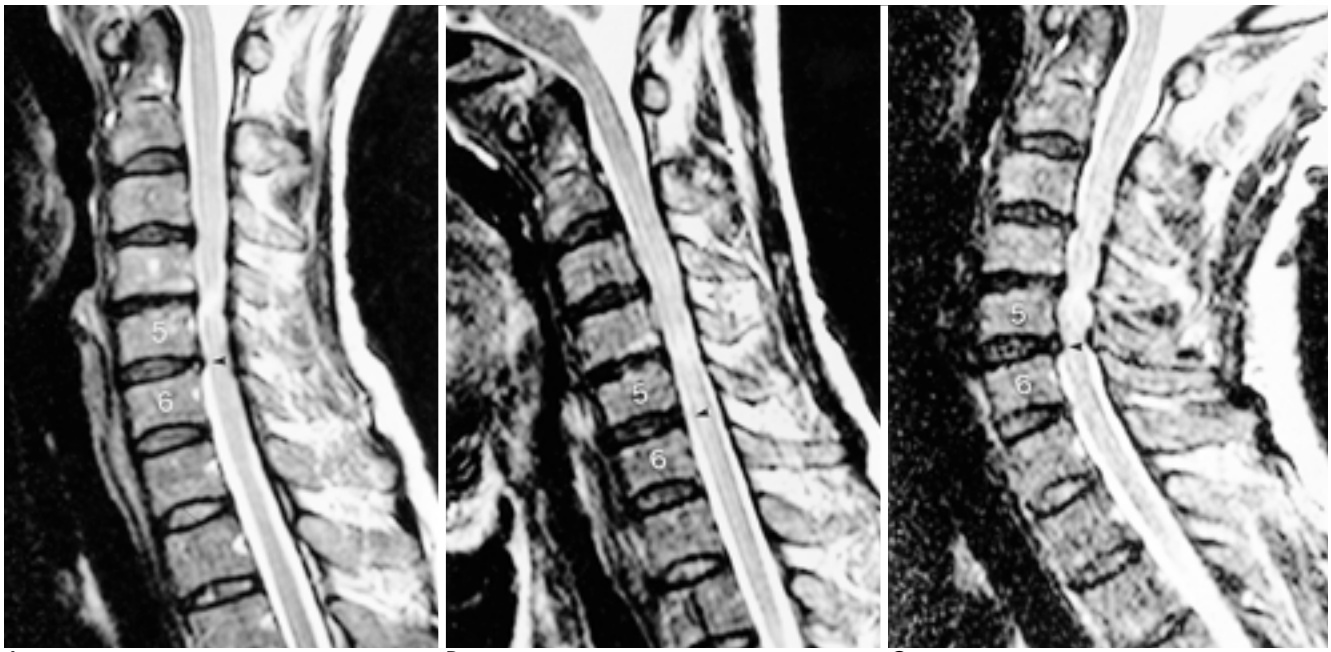
A B C

Fig. 2. Positional dependence of C5-6 disk bulging in a 40-year-old women with moderate degenerative disease(arrowhead). Bulging thickness of the disk is 18mm in neutral position, 16mm in flexion, 23mm in extension.

A. Sagittal T2 weighted turbo spin-echo conventional MR image obtained at relaxed neutral position shows moderate bulging of the disk(grade 2).

B. On T2 weighted image of flexed cervical spine, bulging thickness of the disk is decreased and diameter of spinal canal is increased(grade 1, score -1).

C. On T2 weighted image of extended cervical spine, bulging thickness of the disk is increased and diameter of spinal canal is decreased(grade 3, score 1).



A B C

Fig. 3. Alteration of disk bulging and spinal stenosis during positional changes in a 41-year-old women with bulging of C3-4, C4-5, and C5-6 disks and focal myelopathy. Bulging thickness of the disk is 19mm in neutral position, 3mm in flexion, 23mm in extension.

