

뒤시엔느형 근디스트로피에서 척추 기형의 양상

연세대학교 의과대학 재활의학교실, ¹정형외과학교실 및 근육병 재활연구소, ²인제대학교 의과대학 일산백병원 재활의학교실
강연승 · 문재호 · 강성웅 · 김학선¹ · 임길병² · 노준래 · 이상철

The Patterns of Spinal Deformity in Duchenne Muscular Dystrophy

Yeoun Seung Kang, M.D., Jae Ho Moon, M.D., Seong Woong Kang, M.D., Hak Sun Kim, M.D.¹, Kil Byung Lim, M.D.², Joon Lae Roh, M.D. and Sang Chul Lee, M.D.

Departments of Rehabilitation Medicine, ¹Orthopedic Medicine and Rehabilitation Institute of Muscular Disease, Yonsei University College of Medicine, ²Department of Rehabilitation Medicine, Il San Baik Hospital, Inje University College of Medicine

Objective: To investigate the relationships between scoliosis and kyphotic or lordotic posture in Duchenne muscular dystrophy (DMD) patients, this study explored the factors influencing the development of spinal deformity.

Method: Twenty five DMD patients with scoliosis were conducted to roentgenographic study to obtain Cobb's angle. In addition, rotation grade of the spine, as well as the degree of kyphotic and lordotic postures were obtained using the Moe pedicle method, kyphotic index and lumbosacral angle respectively. The data were assessed for the correlations among spinal deformities as well as the evaluation of functional state. After comprehensive rehabilitation programs for six months including scoliosis correction exercise, breathing exercise and thoracolumbosacral spinal orthosis, the effects of spinal deformity and pulmonary function were analyzed. An age-matched control group of 15 male patients

with scoliosis were analyzed and compared with the experimental group.

Results: In the experimental group, the scoliosis angles were negatively correlated with kyphotic index ($r=-0.80$, $p<0.01$). In the control group, no correlations of statistical significance were detected among different types of spinal deformity. In addition, the rotation grade was found to be positively correlated with the scoliosis angle in the experimental group ($r=0.89$, $p<0.01$). Furthermore, the larger the scoliosis angle, the patients functional state was found to be poorer ($r=0.56$, $p<0.01$).

Conclusion: In DMD patients, a strong correlation was found between the scoliosis and kyphotic posture. For the prevention of kyphotic posture, further study on the relevant therapeutic approach would be needed. (*J Korean Acad Rehab Med* 2002; 26: 133-139)

Key Words: Scoliosis, Duchenne muscular dystrophy, Kyphotic, Lordotic, Spinal deformity

서 론

뒤시엔느형 근디스트로피 환자는 보행능력을 상실하는 평균 나이인 9세경에 약 90% 이상에서 척추측만증과 같은 척추 기형이 발생한다.^{6,7,9,16} 이들 환자에서의 척추 기형은 그 자체로서 환자의 자세에 영향을 미칠 뿐만 아니라 여러 가지 합병증을 유발시키며 특발성 측만증과는 달리 척추 기형의 진행을 막거나 느리게 하기가 매우 어려워 대부분의 경우에서 C자형(c-shape type)의 심한 척추 변형 상태에 이르게 된다.^{6,8}

척추 변형이 매우 심한 경우에는 자세의 불균형으로 인하여 운동, 물리 및 작업치료를 포함한 여러 가지 재활치료

가 방해받을 뿐만 아니라 일상생활 활동이 어려워지며 폐활량도 감소되는 동시에 뒤시엔느형 근디스트로피 환자에게 가장 중요한 객담 분비물 배출과 호흡근력 강화 등의 호흡재활이 어려워져 결국 조기에 사망의 주원인인 호흡부전에 더욱 빨리 이르게 된다.^{11,17} 그러므로 뒤시엔느형 근디스트로피와 같은 신경근육계 질환 환자에서 척추 기형의 적절한 재활치료 프로그램 시행과 여러 합병증 예방을 위해서는 이에 대한 정확한 임상양상의 규명이 무엇보다도 중요한 요소라고 생각한다.

