

位相遷移 走査格子 映寫式 모아레 干涉槓를 이용한 초·중학생의 背部체형고찰

유한길, 민병일, 박동석¹⁾

경희대학교 대학원 협동과정 동서의학과, 경희대학교 한의과대학 침구학교실¹⁾

A Study of the Back Shape of the Children in Elementary and Middle Schools Using the Phase-shifting Scanning Grating Projection moiré

Han-Keel Yoo, Byung-Il Min, Dong-Suk Park¹⁾

Department of East-West Medicine, Kyunghee University,
Department of Acupuncture and moxibustion¹⁾, College of Oriental Medicine, Kyunghees University

Objective : The purpose of this study was to investigate the back shape of school children using the phase-shifting scanning grating projection moiré interferometer, which was developed by the Korea Advanced Institute of Science and Technology and is useful in evaluating three dimensional back shape.

Methods : In this study the subjects consisted of 1,358 pupils [711 boys(52.36%), 647 girls(47.64%)] attending elementary and middle schools in Seoul. Their ages ranged from nine to fifteen and the average age was 12.2. With the phase-shifting scanning grating projection moiré interferometer, the posterior view of the body were taken to see if there are correlations of moiré fringe number, width difference between left and right, and correlation between differences in moiré fringe number and width on both sides in the scapular, lumbar and gluteal regions.

Results : The results were as follows :

1. More frequent findings of fringe were observed on the right in all regions: in the scapular region, 309 boys(43.4%) and 156 girls(24.2%) had more fringe numbers on the right side; in the lumbar region, 68 boys(9.5%) and 11 girls(1.7%); and in the gluteal region, 160 boys(22.4%) and 63 girls(9.8%). Such tendency was striking especially in the scapular and lumbar regions, and in boys rather than in girls. In the scapula, 661 subjects(48.7%) with one moiré fringe on either side need further attention and 110 subjects(8.1%) with two or more are required to do follow-up radiography for scoliosis.
2. In an analysis of width difference in the trunk, the left side is wider in all regions except for the gluteal region in boys: in the scapular region 21 boys(3.0%) and 103 girls(15.9%); in the lumbar region, 87 boys(12.2%) and 250 girls(38.6%); and in the gluteal region 197 girls(30.4%) had a wider left side and 45 boys(6.3%) showed a wider right side.
3. In correlation analysis of the number of moiré fringe and width difference in each region, the side where more moiré fringes were observed was significantly wider in the lumbar and gluteal regions, but not in the scapular region.($P<0.01$)

Conclusions : From these results, it is concluded that the back shape of elementary and middle school students in Seoul shows that the right side had more moiré fringes; the left side was wider; and especially in the lumbar and gluteal regions the side where more moiré fringes were observed was wider. (*J Korean Oriental Med 2000;21(4):148-158*)

Key Words: Moiré, Back Shape, School Screening, Scoliosis, Trunk Asymmetry

· 접수 : 2000년 11월 9일 · 채택 : 12월 10일

· 교신저자 : 민병일, 서울시 동대문구 회기동1 경희대학교 대학원 협동과정 동서의학과
(Tel. 02-958-9091, Fax. 02-958-9083, E-mail : mbi@khu.ac.kr)

· 본 연구는 보건복지부 선도기술 의료공학 기술개발사업 지원으로 이루어 졌음. (HMP-98-G-1-009)

서론

학교의 집단 체형검사는 척추측만증의 조기 발견을 목적으로 背部체형을 주로 관찰하였다. 척추측만증은 한번 발병되어 측만 각이 커지기 시작하면 치료가 힘들기 때문에 조기 발견 및 치료가 매우 중요하다¹²⁾. 지속적인 집단 검사에 의한 측만증의 조기 발견으로 수술횟수의 감소, 척추측만각의 평균치 감소, 발견연령의 저하 등을 보고했다³⁾. 그 동안 척추측만증의 학교 검진은 7세~18세까지 다양한 연령층을 대상으로 시행되어 왔다⁴⁶⁾. 척추측만증 중에서도 진행속도가 가장 빠른 청소년기형은 10세~15세에서 진행속도가 가장 빠르기 때문에 서울시 학교보건원에서는 주 검사 대상을 13세이상에서 11세~12세로 낮추어 시행하고 있다⁷⁾.

측만증의 조기 발견을 위한 여러 가지 검사법이 실시되고 있는데 주로 背部 굴곡상태에서의 육안관찰법, 측만각도계 측정법, X선검사법, 모아레촬영법(3차원 형상을 등고선으로 나타내는 방법) 등이 사용되고 있다. 육안관찰은 간편하고 측정비용이 저렴한 반면 수치의 객관화나 재현성의 어려움, 관찰자간의 오차 등 단점이 있다. 이는 인간의 인식력이 상태비교에서는 뛰어나지만, 절대비교나 인식의 재현성에서는 뒤떨어지기 때문이다⁸⁾. 측만각도계를 사용한 측정법은 육안관찰보다는 자료의 객관화란 점에서 좋으나 측정 위치에 따른 관찰자간의 오차가 문제이다. X선 검사를 통한 Cobb's angle 측정은 측만증 검사의 대표적인 방법으로 사용되어 왔다. 그러나 어릴 적의 X선 조사는 유방암, 갑상선암 등의 발병요인이 될 수 있으므로 측정대상과 방법에 신중을 기해야한다는 보고가 있다⁹⁾.

X선 검사는 굴곡검사나 각도계검사, 모아레 검사 등의 집단검사를 통해 측만증의 우려가 높다고 판단되는 경우에 한해서만 시행하고 있다¹⁰⁾. X선 검사 대상의 기준은 연구자마다 약간씩 다르지만 대개 전방 굴곡검사에서 좌우 높이차 1cm 이상인 경우와 모아레 등고선 수 2개 이상 차이가 있는 경우를 X선 촬영대상으로 보았으며¹⁰¹¹⁾, 이러한 사전 검사로 X선 촬영

연빈도를 50%¹⁰⁾, 43%¹¹⁾ 가까이 줄일 수 있다고 했다. 그림자식 모아레를 인체 측정에 가장 먼저 적용한 사람은 일본의 Takasaki^{12,13)}로 알려지고 있다. 그 뒤 여러 연구자에 의해 모아레 측정에 관한 논문이 발표되었는데 1980년에는 주로, 모아레 측정방법이 인체에 해가 없이 정확하게 측정할 수 있다는 논문이 주류를 이루었고³⁶⁾, 1990년대에는 그림자식 모아레를 이용한 진단의 정확성에 대한 연구가 이루어졌다⁴⁾.