A. In sagittal T2 weighted image of neutral position, the C5-6 disk show moderate bulging with spinal stenosis(arrowhead)(grade 2). Focal intramedullary high signal intensity is noted at the level of C4-5 disk.

B. In flexion of the cervical spine, the disk bulging and spinal stenosis at the level of C5-6 disk are prominently decreased(arrowhead)(grade 0, score -2).

C. In extension of cervical spine, both disk bulging and spinal stenosis are accentuated(arrowhead)(grade 3, score 2).

Table 4. Measurements of Bulging Thickness of Disk

Disks	Neutral	Flexion	Extension
C2-3	0.12±0.15	0.14±0.18	0.21±0.27
C3-4	0.46±0.43	0.36±0.33	0.79±0.39*
C4-5	0.74±0.31	0.54±0.34*	0.83±0.43
C5-6	1.03±0.52	0.62±0.39*	1.21±0.52
C6-7	1.22±0.48	0.76±0.38*	1.16±0.42
C7-T1	0.48±0.30	0.31±0.21*	0.53±0.34

Note. average±standard deviation(mm)
* ($p<0.05$)

Table 5. Measurements of AP Diameter of Spinal Canal

Disks	Neutral	Flexion	Extension
C2 - 3	10.99±1.40	10.86±1.48	10.86±1.36
C3 - 4	10.05±1.48	10.06±1.47	9.44±1.51*
C4 - 5	9.56±1.41	10.12±1.22*	9.17±1.35*
C5 - 6	9.22±1.10	10.23±0.95*	8.52±1.33*
C6 - 7	9.26±0.62	10.12±0.92*	9.25±0.90
C7 - T1	10.82±1.09	11.06±1.14	10.56±1.04

Note. average±standard deviation(mm)
* ($p<0.05$)

는 부위는 굴전에서 C4 - 5, C5 - 6, C6 - 7 그리고 C7 - T1이었고, 신전에서는 C3 - 4이었다 ($p<0.05$). 평균적으로 추간판돌출두께는 굴전에서 24.2% 감소하였고 신전에서는 30.3% 증가하였다 (Table 4).

각 추간판부위에서 측정한 척추관의 전후직경은 중립시 C5 - 6 (9.22±1.10 mm)에서 가장 작았으나 중립에 비하여 굴전시 C4 - 5, C5 - 6, 그리고 C6 - 7에서 유의하게 증가하였고, 신전시에는 C3 - 4, C4 - 5, 그리고 C5 - 6에서 유의하게 감소되었다($p<0.05$)(Table 5). 또한 척추관의 직경은 굴전시 16/25예(64%)에서 증가하였고 1/25예(4%)에서는 감소되었으며 신전시에는 13/25예(52%)에서 감소, 4/25예(16%)에서는 증가하였다. 척추관의 직경은 굴전시 평균 4.5% 증가되었고, 신전시 평균 3.6% 감소되었다. 추간판과 척수사이의 거리는 C5 - 6에서 1.49±0.58 mm로 가장 작았고 굴전시 C6 - 7과 C7 - T1에서 유의하게 감소된 반면 C2 - 3에서는 오히려 증가되었으며 신전시에는 C4 - 5, C5 - 6, 그리고 C7 - T1에서 유의하게 감소되었다 ($p<0.05$) (Table 6). 추간판과 척수사이의 거리는 굴전시 평균 6.6% 감소하였고 신전시에도 19.1% 감소하였다.