뒤시엔느형 근디스트로피에서 발생하는 척추 기형은 많은 다른 신경근육계 질환과 마찬가지로 대부분 약해진 척추 주위근에 의하여 발생하나 여러 가지 요인에 따라 기형 발생 양상이 다양하게 나타난다고 알려져 있다.^{3,23}

Robin과 Brief¹⁸는 뒤시엔느형 근디스트로피 환자에서 측만증뿐만 아니라 여러 척추 기형이 발생하는 과정을 관찰하였으며, Oda 등¹⁴은 척추 변형을 크게 세 가지 형태학적 변화로 분류하여 보고하였으나 변형의 정도, 종류 및 변형 발생에 영향을 미치는 요인 등 보다 정확한 척추 기형의 양상

접수일: 2001년 11월 21일, 게재승인일: 2002년 3월 27일

교신저자: 강연승, 서울시 강남구 도곡동 146-92

☎ 135-720, 연세대학교 의과대학 재활의학교실

Tel: 02-3497-3494, Fax: 02-3463-7585

E-mail: ys0403@yumc.yonsei.ac.kr

을 규명하기 위한 연구는 아직도 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구자들은 뒤시엔느형 근디스트로피 환자의 척추측만증과 후만, 전만 자세와의 연관성 및 환자의 기능적 수준을 조사하고 운동치료, 호흡치료를 포함한 재활치료의 효과도 평가하여 척추 기형의 임상양상과 이에 영향을 미치는 요인을 모색함으로써 객관적 평가방법을 통한 척추 기형 발생 기전의 이해에 도움을 주고자 한다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

대상은 영동세브란스병원 근육병클리닉에 등록되어 있는 환자 중 병력, 이학적 소견, 혈액 검사, 전기진단 검사, 근육 생검 혹은 DNA 분석 결과 뒤시엔느형 근디스트로피로 진단 받은 남자 중 측만증 각도 10도 이상의 척추측만증이 있는 25명과 근디스트로피군과 연령이 비슷한 특발성 측만증만 있는 남자 15명을 대조군으로 하여 연구를 시행하였다.

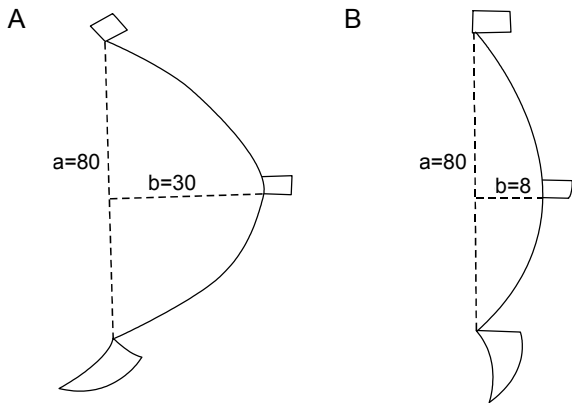


Fig. 1. Kyphotic index (K.I.)=a/b. (A) K.I.=a/b=80/30=2.7 (kyphotic). (B) K.I.=a/b=80/8=10 (erect).

2) 연구방법

(1) 방사선 검사를 통한 척추 변형의 측정

① **Cobb's angle 및 Rotation grade;** 척추 전장의 전후면 방사선 검사를 시행하여 Cobb's method로 Cobb's angle을 구하여 척추 측만의 정도를 알아보았으며 Moe pedicle method로 척추체의 회전등급(rotation grade)을 0등급(neutral grade)에서 4등급까지 나누어 분류하였다.

② **Kyphotic index 및 Lumbosacral angle;** 후만의 정도는 앉은 자세에서 가능한 한 상체를 세운 상태의 측면사진을 통하여 kyphotic index (K.I.)로 측정하였는데 이는 제 7번 경추체의 전하방 꼭지점에서 천골곶(sacral promontory)까지 선의 길이를 측정하고, 척추 후만 곡선의 꼭지점(apex of kyphotic curve)이 되는 척추체의 전하방 꼭지점에서 제 7번 경추체에서 천골곶까지 그은 선에 직각방향으로 선을 그어 그 길이를 구하여 두 선 길이값 간의 비율로 산출하였는데, 척추의 후만 정도가 심할수록 kyphotic index가 작아지고 직립 자세일수록 그 값이 커지게 된다(Fig. 1).