그러나 국내에서는 아직 모아레를 이용하여 집단으로 背部체형을 검사하여 보고된 적이 없다.

이 연구에서는 체형측정을 객관화하기 위해 한국과학기술원(KAIST)에서 개발한 3차원 체형 측정기기인 位相遷移 走査格子 映寫式 모아레 干涉縵 (phase-shifting scanning grating projection moiré interferometer :이하 격자 모아레 간섭계(grating moiré interferometer)라 칭함)를 사용하였는데, 격자모아레 간섭계는 인체의 3차원 영상을 수치화 함으로써 자료를 객관화 할 수 있는 신기술로 등고선 수와 좌우 너비와의 관계를 비교할 수 있다.

이 연구의 목적은 격자모아레 간섭계를 이용하여 서울시 초·중학교 학생의 背部 표면의 높이에 따른 등고선수 차와 좌우 너비 차, 그리고 등고선수 차와 좌우 너비 차간의 상관관계를 성별, 연령별로 조사하고자 하는 것이다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상의 선정

연구대상은 1999년 현재 서울시에 재학중인 초·중학교 학생 1,358명을 대상으로 하였다. 1,358명중 711명(52.36%)은 남학생이었고, 647명(47.64%)은 여학생이었다. 연령은 9세에서 15세로 구성되어 있으며 평균연령은 12.2세이다. 연령별 분포는 9세 138명(10.16%), 10세 143명(10.53%), 11세 314명(23.12%), 12세 329명(24.23%), 13세 143명(10.53%), 14세 137명(10.09%), 15세 154명(11.34%)으로 구성되어 있다 (Table 1). 이들 인원은 서울시 학교 보건원의 정기검진대상인 표본학급 중에서 추출하였다.

2. 측정기기 및 방법

1) 측정기기

측정기기는 한국과학기술원(KAIST)에서 개발한 격자 모아레 간섭계로 광원은 필립스의 80V, 300W의 할로겐 램프, CCD 카메라는 Pulnix의 TM-7CN, 렌즈는 NIKKOR의 50mm 표준렌즈 2개를 사용했다. 구동방법은 작은 유리판에 미세한 줄무늬가 파여져 있는 2개의 격자를 일정한 속도로 좌우 이동하는 동안 할로겐램프를 비추면 피사체에 줄무늬가 나타난다. 이때 2개의 격자가 겹쳐져 나타나는 등고선 무늬를 CCD카메라를 이용하여 측정정보를 얻게 된다. 높은 가시성과 분해능을 가지는 곱셈식 모아레법을 사용하여 얻어진 간섭무늬의 부정확도를 줄이기 위

해 位相遷移 測定法을 이용했으며 가시도 向上을 위한 시적분 영상획득법을 사용해 3차원 영상을 정확히 하도록 구성했다. 측정속도는 5초, 측정 분해능은 0.3mm, 측정 정보량은 30만 畫素(pixel)의 3차원 정보를 갖게 된다.

2) 측정방법

측정시 피측정자의 흔들림을 방지하기 위해 손잡이가 있는 측정대에 서서 긴장을 풀고 전방을 똑바로 보게 한다. 양손은 손잡이에 가볍게 대고 체중을 양발에 고르게 주고 선다. 측정 조건을 일정하게 하기 위해 숨을 들이 마셨다 내신 후 다섯을 셀 동안 움직이지 말라는 지시를 사전에 한다. 숨을 들이마시고 내쉬라는 지시를 하고 숨을 거의 내쉴 때쯤 '준비'란 말 다음 하나에서 다섯까지를 일정한 속도로 센다. '하나'에 시작버튼을 누르고 '다섯'에 완료버튼을 누른다.

3) 분석 방법

첫째, 척추 각 부위에서의 측정위치는 견갑부에서는 제 5번 흉추극돌기를 지나는 수평선(the horizontal line drawn through the 5th thoracic spinous process: HL5T), 요부는 제 3번 요추극돌기를 지나는 수평선

Table 1. Distribution of Age and Sex of Subjects in This Study

Age	Boys	Girls	Total
9	82	56	138
10	76	67	143
11	165	149	314
12	176	153	329
13	71	72	143
14	66	71	137
15	75	79	154
Total	711	647	1,358

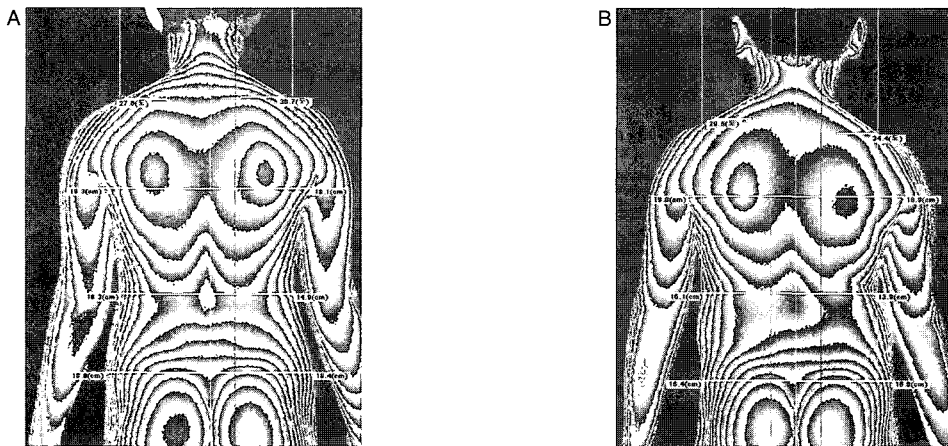


Fig. 1. An example of moiré topography by grating moiré interferometer.