고 찰

복잡하고 다양한 운동을 하는 척추의 정확한 생체역학적(biomechanical) 기전은 아직까지 잘 알려져 있지 않다. 이런 척추의 운동학적 및 기능성 병변의 관찰에는 기능적 검사가 도

Table 6. Measurements of Distance from Posterior Margin of Disk to Anterior Margin of Spinal Cord

Disks	Neutral	Flexion	Extension
C2 - 3	2.21±0.93	2.54±1.17*	1.89±0.92
C3 - 4	1.71±0.79	1.82±1.04	1.39±0.73
C4 - 5	1.57±0.53	1.48±0.61	1.22±0.36*
C5 - 6	1.49±0.58	1.33±0.32	1.07±0.46*
C6 - 7	1.71±0.43	1.43±0.47*	1.44±0.56
C7 - T1	3.08±0.76	2.22±0.94*	2.61±0.96*

Note. average±standard deviation(mm)
* ($p < 0.05$)

움이 된다 (7). 척추의 기능적 검사란 여러 종류의 척추운동을 시행하면서 각 단계별로 관찰되는 변화들을 종합하여 기능적인 평가를 내리는 것으로서 정적인 검사에서 관찰하기 어려운 추간판, 척추간공, 척추관, 그리고 척수신경등 해부학적인 구조물들이 운동에 따라 변화되는 양상과 척추의 불안정성등을 관찰할 수 있다 (1, 8).

척추의 불안정성 아탈구(subluxation)가 의심되거나 증상이 있는 환자에서 정적인 X - 선촬영이나 MR검사상 정상소견을 보이는 경우에 기능적인 검사를 시행함으로써 추가적인 정보를 얻을 수 있다 (1, 2, 9, 10). 그 동안 척추의 불안정성이나 신경증상을 진단하기 위하여 각 운동범위 별로 척추분절의 움직임을 분석한 연구들이 다수 있었지만 그 결과는 일정하지 않아서 정상 측정결과와의 비교분석이 필요하다 (11).

척추의 기능적 검사로는 단순X - 선촬영, 고식적 단층촬영, 영화방사선촬영술(cineradiography), CT, 그리고 최근에는 MR검사가 많이 이용되고 있다. X - 선촬영은 다양한 종류의 척추운동을 쉽게 촬영할 수 있지만 방사선 노출이 많으며 촬영결과의 정량적 측정과 측정결과의 객관적인 해석이 어렵다 (8, 9, 11). 기능적 CT로는 척추의 축상회전 범위를 측정할 수 있는 반면 MR검사는 추간판이나 척추관, 척수신경을 포함한 연부조직의 병변들을 잘 관찰할 수 있고 각 촬영별로 비교관찰이나 정량적 측정이 가능하다 (12 - 14). 척추의 기능적 MR검사는 경추의 류마티스양 관절염에서 환추 - 축추관절의 아탈구나 불안정성, 척추관협착이나 신경압박의 소견을 관찰하고 불안정성 척추의 수술계획을 세우는데 유용하다고 하며 경추의 굴전시에는 복측경막외강(ventral epidural space)이 좁아지고 척수압박과 척추관협착이 증가되는 것으로 알려져 있다 (3, 15). 최근에는 개방형(open) MR기기의 발달로 경추뿐만 아니라 요추 및 기타 사지관절에서도 운동범위의 제한없이 기능적인 MR촬영이 가능하게 되었다 (16).

기능적 MR검사에서 정확한 검사결과를 얻기 위해서는 촬영부위를 일정하게 고정시켜 주는 장치가 필요하다. 그러나 각 검사목적에 따라 다양한 고정장치가 요구되기 때문에 아직까지 상업적으로 판매되는 고정장치보다는 촬영기관에서 직접 고안한 장치를 사용하는 경향이 많다 (17). 본 연구에서는 고정장치를 사용하지 않았지만 추후 연구에서 이런 고정장치를 이용한다면 척추의 굴전과 신전 각도별로 운동범위를 일정하게 유지할 수 있어서 기능적인 비교를 쉽게 할 수 있고 정확한 정보를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