요추부 전만의 정도도 측면사진을 통하여 수평면에 평행

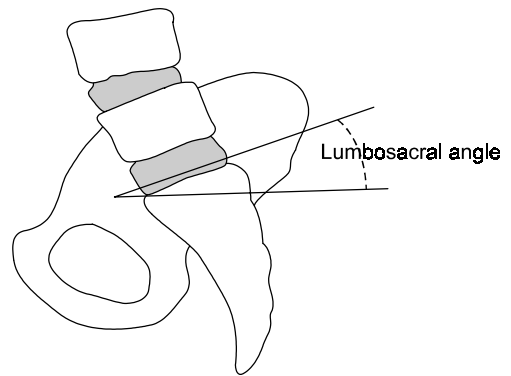


Fig. 2. Lumbosacral angle. Lumbosacral angle is the angle between a base line drawn parallel to horizontal and the hypotenuse line drawn parallel to sacral base.

Table 1. Functional Grade

1. Walk with waddling gait and marked lordosis. Elevation activities adequate.
2. Walk with waddling gait and marked lordosis. Elevation activities deficient.
3. Walk with waddling gait and marked lordosis. Cannot negotiate curbs or stairs but can achieve erect posture from standard height chair.
4. Walk with waddling gait and marked lordosis. Unable to rise from a standard height chair.
5. Wheelchair with independence. Good posture in the chair; can perform all activities of daily living from chair.
6. Wheelchair with dependence. Can roll chair but needs assistance in bed and wheelchair activities.
7. Wheelchair with dependence and back support. Can roll chair only a short distance; needs back support for good chair position.
8. Bed patient. Can do no activities of daily living without maximum assistance.

한 선과 천골기저(sacral base)에 평행한 선이 이루는 각인 lumbosacral angle로 측정하였다(Fig. 2).

(2) 폐기능 평가: Spirometer (Wright Respirometer; Ferraris, Northamptonshire, England)로 일호흡량(tidal volume)과 폐활량(vital capacity)을 측정하였는데 두 폐기능 검사의 측정값은 3회 이상 시행하여 얻은 값들 중 최대값을 선택하였다.

(3) 기능적 수준 평가: 각 환자들의 기능적 수준을 Swinyard 등²²⁾이 제안한 기능 척도에 의해 1등급부터 8등급까지 분류하여 평가하였다(Table 1).

(4) 포괄적 재활치료: 근디스트로피군과 대조군 모두 6개월 동안 포괄적 재활치료를 시행하였는데 운동치료로는 척추측만증 교정운동, 과신전운동, 과굴곡운동, 체간 강화운동, 자세교육을 시행하였고 호흡 운동치료로는 흉곽확장 호흡, 횡경막 호흡 및 IPPB (incentive positive pressure breathing)와 incentive spirometer를 시행하였다. 그 외에 근디스트로피군과 대조군 모두에게 환자들의 착용도(compliance)를 고려하여 중요천추 보조기를 착용시켰다.

(5) 자료분석: 모든 대상자들의 척추 측만, 척추체 회전, 후만 및 전만의 정도를 나타내는 측정값들 간의 상관관계

는 SPSS 통계 프로그램(version 10)을 이용하여 분석하였고 근디스트로피군과 대조군 모두 6개월간의 포괄적 재활치료 전후의 척추 변형과 폐기능의 변화를 paired t-test로 비교 분석하였다.

결 과

1) 실험군과 대조군의 일반적 특성

측만증을 발견한 평균 나이는 근디스트로피군에서 8.3세, 대조군에서 13.1세였고 신장, 몸무게, 폐활량, 일호흡량 모두 근디스트로피군에서 작게 측정되었다(Table 2).

2) 측만 각도와 척추체 회전

두 군에서 20도 이상의 측만증과 1등급 이상의 척추체 회

Table 2. General Characteristics

	DMD ¹⁾ (n=25)	Control (n=15)
Age (yrs)	13.2±4.6	13.9±4.2
Height (cm)	142.1±18.6*	165.6±3.2
Weight (kg)	44.3±14.5*	54.5±3.7
Age at discovery (yrs)	8.3±1.7	13.1±1.5
Tidal volume (ml)	334.2±113.4*	445.5±76.8
Vital capacity (ml)	1867.1±644.1*	3622.6±835.3

Values are mean±standard deviation.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

*p<0.05

Table 3. Comparison of Scoliosis Angle

Scoliosis angle	No. of cases		Initial angle (°)		Follow up angle (°)	
	DMD ¹⁾	Control	DMD ¹⁾	Control	DMD ¹⁾	Control
11°~20°	6	13	17.3	14.8	17.2	14.2
21°~30°	9	1	25.4	22.0	25.5	22.0
31°~40°	6	1	32.3	31.0	31.9	31.0
40°<	4	0	41.5	-	42.1	-