A. Moiré asymmetry with a deviation of one fringe in the right scapular region but the same number of fringes on both sides in the lumbar and gluteal regions. In addition, the left side is generally wider.

B. Moiré asymmetry with the same number of fringes on both sides in the scapular region, but a deviation of one fringe in the right lumbar and gluteal region.

The interval between two moiré fringes is 6mm in height.

The upper horizontal line : HL5T

The middle horizontal line : HL3L

The lower horizontal line : HL3S

The central vertical line : VLG

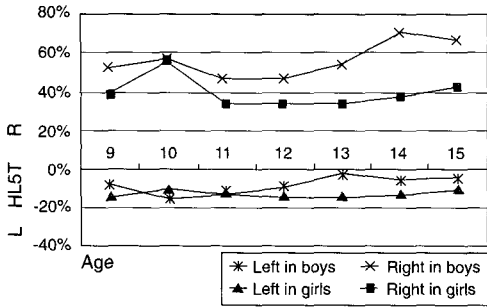


Fig. 2. The ratio of the scapular moiré fringes according to age and sex: Remarkably higher on the right, especially in boys aged 14 to 15.

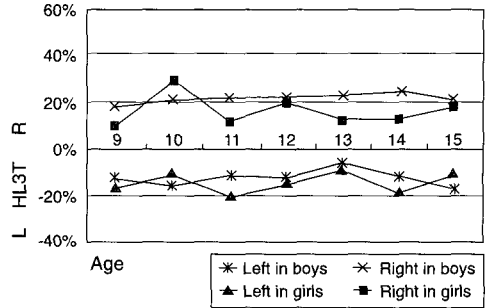


Fig. 3. The ratio of the lumbar moiré fringes according to age and sex: Lower difference in moiré fringes on both sides of the lumbar region compared with the scapula region.

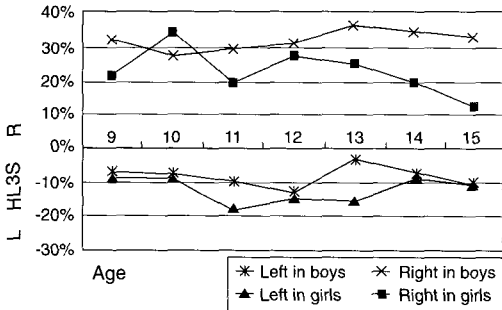


Fig. 4. The ratio of moiré fringes in the gluteal region according to age and sex: Higher on the right in boys.

(the horizontal line drawn through the 3rd lumbar spinous process: HL3L), 둔부는 천골 제3결절 부위를 지나는 수평선(the horizontal line drawn through the 3rd sacral tuberosity: HL3S)으로 기준을 잡는다. 각 기준선의 좌우 등고선을 세어 그 차이를 연령별, 성별에 따라 분포를 조사한다. 등고선수가 좌우 같은 경우와 1개 이상 차이가 있는 경우를 각 부위별로 분류하여 그 인원수를 조사하였고 그 비율을 알기 쉽게 Fig. 2, 3, 4에 나타내었으며, Fig. 1에 격자 모아레 간섭계를 이용한 moiré topography를 예시하였고 등고선 간격의 높이차는 6mm이다.

둘째, 둔부중앙의 골에 수직선을 그어 생긴 중심선(the vertical line drawn through the contact surfaces of both gluteal folds: VLG)에서 양측 견갑부 가장자리까지의 너비(the distance between the VLG and the lateral margin of the scapular region at HL5T : DVLGS)의 차

이, 요부의 가장자리까지의 좌우 너비(the distance between the VLG and the lateral margin of the lumbar region at HL3L : DVLGL)의 차이, 둔부의 가장자리까지의 좌우 너비(distances between the VLG and the lateral margin of the gluteal region at HL3S: DVLGG)의 차이를 측정하여 좌우를 1cm간격으로 나누어 성별, 연령별에 따른 분포를 조사하였다. 각 부위별 너비 차의 좌우 평균, 좌우 너비 차의 최대치, 등고선 수 평균 및 표준편차 등 각 부위 특성을 평균분석법으로 분석하였다.

셋째, 견갑부, 요부, 둔부에서 등고선 개수가 많은 쪽의 너비와 반대측 너비와의 관계를 피어슨 상관 분석법으로 조사하였으며 산포도로 나타내었다. 편의상 등고선 개수와 너비에 관하여 좌측을(-)로, 우측을 (+)로 표기하였으므로 좌우 너비의 평균이 (-)로 나오면 좌측이 넓고, (+)로 나오면 우측이 넓은 것을 의미하며 등고선 개수의 평균도 (-)면 좌측이 많고, (+)면 우측이 많은 것을 의미한다. 그리고 등고선 유형에 따른 각 부위별 너비 차를 조사하였다.

결 과

1. 등고선 분석

1) 성별에 따른 견갑부, 요부, 둔부의 등고선 수차 성별에 따른 견갑부, 요부, 둔부의 등고선 수차는 Table 2에 나타나있다.

견갑부에서 등고선 수가 좌측이 많은 경우는 153명(11.3%), 우측이 많은 경우는 618명(45.5%), 좌우에서 등고선 개수차 1개는 661명(48.7%), 2개 이상은 110명(8.1%)이다.

요부에서 등고선 수가 좌측이 많은 경우는 183명(13.5%), 우측이 많은 경우는 262명(19.3%), 좌우에서 등고선 개수차 1개는 413명(30.4%), 2개 이상은 31명(2.3%)이다.

둔부에서 등고선 수가 좌측이 많은 경우는 150명(11.0%), 우측이 많은 경우는 373명(27.5%), 좌우에서 등고선 개수차 1개는 463명(34.1%), 2개 이상은 60명(4.4%)이다.

2) 연령별, 성별에 따른 각 부위별 등고선 분포
연령별, 성별에 따른 각 부위별 등고선 분포는 Table 3에 나타나있다.