Muhle 등(2)은 기능적 MR영상을 이용하여 경추의 축성회전, 굴전, 그리고 신전의 운동에 따른 신경근병증(radiculopathy)의 상관관계를 연구한 결과 경추의 운동에 따른 추간판탈출의 크기변화는 거의 없었고 척추간공과 신경근의 위치변화가 증상과 관련이 있다고 보고하였으나 저자들의 연구에서는 경추의 운동에 따른 추간판돌출두께의 변화가 관찰되었다. 이는 저자의 연구에서 추간판탈출증 대신 추간판팽륜증을 대상으로 하였고 Muhle 등(2)의 연구와 같이 추간판탈출을 대상으로 한 경우 경추의 운동에 따른 수핵탈출 크기의 변화보다 신경근과의 위치변화가 더욱 강조되어 관찰되었기 때문인 것으로 추정된다. Zamani 등(16)은 요추의 기능적 MR영상에서 신전시 27%의 추간판에서 돌출정도가 증가되고, 척추관과 척추간공은 각각 50%와 27%에서 감소된다고 보고하였다. Weishaupt 등(18)은 요추의 굴전시 추간판돌출이 감소되고 신경근 변화나 자세변화에 따른 척추간공 크기 변화를 관찰하는데 기능적 검사가 유용하다고 하였다. 저자들의 연구에서는 경추의 추간판돌출두께가 굴전시 24.2% 감소, 신전시 30.3% 증가되었으며 척추관의 직경은 굴전시 4.5% 증가, 신전시 3.6% 감소되어 Zamani 등(16)과 Weishaupt 등(18)의 연구결과와 유사하였다.

이 연구의 결과에서 신전시에 추간판돌출정도가 육안적으로 가장 크게 증가된 부위는 C4 - 5이었는데 반하여 (Table 2) 중립과 신전시를 비교할 때에 C5 - 6에서 가장 큰 변화를 보였으며 (Table 3), 웍스테이션에서 측정한 추간판돌출두께는 신전시에 C3 - 4에서 유의성있는 차이를 보였다 (Table 4). 이처럼 분석방법에 따라 가장 뚜렷한 추간판돌출을 보인 부위가 서로 다른 이유는 첫째, 추간판돌출의 평가를 중립과 신전을 독립적으로 한 것인지, 상대적인 차이를 비교한 것인지에 따른 차이가 있을 수 있고 추간판돌출의 등급단계와 점수단계의 변화가 동일하지 않은데서 기인했다고 볼 수 있다. 둘째, 웍스테이션에서 측정한 추간판돌출 두께를 수치로서 평균값을 구하여 비교하였기 때문에 중립시에 돌출두께에 대한 상대적인 변화가 유의성있는 차이를 보인 것으로 생각된다. 즉 C3 - 4에서 중립시 추간판돌출두께는 평균 0.45 mm로서 돌출두께가 작기 때문에 신전시의 변화가 상대적으로 크게 통계에 반영된 결과로 생각된다 (Table 4).

Muhle 등(1)은 퇴행성질환에서 굴전과 신전시 척추관협착이 각각 22%(5/23예)와 65%(15/23예)에서 더욱 두드러 진다고 하였다. 저자들의 연구결과 척추관의 전후직경이 굴전시에 65%(16/25예)에서 증가, 4%(1/25예)에서 감소되었으며, 신전시에는 52%(13/25예)에서 감소, 16%(4/25예)에서 증가되어 Muhle 등(1)의 보고와는 차이가 있었다. 이런 이유는 저자들의 경우 굴전시에 추간판의 돌출두께가 감소되어 척추관의 직경이 증가되고, 신전시에는 추간판의 돌출이 증가되고 황색인대(ligamenta flava)가 척추관쪽으로 돌출되어 척추관 직경측정에 많은 영향을 주었기 때문인 것으로 생각된다.

Muhle 등 (1)은 정상인의 경추에서 기능적 MR검사를 시행하여 굴전(50。)시에 추간판과 척수사이의 거리가 50% 좁아지

고 신전(30。)시에는 10% 넓어진다고 보고하였다. 이와는 달리, 저자들의 연구에서는 추간판과 척수사이의 거리가 굴전시 평균 6.6% 감소, 신전시에도 19.1% 감소하였다. 이런 차이는 정상경추를 대상으로 한 Muhle 등(1)의 연구에서는 신전시 척수보다 척추체가 앞쪽으로 이동하여 추간판과 척수사이의 거리가 넓어지는 반면, 저자들의 연구에서는 퇴행성척추증을 대상으로 하였기 때문에 굴전과 신전을 시행한 각도가 작고 또한 신전시 추간판팽륜의 정도가 더욱 증가되고 척추강쪽으로 돌출되어 추간판과 척수사이의 거리가 좁아졌기 때문인 것으로 생각된다.