Values are mean. Scoliosis angles are measured by Cobb's method.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

Table 4. Comparison of Rotation Grade

Rotation grade	No. of cases	
	DMD ¹⁾	Control
Grade neutral	1	7
Grade 1	6	5
Grade 2	10	3
Grade 3	5	0
Grade 4	3	0

Rotation grades are measured by Moe pedicle method.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

Table 5. Direction of Curve at X-ray

Curve	No. of cases				Total (%)
	Right		Left		
	DMD ¹⁾	Control	DMD ¹⁾	Control	
Single (No.=14)					
Thoracic	1	2	1	1	5 (12.5)
Thoracolumbar	2	2	2	1	7 (17.5)
Lumbar	1	0	1	0	2 (5)
Double ²⁾ (No.=26)					
Thoracic	7	5	5	3	20 (50)
Thoracolumbar	2	0	1	1	4 (10)
Lumbar	1	0	1	0	2 (5)
Total	14	9	11	6	40 (100)

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy, 2. Double: Double major curve

전이 있는 경우를 비교해보면 근디스트로피군의 경우 76% (19명)와 96% (24명) 대조군에선 각각 13% (2명), 53% (8명)으로 근디스트로피군에서 측만 각도가 더 크고 회전 정도가 심하게 나타났으며 포괄적 재활치료 후 두 군 모두 각도와 회전등급의 유의한 변화는 관찰되지 않았다(Table 3, 4).

3) 만곡의 형태

만곡의 균형(balance of curve) 여부를 살펴보면 두 군 모두 단일 만곡(single curve)보다 이중 만곡(double curve)이 더 많았으며 이중 만곡의 경우 주 만곡(major curve)이 우측 흉추부에 가장 많은 양상을 보였다(Table 5).

4) 후만 및 요추부 전만

척추 변형의 경우 근디스트로피 환자군에서 kyphotic

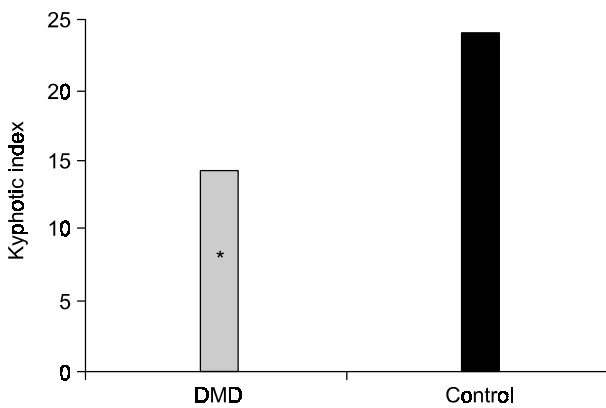


Fig. 3. Comparison of kyphotic index (K.I.). The figure shows the K.I. of 14.4±4.9 for DMD group and 24.4±2.3 for control group. Values are mean±standard deviation, DMD: Duchenne muscular dystrophy, *p<0.05.

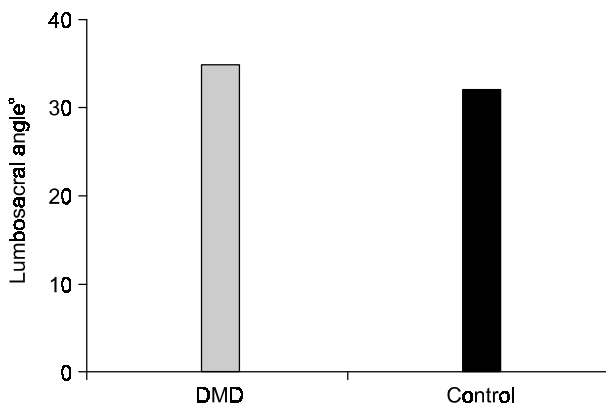


Fig. 4. Comparison of lumbosacral angle. The value of lumbosacral angle is 34.1±13.8 for DMD group and 31.8±7.8 for control group. Values are mean±standard deviation, DMD: Duchenne muscular dystrophy.

index 값이 대조군보다 통계학적으로 유의하게 작게 나타나 후만 정도가 더 심함을 알 수 있었으며 요추부 전만 정도는 근디스트로피 환자들의 lumbosacral angle이 대조군보다 크게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다(Fig. 3, 4).