10세 여자의 경우 견갑부, 요부, 둔부에서 모두 우측 등고선 비율이 높았다.

여자의 경우 둔부 등고선 수는 14세 19.7%에서 15세에는 12.7%로 감소했다.

3) 성별, 연령별에 따른 각 부위별 등고선 비율
성별, 연령별에 따른 견갑부, 요부, 둔부의 등고선 비율은 Fig. 2, 3, 4에 나타나 있다.

Fig. 2, 3, 4에서 가로축은 연령을, 세로축은 등고선 수 차를 가진 사람의 좌·우 비율을 나타낸 것이며 세로축의 0을 기준으로 아래쪽(-)는 좌측, 위쪽(+)는 우측의 등고선 수 차의 비율이다. Fig. 3의 요부를 제외하고 등고선 수 차는 우측에서 매우 높게 나타났다.

2. 너비 차 분석

성별에 따른 견갑부, 요부, 둔부의 좌우 너비 차 분포는 Table 4에 나타나 있다.

견갑부에서 좌측이 넓은 경우는 725명(53.4%), 우측이 넓은 경우는 601명(44.3%)이었다.

요부에서 좌측이 넓은 경우는 831명(61.2%), 우측이 넓은 경우는 494명(36.4%)이었다.

둔부에서 좌측이 넓은 경우는 735명(54.1%), 우측이 넓은 경우는 583명(42.9%)이었다. 4cm 이상 차이는 경우도 각 부위별로 좌측이 우측보다 많았고, 남자 둔부는 예외였다.

Table 2. Distribution of Difference in Moiré Fringe Number in the Scapular, Lumbar and Gluteal Region According to Sex

Region	Sex	No. of Subjects	No. of Subjects whose Moiré Fringes are more Frequent on the Left Side			No. of Equal	No. of Subjects whose Moiré Fringes are more Frequent on the Right Side		
			-3	-2	-1		0	1	2
Scapular	Boys	711		5 0.7%	61 8.6%	270 38.0%	313 44.0%	56 7.9%	6 0.8%
	Girls	647	1 0.2%	4 0.6%	82 12.7%	317 49.0%	205 31.7%	33 5.1%	5 0.8%
	Total	1358	1 0.1%	9 0.7%	143 10.5%	587 43.2%	518 38.1%	89 6.6%	11 0.8%
Lumbar	Boys	711		2 0.3%	86 12.1%	467 65.7%	140 19.7%	16 2.3%	
	Girls	647		1 0.2%	94 14.5%	446 68.9%	93 14.4%	13 2.0%	
	Total	1358		3 0.2%	180 13.3%	913 67.2%	233 17.2%	29 2.1%	
Gluteal	Boys	711		3 0.4%	62 8.7%	421 59.2%	194 27.3%	31 4.4%	
	Girls	647		7 1.1%	78 12.1%	414 64.0%	129 19.9%	18 2.8%	1 0.2%
	Total	1358		10 0.7%	140 10.3%	835 61.5%	323 23.8%	49 3.6%	1 0.1%

(-)refers to left, (+)refers to right

Table 3. Distribution of Moiré Fringes in the Scapular, Lumbar and Gluteal Regions According to Age and Sex

Age	Sex	No. of Subjects(d)	Counts of Subjects Showing their Moiré Fringe Patterns in the Scapular(a)			Counts of Subjects Showing their Moiré Fringe Patterns in the Lumbar(b)			Counts of Subjects Showing their Moiré Fringe Patterns in the Gluteal(c)		
			Normal (a1)	Left (a2)	Right (a3)	Normal (b1)	Left (b2)	Right (b3)	Normal (c1)	Left (c2)	Right (c3)
9	Boys	82	32 39.0%	7 8.5%	43 52.5%	56 68.3%	11 13.4%	15 18.3%	50 61.0%	6 7.3%	26 31.7%
	Girls	56	26 46.4%	8 14.3%	22 39.3%	42 75.0%	9 16.1%	5 8.9%	39 69.6%	5 8.9%	12 21.4%
10	Boys	76	21 27.6%	12 15.8%	43 56.6%	49 64.5%	11 14.5%	16 21.1%	49 64.5%	6 7.9%	21 27.6%
	Girls	67	23 34.3%	7 10.4%	37 55.2%	39 58.2%	8 11.9%	20 29.9%	38 56.7%	6 9.0%	23 34.3%
11	Boys	165	68 41.2%	22 13.3%	75 45.5%	110 66.7%	18 10.9%	37 22.4%	100 60.6%	16 9.7%	49 29.7%
	Girls	149	80 53.7%	19 12.8%	50 33.6%	102 68.5%	29 19.5%	18 12.1%	93 62.4%	27 18.1%	29 19.5%
12	Boys	176	79 44.9%	16 9.1%	81 46.0%	113 64.2%	24 13.6%	39 22.2%	98 55.7%	23 13.1%	55 31.3%
	Girls	153	78 51.0%	24 15.7%	51 33.3%	100 65.4%	22 14.4%	31 20.3%	89 58.2%	22 14.4%	42 27.5%
13	Boys	71	31 43.7%	2 2.8%	38 53.5%	50 70.4%	4 5.6%	17 23.9%	43 60.6%	2 2.8%	26 36.6%
	Girls	72	37 51.4%	11 15.3%	24 33.3%	57 79.2%	6 8.3%	9 12.5%	43 59.7%	11 15.3%	18 25.0%
14	Boys	66	16 24.2%	4 6.1%	46 69.7%	42 63.6%	8 12.1%	16 24.2%	39 59.1%	4 6.1%	23 34.8%
	Girls	71	35 49.3%	10 14.1%	26 36.6%	49 69.0%	13 18.3%	9 12.7%	51 71.8%	6 8.5%	14 19.7%
15	Boys	75	23 30.7%	3 4.0%	49 65.3%	47 62.7%	12 16.0%	16 21.3%	42 56.0%	8 10.7%	25 33.3%
	Girls	79	38 48.1%	8 10.1%	33 41.8%	57 72.2%	8 10.1%	14 17.7%	61 77.2%	8 10.1%	10 12.7%
Sub	Boys	711	270 38.0%	66 9.3%	375 52.7%	467 65.7%	88 12.4%	156 21.9%	421 59.2%	65 9.2%	225 31.6%
Total	Girls	647	317 49.0%	87 13.4%	243 37.6%	446 68.9%	95 14.7%	106 16.4%	414 64.0%	85 13.1%	148 22.9%
Total		1,358	587 43.2%	153 11.3%	618 45.5%	913 67.2%	183 13.5%	262 19.3%	835 61.5%	150 11.0%	373 27.5%