저자들의 연구에서는 촬영시간을 단축하기 위해 굴전과 신전촬영을 각각 한번씩 시행하였는데 여러 각도에서 단계별로 MR촬영을 시행한다면 좀 더 정확한 기능적 검사결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 또한 기능적 검사용으로 특별히 고안된 척추고정장치를 이용하면 더욱 정확한 검사가 될 수 있고 영화(cine)MR검사까지 가능할 것으로 예상된다. 결론적으로 경추에서 추간판돌출과 척추관협착의 정도는 경추의 중립상태에 비하여 굴전시 감소되고, 신전시에는 더욱 강조되어 관찰되므로 퇴행성변화나 환자의 증상으로 인하여 경추의 전만각도가 변하면 추간판돌출이나 척추관협착증의 소견이 다르게 관찰될 수 있다. 따라서 추간판돌출이나 척추관협착증을 비교하거나 추적관찰을 할 경우에는 경추의 만곡정도를 고려해야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Muhle C, Wiskirchen J, Brinkmann G, et al. Kinematic MRI in degenerative cervical spine changes. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 1995;163:148-154
2. Muhle C, Bischoff L, Weinert D, et al. Exacerbated pain in cervical radiculopathy at axial rotation, flexion, extension, and coupled motions of the cervical spine: evaluation by kinematic magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998;33:279-288
3. Dvorak J, Grob D, Baumgartner H, Gschwend N, Grauer W, Larsson S. Functional evaluation of the spinal cord by magnetic resonance imaging in patients with rheumatoid arthritis and instability of upper cervical spine. *Spine* 1989;14:1057-1064
4. Rothman SLG, Glen Jr WV. *Multiplanar CT of the spine*. Baltimore: University Park Press, 1985:86-112
5. Bozzao A, Gallucci M, Masciocchi C, Aprile I, Barile A, Passariello R. Lumbar disk herniation: MR imaging assessment of natural history in patients treated without surgery. *Radiology* 1992;185:135-141
6. Yu S, Haughton VM, Sether LA, Wagner M. Annulus fibrosus in bulging intervertebral disks. *Radiology* 1988;169:761-763
7. Smith TJ, Fernie GR. Functional biomechanics of the spine. *Spine* 1991;16:1197-1203
8. Dimnet J, Pasquet A, Krag MH, Panjabi MM. Cervical spine motion in the sagittal plane: kinematic and geometric parameters. *J Biomech* 1982;15:959-969
9. Dvorak J, Froehlich D, Penning L, Baumgartner H, Panjabi MM. Functional radiographic diagnosis of the cervical spine: flexion/extension. *Spine* 1988;13:748-755
10. Dvorak J, Panjabi MM. Grob D, Novotny JE, Antinnes JA. Clinical validation of functional flexion/extension radiographs of the cervical spine. *Spine* 1993;18:120-127
11. Dvorak J, Panjabi MM, Chang DG, Theiler R, Grob D. Functional radiographic diagnosis of the lumbar spine: flexion-extension and lateral bending. *Spine* 1991;16:562-571
12. Dvorak J, Hayek J, Zehnder R. CT-functional diagnostics of the rotatory instability of the upper cervical spine. Part 2. an evaluation on healthy adults and patients with suspected instability. *Spine* 1987;12:726-731
13. Dvorak J, Penning L, Hayek J, Panjabi MM, Grob D, Zehnder R. Functional diagnostics of the cervical spine using computer tomography. *Neuroradiology* 1988;30:132-37
14. Oostveen JC, Roozeboom AR, van de Laar MA, Heeres J, den Boer JA, Lindeboom SF. Functional turbo spine echo magnetic resonance imaging versus tomography for evaluating cervical spine involvement in rheumatoid arthritis. *Spine* 1998;23:1237-1244
15. Allmann KH, Uhl M, Uhrmeister P, Neumann K, von Kempis J, Langer M. Functional MR imaging of the cervical spine in patients with rheumatoid arthritis. *Acta Radiol* 1998;39:543-546
16. Zamani AA, Moriarty T, Hsu L, et al. Functional MRI of the lumbar spine in erect position in a superconducting open-configuration MR system: preliminary results. *J Magn Reson Imaging* 1998;8:1329-1333
17. Karhu JO, Parkkola RK, Komu ME, Komano MJ, Koskinen SK. Kinematic magnetic resonance imaging of the upper cervical spine using a novel positioning device. *Spine* 1999;24:2046-2056
18. Weishaupt D, Schmid MR, Zanetti M, et al. Positional MR imaging of the lumbar spine: Does it demonstrate nerve root compromise not visible at conventional MR imaging. *Radiology* 2000;215:247-253