5) 척추 변형들 간의 연관성 및 기능적 수준

대조군에서는 측만 각도와 회전 정도만 양의 상관관계를 보이고(r=0.54, p<0.01) 다른 척추 변형의 측정값들 사이에는 통계학적으로 유의한 상관관계가 없었다. 반면에 실험군에서는 척추 후만 정도가 심할수록 측만 각도가 크게 나타났으며(r=-0.80, p<0.01)(Fig. 5), 근디스트로피 환자들의 측만 각도가 클수록 척추의 회전등급이 높고(r=0.89, p<0.01)(Fig. 6) 환자의 기능상태가 저하되는(r=0.56, p<0.01)

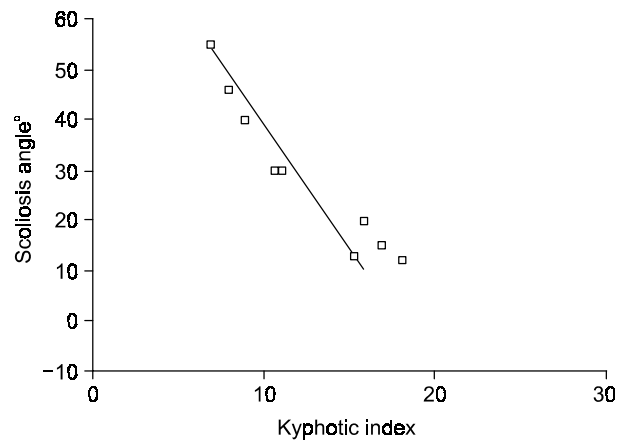


Fig. 5. Correlation between kyphotic index & scoliosis angle in DMD group. Scoliosis angles are measured by Cobb's method, DMD: Duchenne muscular dystrophy, r=-0.80, p<0.01.

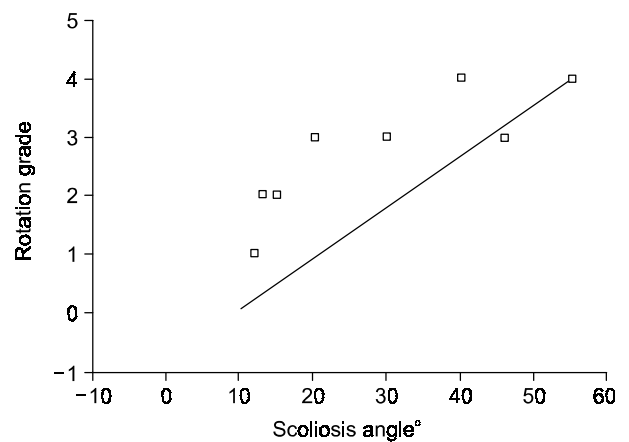


Fig. 6. Correlation between scoliosis angle & rotation grade in DMD group. Scoliosis angles are measured by Cobb's method, DMD: Duchenne muscular dystrophy, r=0.89, p<0.01.

(Fig. 7) 소견을 보였다.

6) 포괄적 재활치료의 영향

두 군 모두 6개월간의 포괄적 재활치료 후 척추 후만 (Table 6) 및 요추부 전만(Table 7)과 폐기능(Table 8) 측정값들의 변화는 통계학적으로 유의성이 없었다.

고 찰

뒤시엔느형 근디스트로피에서 발생하는 척추측만증은 대부분 보행능력의 상실로 휠체어 의존상태가 되는 시기에 급속히 진행하여 그냥 방치할 경우 그 각도가 150도까지 이르러 앉는 자세의 불균형, 심폐기능의 저하, 통증과 욕창 등 여러 가지 문제들을 유발시킨다.^{7,9,16)} 또한 흉부나 복부에 압력을 가하여 환기를 도와주는 기구의 사용과 상복부 압박에 의한 호기 시 기침을 통한 폐분비물 배출이 힘들어지며 심전도나 심초음파를 통한 심장기능의 관찰조차도 어렵

게 만드는 심각한 합병증임에도 불구하고³⁾ 이에 대한 정확한 임상양상은 많이 알려져 있지 않다.

Wilkins와 Gibson²³⁾은 뒤시엔느형 근디스트로피에서 발생하는 척추 기형 발생의 경과를 크게 안정 경로와 불안정 경로로 분류하여 보고하였다.