(a) refers to Number of scapular
(c) refers to Number of gluteal

(b) refers to Number of lumbar
(d) refers to Number of subjects

3. 등고선 수 차와 너비 차와의 상관관계

1) 등고선 수 차와 너비 차와의 상관관계

등고선 개수와 너비와의 상관관계는 Table 5에 나타나있다.

등고선 개수가 많은 쪽의 너비가 더 넓은가를 알아보기 위한 피어슨상관관계에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

견갑부에서는 피어슨 상관계수 0.05266, 확률값

0.0524로 유의성이 없었다.

요부에서는 피어슨 상관계수 0.4013, 확률값 0.0001로 유의한 결과를 보였다. (P<0.01)

둔부에서는 피어슨 상관계수 0.5152, 확률값 0.0001로 유의한 결과를 보였다. (P<0.01)

2) 각 부위별 등고선 수 차와 너비 차와의 상관관계에 의한 산포도

견갑부, 요부, 둔부의 좌우 너비 차와 등고선 수 차

Table 4. Distribution of Difference in Width on Both Sides of the Scapular, Lumbar and Gluteal Region According to Sex

Region	Sex	No. of Subjects	Difference in width in the Scapular Region (Measurements are in centimeters)										
			*_5	*_4	*_3	*_2	*_1	*0	*1	*2	*3	*4	*5
Scapular	Boys	711	38 5.3%	33 4.6%	78 11.0%	99 13.9%	110 15.5%	16 2.3%	109 15.3%	89 12.5%	66 9.3%	45 6.3%	28 3.9%
	Girls	647	37 5.7%	42 6.5%	81 12.5%	99 15.3%	108 16.7%	16 2.5%	101 15.6%	70 10.8%	48 7.4%	25 3.9%	20 3.1%
	Total	1358	75 5.5%	75 5.5%	159 11.7%	198 14.6%	218 16.1%	32 2.4%	210 15.5%	159 11.7%	114 8.4%	70 5.2%	48 3.5%
Lumbar	Boys	711	32 4.5%	45 6.3%	72 10.1%	124 17.4%	118 16.6%	16 2.3%	119 16.7%	103 14.5%	52 7.3%	16 2.3%	14 2.0%
	Girls	647	33 5.1%	38 5.9%	107 16.5%	142 21.9%	120 18.5%	17 2.6%	90 13.9%	49 7.6%	30 4.6%	16 2.5%	5 0.8%
	Total	1358	65 4.8%	83 6.1%	179 13.2%	266 19.6%	238 17.5%	33 2.4%	209 15.4%	152 11.2%	82 6.0%	32 2.4%	19 1.4%
Gluteal	Boys	711	6 0.8%	19 2.7%	49 6.9%	117 16.5%	129 18.1%	26 3.7%	151 21.2%	109 15.3%	63 8.9%	24 3.4%	18 2.5%
	Girls	647	14 2.2%	22 3.4%	84 13.0%	132 20.4%	163 25.2%	14 2.2%	113 17.5%	60 9.3%	31 4.8%	9 1.4%	5 0.8%
	Total	1358	20 1.5%	41 3.0%	133 9.8%	249 18.3%	292 21.5%	40 2.9%	264 19.4%	169 12.4%	94 6.9%	33 2.4%	23 1.7%

(-) refers to left, (+) refers to right

*_1 : <0, ≥-1 *_2 : <-1, ≥-2 *_3 : <-2, ≥-3 *_4 : <-3, ≥-4 *_5 : <-4, ≥-5
*_0 : *_1 : 0<, ≤1 *_2 : 1<, ≤2 *_3 : 2<, ≤3 *_4 : 3<, ≤4 *_5 : 4<

Table 5. Correlation between Differences in Moiré Fringe Number and Width on Both Sides of the Scapular, Lumbar and Gluteal Regions.

	Pearson Correlation Coefficients / Prob > IRI under Ho: Rho=0 / N = 1358		
	No. of fringe in HL5T	No. of fringe in HL3L	No. of fringe in HL3S
DVLGS	0.05266	0.26762	0.23763
	0.0524	0.0001**	0.0001**
DVLGL	0.26314	0.40135	0.39511
	0.0001**	0.0001**	0.0001**
DVLGG	0.37016	0.56392	0.51529
	0.0001**	0.0001**	0.0001**

HL5T : the horizontal line drawn through the 5th thoracic spinous process

HL3L : the horizontal line drawn through the 3rd lumbar spinous process

HL3S : the horizontal line drawn through the 3rd sacral tuberosity

VLG : the vertical line drawn through the contact surfaces of both gluteal folds

DVLGS : the distance between the VLG and the lateral margin of the scapular region at HL5T

DVLGL : the distance between the VLG and the lateral margin of the lumbar region at HL3L

DVLGG : the distances between the VLG and the lateral margin of the gluteal region at HL3S P<0.05, **:P<0.01

의 상관관계를 각각 Fig. 6, 7, 8에 산포도로 나타내었다. Fig. 6의 견갑부에서는 상관관계가 나타나지 않으나 Fig. 7의 요부와 Fig. 8의 둔부에서는 상관관계가 있음을 볼 수 있다. 각 Fig.에서 가로축은 너비, 세로축은 등고선 수 차가 많은 사람의 분포를 나타낸

것으로 0을 중심으로 아래쪽(-)은 좌측에 등고선이 더 많은 사람의 분포이고, 위쪽(+)은 우측에 등고선이 더 많은 사람의 분포이다.