대한방사선의학회지 2001;44:609 - 615

J Korean Radiol Soc 2001;44:609 - 615

The Influence of Changes in Cervical Lordosis on Bulging Disk and Spinal Stenosis: Functional MR Imaging[1]

Young Joon Lee, M.D., Choong Ki Eun, M.D.

[1]*Departement of Diagnostic Radiology, Pusan-Paik Hospital College of Medicine, Inje University*

Purpose: To assess the effect of lordotic curve change of the cervical spine on disk bulging and spinal stenosis by means of functional cervical MR imaging at the flexion and extension position.

Materials and Methods: Using a 1.5T imager, kinematic MR examinations of 25 patients with degenerative spondylosis (average age, 41 years) were performed at the neutral, flexed and extended position of the cervical spine. Sagittal T2-weighted turbo spin-echo images were obtained during each of the three phases. Lordotic angle, bulging thickness of the disk, AP diameter of the spinal canal, and distance between the disk and spinal cord were measured on the workstation at each disk level. After qualitative independent observation of disk bulging, one of four grades(0, normal; 1, mild; 2, moderate; 3, marked) was assigned at each phase, and after further comparative observation, one of five scores (- 2, prominent decrease; -1, mild decrease; 0, no change; 1, notable increase; 2 prominent increase) was also assigned. In addition, bulging thickness of the disk was measured and compared at the neutral, flexed, and extended positions.

Results: Average angles of the cervical spine were 160.5±5.9°(neutral position, lordotic angle); 185.4±8.5° (flexion, kyphotic angle); and 143.7±6.7°(extension, lordotic angle). Average grades of disk bulging were 0.55 at the neutral position, 0.16 at flexion, and 0.7 at extension. Comparative observation showed that average scores of disk bulging were - 0.39 at flexion and 0.31 at extension. The bulging thickness of the disk decreased by 24.2% at flexion and increased by 30.3% at extension, while the diameter of the spinal canal increased by 4.5% at flexion and decreased by 3.6% at extension. The distance from the posterior margin of the disk to the anterior margin of the spinal cord decreased at both flexion(6.6%) and extension(19.1%).

Conclusion: Functional MRI showed that compared with the neutral position, disk bulging and spinal stenosis are less prominent at flexion and accentuated at extension. The results demonstrate the need to consider the extent to which changes in the cervical lordotic curve affect the degree of disk bulging and spinal stenosis.

Index words : Spine, intervertebral disks
Spinal canal
Spine, MR
Magnetic Resonance (MR), functional imaging

Address reprint requests to : Young Joon Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Pusan-Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, 633-165 Gaegeum-dong, Pusanjin-gu, Pusan 614-735, Korea.
Tel. 82-51-890-6579 Fax. 82-51-896-1085 E-mail: youngjoonlee@hananet.net