비교적 변형 각도가 심하게 진행되지 않는 안정 경로는 척추후면 구조물의 구축으로 인하여 척추 전체가 과신전상태 즉, 전만 자세(lordotic posture)를 유지하는 것인데, Colbert와 Craig⁴⁾는 전체 척추의 전만 자세가 후관절 잠김(locking of facet joint)을 일어나게 하여 척추의 측면굴곡을 방지하고 척추의 안정성을 증가시킨다고 했으며 Gibson 등⁸⁾은 척추 기형을 예방하기 위하여 전만 자세를 만들 수 있는 휠체어를 고안하기도 했다.

반면에 불안정 경로는 척추 전체가 후만 자세를 취하게 되어 후관절 열림(unlocking of facet joint) 현상이 일어나 결국에는 각도 변형이 심한 후측만증이 생긴다고 알려져 있다. 또한 Oda 등¹⁴⁾도 뒤시엔느형 근디스트로피 환자의 척추 변형의 형태 변화를 후만증이 동반된 급속히 진행되는 측만증, 후만증을 거쳐 전만증으로 되는 경우, 약간의 변형이

Table 6. Change of Kyphotic Index

Group	Initial	Follow up
DMD ¹⁾	14.4±4.9	13.8±3.8
Control	24.4±2.3	25.1±2.9

Values are mean±standard deviation.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

Table 7. Change of Lumbosacral Angle

Group	Initial angle (°)	Follow up angle (°)
DMD ¹⁾	34.1±13.8	33.9±13.1
Control	31.8±7.8	32.1±6.9

Values are mean±standard deviation.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

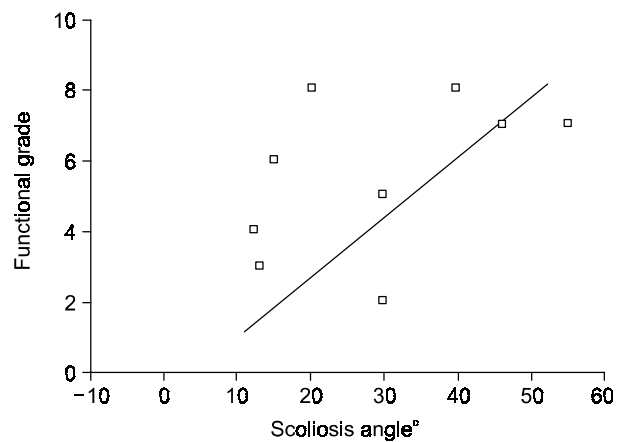


Fig. 7. Correlation between scoliosis angle & functional grade in DMD group. Scoliosis angles are measured by Cobb's method, DMD: Duchenne muscular dystrophy, r=0.56, p<0.01.

Table 8. Change of Pulmonary Function

Group	Initial volume (ml)		Follow up volume (ml)	
	Tidal volume	Vital capacity	Tidal volume	Vital capacity
DMD ¹⁾	334.2±113.4	1867.1±644.1	333.9±104.3	1844.2±598.8
Control	445.5±76.8	3622.6±835.3	451.3±69.5	3744.2±830.1

Values are mean±standard deviation.

1. DMD: Duchenne muscular dystrophy

있으나 큰 변화가 없는 경우 세 가지로 분류하여 후만증이 척추 기형 발생과 밀접한 연관성이 있음을 제시하였다. 본 연구에서도 뒤시엔느형 근디스트로피 환자군에서 척추 후만의 정도가 심할수록 측만 각도가 커지는 소견을 관찰할 수 있었다.

척추 측만 만곡의 부위별 분포로는 척추측만증만 있는 군에서 단일 만곡의 경우 흉요추부, 이중 만곡의 경우 주만곡이 우측 흉추부에 가장 많이 나타나 문 등²⁾의 연구 결과와 일치하였으며, 뒤시엔느형 근디스트로피 환자군에서도 주 만곡이 우측 흉추부에 있는 이중 만곡이 단일 만곡보다 많은 양상을 보였다.