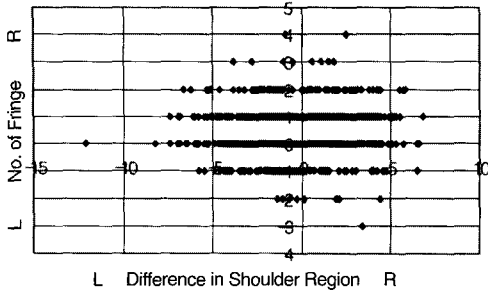


Fig. 6. Correlation between differences in the number of moiré fringes and the distance from the VLG to the corresponding margins on both sides of the scapular region.

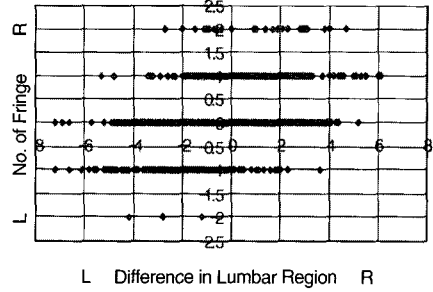


Fig. 7. Correlation between differences in the number of moiré fringes and the distance from the VLG to the corresponding margins on both sides of the lumbar region.

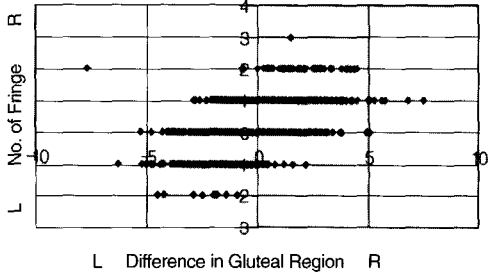


Fig. 8. Correlation between differences in the number of moiré fringes and the distance from the VLG to the corresponding margins on both sides of the gluteal region.

고찰

1,358명의 초·중학생의 背部 체형을 조사한 이 연구에서, 견갑부에서 등고선 수를 비교할 때 우측이 많은 사람이 남자에서 약 5.7배였고, 여자에서 2.8배였으며 남녀 합계 경우는 약 4배정도 였다. 견갑부에서 남녀 모두 좌측에 비해 우측에서 등고선 수가 많이 나타났으며, 여자보다 남자에서 우측 견갑부가 後彎되는 경우가 많으며 이런 현상은 중학교에서 더 뚜렷하였다. 이 결과는 신체의 발달과 더불어 오른손잡이 남학생이 우측 팔을 더 많이 사용하는 것과 관계 있는 것으로 생각된다. 요부에서는 우측이 많은 사람이 남자에서 약 1.8배로 나타나 견갑부나 둔부에 비하여 그리 높지 않았다. 여자의 경우는 우측이 많은 사람이 남자에 비해 훨씬 낮았으며 9, 11, 14세

에서는 오히려 좌측이 더 많이 나타났다. 5학년(11세), 6학년(12세)을 육안관찰하여 견갑부와 요부에서 좌측의 後彎이 많았다는 학교 보건원의 결과⁷⁾와 비교할 때 부분적으로는 일치하나 이번 연구에서는 전체적으로 우측後彎이 더 많았다. 그 이유는 학교보건원 연구는 측만증이 우려되는 X선 검사 대상자이고, 이 연구는 일반학생이 대상이었으므로 그에 따른 차이가 있을 것으로 사려된다. 둔부에서 좌측보다 우측에 등고선이 많은 경우는 남자에게서는 약 3.5배 였으며, 여자에서는 1.7배 였다.

각 부위별 등고선 수 차 비교에서 등고선 수가 많은 쪽은 전체적으로 우측이었으며 특히 견갑부와 둔부에서 우측 등고선 수가 많은 비율이 여자에 비해 남자에서 2배정도 많았다.

그림자식 모아레를 이용한 기존의 측만증 연구에서는 등고선 수 차 1개 이상을 관찰대상으로 보고 6개월 후 재검이 필요하다고 보았으며, 등고선 수 차 1개에서 1.5개는 매년 모아레 촬영대상으로 보았다¹⁵⁾. 이 연구에서는 견갑부의 등고선 수 차가 1개 이상인 관찰대상은 661명(48.7%)이고, X선 조사 대상인 2개 이상은 110명(8.1%)이 된다. 한 연구에¹⁶⁾ 의하면 하부 흉추부에서 등고선 수 차 1개 이상의 비대칭이 50% 정도였다고 했는데, 이 연구의 견갑부에서 등고선 수 차 1개 이상 비대칭인 56.8%와 유사하다.

Willner¹⁷⁾는 7~16세의 6,182명 집단 검사에서 7~

11세는 모아레의 비대칭이 증가추세를 보이고, 11세 이후는 증가 추세가 감소했으며 측만증의 빈도는 여자에게서 높았다고 했다. 본 연구에서 9~10세에서 비대칭의 증가가 있다는 점은 Willner의 보고와 유사하나 11세 이후에서 비대칭의 증가율이 적었다는 내용과는 달리, 남자 13세에서 견갑부 비대칭의 증가가 있었다. 이러한 차이는 각 연구에서 이용된 모아레의 차이 때문일 것으로 사료된다. 격자 모아레 간섭계 촬영방법은 견갑부의 3차원 영상을 있는 그대로 나타내지만, Willner가 측정한 그림자식 모아레 방법은 좌우 견갑부를 틀(screen)에 대고 촬영하므로 견갑부가 눌러지게 되고 좌우를 맞추어 놓은 상태이므로 등고선 수 차가 적게 나타나는 것으로 생각된다.

모아레 검사는 체형비대칭의 문제점을 조기에 발견할 수 있다는 장점외에도 다음과 같은 이유로 널리 사용되어왔다. 체형분석을 조기에 실시한 결과 측만증의 각도를 평균 34°에서 29°로 감소시켰다는 보고가 있다³⁾. 또 다른 연구에서는 이러한 조기 검진으로 치료비용을 감소시킬 수 있다고 했는데, 여기에는 환자의 정신적 피해나 사회적 손실은 포함되지 않았다고 했다¹⁸⁾. 체형의 구조적 문제들을 해결하기 위한 조기검진 방법으로 모아레를 이용하는 또 다른 이유는 X선 검사시 방사선 조사로 인한 해가 전혀 없다는 점이다^{9,10,14)}.