척추측만증이 동반된 뒤시엔느형 근디스트로피 환자에서의 폐활량은 근질환 자체에 의한 감소 외에 추가로 약 12~16%까지도 감소할 수 있으며^{6,11,12,24)} 척추기형의 진행 양상, 환자의 보행능력 및 예후 등까지 예측할 수 있는 중요한 지표로 쓰일 수 있다.¹⁷⁾

보통 고평부 폐활량(plateau vital capacity)³⁾이 1,500 ml 이하인 경우 100%에서 척추측만증이 발생하는 반면에 3,000 ml 이상일 경우는 척추측만증 발생률이 75%까지 감소한다고 알려져 있다.^{3,24)} 고평부 폐활량이란 일생 동안 도달할 수 있는 최대 폐활량으로 정상인에선 19세경에 뒤시엔느형 근디스트로피 환자에서는 좀 더 이른 나이인 10~15세경 고평부 폐활량에 도달한다.

또한 폐활량은 척추측만증의 수술 가능 여부를 결정짓는 중요한자로 적어도 정상인 폐활량의 30~40%는 되어야 호흡기 합병증 발생의 위험이 적어 수술이 가능하다.^{4,6,13,17)}

본 연구에서 대조군의 폐활량은 정상 예측치(predicted value)의 98.9%인 평균 3,622.6 ml로 나타났으나 근디스트로피 환자군의 폐활량은 평균 1,867.1 ml로 정상 예측치(predicted value)보다 30% 정도 감소된 소견을 보였다. 그리고 두 군 모두 6개월간의 호흡 운동치료를 포함한 포괄적 재활 치료 후 폐활량과 일호흡량의 유의한 변화가 관찰되지 않았는데 대조군에서는 본 연구가 시작되는 시점부터 이미 폐기능 상태가 정상범위에 속했으므로 호흡 운동치료가 의미가 없다고 생각되며 근디스트로피 환자군의 경우는 호흡 재활치료 후 폐용적(lung volume)의 변화보다는 호흡근육의 근력을 반영하는 정적 압력(static pressure)의 변화가 더 크다는 여러 연구 결과^{1,10)}로 설명할 수 있다고 생각한다.

뒤시엔느형 근디스트로피에서 발생하는 척추측만증을 교정하기 위한 방법은 아직도 논란의 대상이다.^{4,6,8,11)} 대개 측만증의 각도가 25도 미만일 경우 척추 보조기와 척추의 과신전 상태를 유지하기 위한 특수 혈체어 및 seat cut-out, 방석 등이 이용되고 있으나^{8,11)} 최근에는 이러한 보존적 치료방법들이 척추 변형의 진행을 막지 못할 뿐만 아니라 수술시기를 놓치는 경우가 많기 때문에 측만증 각도가 40도에 이르기 전이라도 가능한 한 일찍 폐활량이 많이 감소되지 않은 초기에 수술적 치료를 해야된다는 주장이 우세하

다.^{5,19-21)}

이번 연구의 문제점으로는 보조기와 각종 운동요법 등을 포함한 척추 기형의 보존적 치료의 효과를 관찰하기에는 다른 연구들^{1,2,10,15)}에 비하여 연구기간이 충분치 못하였으며 이에 대해서는 향후 장기적인 척추 기형의 방지 및 교정을 위한 전향적 연구방법의 고안이 필요하다고 생각한다.

결 론

본 연구에서는 6개월 동안 척추측만증을 가진 뒤시엔느형 근디스트로피 환자 25명의 척추 기형의 양상 관찰과 포괄적 재활치료를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 측만증만 있는 대조군에 비하여 근디스트로피군에서 측만 각도가 더 크고 회전 정도가 심하게 나타났다.
 - 2) 방사선학 검사 결과 근디스트로피군에서 이중 만곡이 단일 만곡보다 많았으며 단일 만곡의 경우 흉요추부, 이중 만곡의 경우 주 만곡이 우측 흉추부에 많았다.
 - 3) 측만증만 있는 군의 경우 후만, 전만 및 측만 정도들 나타내는 측정값들 간에 상관관계가 관찰되지 않았으나 근디스트로피군에서 척추 후만 정도가 심할수록 척추 측만 각도가 크게 나타나 후만 자세와 측만증이 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.
 - 4) 근디스트로피군에서 척추 측만 각도가 클수록 척추체의 회전 정도가 크고 환자의 기능수준이 저하되는 소견을 보였다.
 - 5) 6개월간의 포괄적 재활치료 후 근디스트로피군과 대조군 모두 척추 변형 정도 및 폐활량과 일호흡량의 유의한 변화는 관찰되지 않았다.
- 본 연구의 결과는 신경근육계 질환에서 발생하는 척추 기형의 임상양상 파악과 치료적 접근을 보다 용이하게 하고자 하는 데 도움이 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) 강성웅, 나영무, 백선경, 김용욱, 최은희, 문재호: 뒤시엔느 근디스트로피 환자에서 흡기근 강화 훈련의 임상적 의의. 대한 재활의학회지 1998; 22(2): 361-681
- 2) 문재호, 이지선, 강민정, 강성웅, 김현정: 청소년 척추측만증의 포괄적 재활치료에 대한 고찰. 대한재활의학회지 1996; 20(2): 424-432
- 3) Bach JR: Guide to the evaluation and management of neuromuscular disease, Philadelphia: Hanley & Belfus, 1999, pp62-65
- 4) Colbert AP, Craig C: Scoliosis management in Duchenne muscular dystrophy: prospective study of modified Jewett hyperextension brace. Arch Phys Med Rehabil 1987; 68: 302-304
- 5) Fisk JR, Bunch WH: Scoliosis in neuromuscular disease. Orthop Clin North Am 1979; 10: 863-875