기존에 사용된 그림자식 모아레 측정 방법은 모아레 틀(screen)의 간격(선의 지름과 선 사이의 거리), 측정카메라와 모아레 틀(screen)과의 거리, 광원과 카메라와의 거리에 따라 측정된 등고선 간격이 달라지므로 촬영조건이 달라지면 계산을 새로 해야 등고선 간격을 알 수 있다. 그림자식 모아레 측정시 카메라와 틀 간격을 170cm, 광원과 카메라와의 간격은 60cm, 모아레 틀(screen)의 간격을 1mm로 했을 때, 등고선 간격은 7mm가 된다고 했다¹⁷⁾. 한 논문에서 그는 등고선 간격을 5mm¹⁹⁾로 보고한 경우도 있다. 그러나 다른 저자의 경우 등고선 간격을 기재하지 않는 경우도 있어¹⁴⁾ 측정결과를 비교하기가 어려울 때도 있다. 측정 방법은 모아레 틀(screen)에 둔부와 등을 살짝 대고 팔을 이완시켜 늘어뜨리고 양 하지

에 동일한 부하를 주고 서서 측정해야 하며, 또한 모아레 검사는 민감도가 매우 높아 위음성이 적은 반면 위양성이 많이 나오며 X선 검사결과와 일치하지는 않는다. 이러한 이유로 측만증의 X선 검사에서는 척추의 측부 편이를 나타내며, 모아레 검사에서는 척추의 회전 변위가 나타나기 때문이라 했다⁹⁾.

이 연구에서 사용된 격자모아레 간섭계는 모아레 틀(screen)이 필요 없는 방법이므로 피측정인의 체형을 서 있는 자세 그대로 촬영할 수 있는 장점이 있다. 측정시 몸이 움직여 생길 수 있는 오차를 줄이기 위해서 측정대 양쪽에 손잡이를 마련하였다. 그 이유는 사람이 서 있는 자세에서는 전후 또는 좌우로 흔들릴 수 있는데 이 때 손끝에 약간의 지지만 할 수 있어도 일정한 자세의 유지가 쉽기 때문이다. 또한 호흡시 일어날 수 있는 체형의 변화를 줄이기 위해 숨을 들이마셨다 내쉬 때를 측정 시점으로 잡았다. 이때 시선은 전방을 주시하여 체형을 바르게 하였다. 이렇게 측정된 결과는 컴퓨터에 저장되어 필요할 때 디지털화된 자료로 쉽게 출력이 가능하다. 촬영된 3차원 입체영상을 수직영상, 수평영상등 원하는 대로 출력하여 분석할 수 있으며, 각 부위의 좌우 너비, 높이, 어깨 각도 등도 계산하여 체형을 분석할 수 있다. 측정시간은 1시간에 약 60명이상 측정이 가능하다.

이제까지 체형의 불균형을 찾아내기 위한 방법으로는 여러 가지가 있었지만, 背部전체를 한번에 파악할 수 있는 방법은 없었다. 그러나 격자모아레 간섭계는 한번 측정에 30만개의 높이 정보를 가지므로 다양한 측정을 한번에 할 수 있다.

이 격자 모아레 간섭계는 측정 결과에 등고선 수는 물론 3차원의 높이 정보와 좌우 폭의 자동측정 계산 기능이 있으므로 등고선 수와 좌우 너비를 간단히 계산할 수 있다. 따라서 둔부 중심선에서 그은 수직선에서부터 좌우 너비 차를 계산하면 등고선의 수가 증가하는 쪽의 너비가 넓은지를 알아볼 수 있다.

이번 연구에서 좌우 너비 차비교는 좌측에서 높게 나타났다. 견갑부 너비 차비교에서 너비가 넓은 쪽은 남자의 경우 좌측 50.3%, 우측 47.4%로 좌측이 약간 높게 나타났다. 남녀 합의를 경우에서도 좌측 53.4%,

우측 44.3%로 좌측이 높은 비율을 보였다. 요부에서도 남자 좌측 55.0%, 우측 42.8%로 좌측이 높았으며 여자에서도 좌측 68%, 우측 29.4%로 좌측이 2배 가량 높았다. 남녀 합의 경우도 좌측 61.2%, 우측 36.4%로 좌측이 훨씬 높았다. 둔부에서는 남자 좌측 45.0%, 우측 51.3%로 우측의 비율이 높고, 여자에서도 좌측 64.1%, 우측 33.8%로 좌측의 비율이 높다. 남녀 합의 경우 좌측이 낮은 경우 54.1%, 우측이 낮은 경우 42.9%로 좌측의 비율이 높다. 이상에서 남자 둔부를 제외하고는 모두 좌측에서 너비가 넓은 경향을 보였다. 특히 여자의 경우 요부와 둔부에서는 거의 2배 가까운 사람에서 좌측의 너비가 넓었다. 이는 한 연구¹⁹⁾에서 9~10세의 여자들의 경우 허리에서 좌측이 우측보다 3배정도 넓다는 내용과 유사하다. 이 연구에서 등고선 수는 우측에서 많았고, 너비는 좌측에서 넓었다. 이러한 너비 차와 등고선 수 차와의 상관관계를 알아보기 위해 피어슨 상관분석법으로 분석한 결과 견갑부에서는 유의성이 없었고, 요부와 둔부에서는 유의한 결과를 보였다. 즉 등고선 수가 많은 쪽의 너비가 더 넓은 것으로 나타났다. 그러나 등고선수의 차이가 없으면서도 너비 차가 있는 경우도 많았다. 따라서 너비 차는 등고선 수와 척추의 틀어짐이 관계가 클 것으로 보이며 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다. 배부체형의 변위는 인체에 미치는 영향이 크므로, 한의학에서는 장기의 특성을 나타내는 경혈점들이 있는 背部 관찰과 치료를 중요시 여겼다²⁰⁻²²⁾. 동양의학의 원전인 황제내경에서도 질병은 생긴 다음 치료하기보다는 사전에 예방하는 것이 중요하다고 했다²³⁾. 체형부조화로 인한 만성 척추질환예방을 위해 격자모아레 간섭계가 유용한 방법이 되리라 생각된다.