- 6) Galasko CSB, Delaney C, Morris P: Spinal stabilization in Duchenne muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74(2): 210-214
 - 7) Gardner-Medwin D: Clinical features and classification of the muscular dystrophies. *Br Med Bull* 1980; 36: 109-115
 - 8) Gibson DA, Koreska J, Robertson D, Kahn A, Albisser AM: The management of spinal deformity in Duchenne muscular dystrophy. *Orthop Clin North Am* 1978; 9: 437-450
 - 9) Gibson DA, Wilkins KE: The management of spinal deformities in Duchenne muscular dystrophy: a new concept of spinal bracing. *Clin Orthop* 1975; 108: 41-51
 - 10) Gozal D, Thiriet P: Respiratory muscle training in neuromuscular disease: long-term effects on strength and load perception. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(11): 1522-1527
 - 11) Hsu JD: The natural history of spine curvature progression in the nonambulatory Duchenne muscular dystrophy patient. *Spine* 1983; 8: 771-775
 - 12) Kurz LT, Mubarak SJ, Schultz P, Park SM, Leach J: Correlation of scoliosis and pulmonary function in Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* 1983; 3: 347-353
 - 13) Miller F, Moseley CF, Koreska J, Levison H: Pulmonary function scoliosis in Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* 1988; 8(2): 133-137
 - 14) Oda T, Shimizu N, Yonenobu K, Ono K, Nabeshima T, Kyoh S: Longitudinal study of spinal deformity in Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 478-488
 - 15) Olafsson Y, Saraste H, Al-Dabbagh Z: Brace treatment in neuromuscular disease. *J Pediatr Orthop* 1999; 19(3): 376-379
 - 16) Rennie MJ, Edwards RHT, Millward DJ, Wolman SL, Halliday D, Matthews DE: Effects of Duchenne muscular dystrophy on muscle protein synthesis. *Nature* 1982; 296: 165-167
 - 17) Rideau Y, Glorion B, Delaubier A, Tarie O, Bach JR: The treatment of scoliosis in Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve* 1984; 7: 281-286
 - 18) Robin GC, Brief LP: Scoliosis in childhood muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1971; 53: 466-476
 - 19) Sakai DN, Hsu JD, Bonnett CA, Brown JC: Stabilization of the collapsing spine in Duchenne's muscular dystrophy. *Clin Orthop* 1977; 128: 256-260
 - 20) Siegel IM: Spinal stabilization in Duchenne muscular dystrophy: rationale and method. *Muscle Nerve* 1982; 5: 417
 - 21) Swan SM, Brown JC, Perry RE: Spinal fusion in Duchenne muscular dystrophy. *Spine* 1982; 7: 484-491
 - 22) Swinyard CA, Deaver CG, Greenspan L: Gradients of functional ability of importance in rehabilitation of patients with progressive muscular and neuromuscular diseases. *Arch Phys Med Rehabil* 1957; 38: 574-579
 - 23) Wilkins KE, Gibson DA: The patterns of spinal deformity in Duchenne muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 24-32
 - 24) Yamashita T, Kanaya K, Yokogushi K, Ishikawa Y, Minami R: Correlation between progression of spinal deformity and pulmonary function in Duchenne muscular dystrophy. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 113-116
-