이 연구에서는 서울시의 초등학생들의 체형비대칭이 많고, 중학교 남학생의 우측 견갑부와 둔부에서 등고선 수가 많았으며, 요부와 둔부에서는 등고선 수가 많은 쪽의 너비가 넓은 경향이 나타났다.

결론

이 연구는 한국과학기술원(KAIST)에서 개발한 격자모아레 간섭계(grating moir interferometer)를 이용하여 1999년 현재 서울시에 재학중인 초·중학생 1,358명(남자 711명(52.3%), 여자 647명(47.6%))의 背部표면을 관찰하여 나타난 등고선 수 차, 좌우 너비 차 그리고 이들 사이의 상관관계를 성별, 연령별로 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 등고선은 전체적으로 우측에서 많이 나타났으며, 그 인원수의 차이를 부위별로 분석해보면 견갑부에서 남자 309명(43.4%), 여자 156명(24.2%), 요부에서 남자 68명(9.5%), 여자 11명(1.7%), 둔부에서 남자 160명(22.4%), 여자 63명(9.8%)이었으며 이러한 경향은 견갑부와 요부에서 두드러지게 나타났고, 여자보다는 남자에게서 더 많이 나타났다. 견갑부에서 등고선 수 차가 1개인 661명(48.7%)은 향후 관찰대상이 되며 등고선 수 차가 2개이상인 110명(8.1%)은 X선검사가 요구된다.
2. 좌우 너비 차 분석에서는 우측보다 좌측이 넓은 사람이 많았는데 그 인원수 차이는 견갑부에서 남자 21명(3.0%), 여자 103명(15.9%), 요부에서 남자 87명(12.2%), 여자 250명(38.6%), 둔부에서 여자 197명(30.4%)이었으며, 남자 둔부에서만 우측에서 45명(6.3%)이 더 넓게 나타났다.
3. 등고선 수 차와 너비 차와의 상관관계에서는 요부, 둔부에서 등고선 개수가 많은 쪽의 너비가 넓은 것으로 나타났으나 견갑부에서는 그렇지 않았다.

이상의 결과로 서울시 초·중학생들의 背部 체형에서 등고선 수는 우측에서 많았고, 너비는 좌측이 넓었으며, 요부와 둔부에서는 등고선 수가 많은 쪽의 너비가 넓은 경향을 보였다.

참고문헌

1. Tachdjian MO. Pediatric orthopedics. Philadelphia. WB Saunders Co. 1972:1200.
2. Moe JH., Bradford DS, Winter RB and Lonstein JE. Scoliosis and other spinal deformities. Philadelphia WB Saunders Co. 1978:17.
3. Willner S. A comparative study of the efficiency of different types of school screening for scoliosis. Acta Orthop. Scand. 1982;53:769-774.
4. 이숙희. 청소년기의 척추측만증의 원인과 실태. J. of Korean Soc. of School Health, 1998;11(1):1-5.
5. Laulund T, Ojbjerg JO and Holyck E. Moir topography in school screening for structural scoliosis. Acta Orthop. Scand. 1982;53:765-768.
6. Willner S and Willner E. The role of moir photography in evaluating minor scoliotic curves. International Orthopaedics (SICOT). 1982;6:55-60.
7. 이숙희, 김종희. 초등학교 5, 6학년을 대상으로 한 척추측만증 실태 조사. J. of Korean Soc. of School Health. 1999;12(1):143-148.
8. 이봉교, 김태희, 박영배. 한방진단학. 4판. 도서출판 정보사. 서울. 1997:31-3.
9. Levy AR, Mark SG, Nancy EM, James AH. and Benoit Poitras, FRCP. Reducing the lifetime risk of cancer from spinal radiographs among people with adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 1996;21(13):1540-1548.
10. Denton TE, Randall FM and Deinlein DA. The use of instant moir photographs to reduce exposure from scoliosis radiographs. Spine. 1992;17(5):509-512.
11. Sahlstrand T. The clinical value of moir topography in the management of scoliosis. Spine. 1986;11(5):409-417.
12. Takasaki H. Moiré topography. Applied Optics. 1970;9:1457-1472.
13. Takasaki H. Moiré topography. Applied Optics. 1973;12:845-850.
14. Nissinen M, Heliövaara M, Tallroth K and Poussa M. Trunk asymmetry and scoliosis. Acta Paediatr Scand. 1989; 78:747-53.
15. Willner S. Prevalence study of trunk asymmetries and structural scoliosis in 10-year old school children Spine. 1984;9(6): 644-647.
16. Nissine M, Neliövaara M, Ylikoski M and Poussa M. Trunk asymmetry and screening for scoliosis : A longitudinal cohort study of pubertal school children. Acta Paediatr. 1993;82:77-82.
17. Willner S. Moiré topography for the diagnosis and documentation of scoliosis. Acta Orthop. Scand. 1979;50:295-302.
18. Montgomery F, Persson U, Mpolsei P, Benoni G, Willner S and Lindgren B. Screening for scoliosis a cost-effectiveness analysis. Spine. 1990;15(2):67-70.
19. Vercauteren M, Vanbeneded M, Verrlaetse R, Uyttendaele D and Verdonk R. Trunk asymmetries in a Belgian school population Spine. 1982;7(6):555-562.
20. 이경우 역. 편주역해 황제내경소문. 여강출판사. 1994:410-412.
21. 민병일, 김덕곤 역. 동양의학의과학적 접근과 임상. 서원당. 1993:247-253.
22. 최용태, 이수호. 정해 침구학. 행림출판. 1985:770-778.
23. 홍원식 편. 정교 황제내경소문, 동양의학연구원 출판부. 서울. 1981:14.