

도시 초등학교 4학년의 굴절 이상과 안 계측치 변화

한은령 · 강지은 · 전루민 · 최규룡

이화여자대학교 의과대학 안과학교실, 시과학 연구센터

목적 : 도시지역 초등학교 4학년의 굴절 이상 및 안 계측치 분포의 변화 양상을 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 2003년 3월과 12월에 각각 도시 지역의 초등학교 4학년 188명(376안)을 대상으로 나안 및 교정시력측정, 자동 각막곡률계(KR-8100, Topcon Inc., Japan)를 이용한 각막 굴절률 측정, A-scan 초음파(A/B-scan system 835, Humphrey Inc., Dublin, CA)를 이용한 안축장 측정, 조절마비굴절검사를 시행하고, 굴절 이상 및 안 계측치의 변화를 분석하였다.

결과 : 평균나안시력(logMAR)은 -0.15 ± 0.29 에서 -0.20 ± 0.35 로 감소하였으며, 근시안(-0.50 디옵터(D) 이하)이 44.1%에서 50.3%로 증가하였고, 원시안($+1.00$ D 이상)은 8.0%에서 5.8%로 감소하였다. 평균 굴절력은 -0.65 ± 1.57 D에서 -0.88 ± 1.75 D로 감소하였다. 각막 굴절률의 평균은 43.21 ± 1.29 D에서 43.35 ± 1.31 D로, 안축장의 평균은 23.38 ± 0.88 mm에서 23.60 ± 0.92 mm로 증가하였다.

결론 : 인구 집단에 근거하여 굴절 이상 및 안 계측치 분포의 변화를 추적 관찰 하였으며, 그 결과 도시지역 초등학교 4학년의 근시 유병률과 평균 안축장의 증가 양상을 확인하였다.

〈한안지 48(8):1119-1125, 2007〉

굴절 이상, 특히 근시는 시력 저하의 가장 흔한 원인 하나로 국내외 여러 연구자들에 의해 굴절 이상의 위험 인자 및 관련되는 요인들에 대한 연구가 이루어져 왔다. 최근 아시아를 비롯한 여러 지역에서 시행된 인구 집단에 근거한 근시의 유병률 및 관련 인자에 관한 임상 및 실험적 연구들에 따르면, 근시의 유병률은 점차 증가하는 양상을 보여 서구에서는 10~25%, 산업화된 일부 아시아 국가들에서는 약 30~60%에 이르러 보고되고 있다.¹⁻⁸ 특히 싱가포르, 홍콩, 대만 등 아시아 지역의 근시 유병률이 높게 보고되고 있고, 이는 아시아 지역의 높은 교육열로 인해 학동기에 근거리 작업에 노출되는 시간이 길어지는 것과 연관이 있는 것으로 추정된다.^{3,5,8} 또한 11세 이상의 아동에서 근시 유병률이 유의하게 높아 연령 증가가 근시 유병률에 영향을 미치는

것으로 보고된 바 있다.^{9,10}

국내에서는 1977년 Kim and Kim¹이 초등학교 학동의 근시 유병률을 30.1%로 보고한 바 있고, 1988년 Kim and Koo¹¹은 도시 학동의 근시 유병률을 23.0%로 보고하였으며 초등학교 4~6학년에 근시가 급작스럽게 출현한다고 하였다. 최근 우리 나라는 교육 수준 및 생활 환경이 높아지면서 학동기의 근시 빈도가 증가하고 있으나 이에 대한 유병률, 근시의 진행 정도 및 그 관련 인자에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 이에 본 저자들은 도시지역 초등학교 4학년의 굴절 이상 및 안계측치를 9개월 간격으로 조사하여 학동기 인구의 굴절 이상 및 안계측치의 변화를 살펴보고자 하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상

아파트와 단독 주택이 혼합된 서울시 중산층 지역의 H 초등학교에 재학 중인 4학년 학생들을 대상으로 2003년 3월과 12월에 연구를 시행하였다. 약시 및 굴절 검사에 영향을 줄 수 있는 질환이 있는 경우를 제외한 188명(남 95명, 여 93명)의 학생들이 본 연구에 포함되었다. 대상 학생들에 대하여 모두 학부모의 동의를

〈접수일 : 2007년 1월 31일, 심사통과일 : 2007년 5월 15일〉

통신저자 : 최 규 룡

서울시 양천구 목6동 911-1

이화여대부속 목동병원 안과

Tel: 02-2650-5031, Fax: 02-643-1146

E-mail: ckrey02@mm.ewha.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2004년 대한안과학회 제92회 추계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

를 받았고 IRB (Institutional review board: 임상시험 심사위원회) 심사를 통과하였다.

2. 연구 방법

전체 대상 학생들에 대하여 성별, 안과 질환의 과거력 및 수술 기왕력과 전신 질환 유무를 조사하였고, 나안 및 교정시력측정, 자동 각막 곡률계(KR-8100, Topcon[®] Inc., Japan)를 이용한 각막 굴절률 측정, A-scan 초음파(A/B-scan system 835, Humphrey[®] Inc., Dublin, CA)를 이용한 안축장의 측정, 조절마비 굴절검사를 시행하였다. 모든 검사는 대상 학생 모두에게 각각 동일한 조건하에, 동일 검사자에 의해 시행되었으며, 본 연구 조사는 2003년 3월과 12월, 두 차례에 걸쳐 각 1개월간 안과 전문의 2명, 전공의 1명, 예방의학 전문의 1명, 전공의 1명, 전문조사원 2명에 의해 시행되었다.

1) 시력 측정

시력은 한천석 시시력표(5 m용)를 사용하여 동일한 표준 조건하에 측정되었다. 시력표는 5 m 거리에 위치시켰고, 각 시력에 해당하는 줄의 시표를 모두 읽을 수 있을 때, 그 줄에 해당하는 시력을 피검자의 시력으로 정하였다. 측정시 0.1시표를 못 읽는 학생에 대해서는 0.1의 시표가 판독되는 위치까지 시력표에 가까이 나오게 하여 그 위치로부터 시력표까지의 거리를 시력으로 환산하였다. 나안시력을 먼저 측정하고, 안경을 착용하는 학생의 경우에는 나안시력 측정 후 안경을 쓰고 교정시력을 측정하였다. 측정된 시력은 로그 대응치(LogMAR: logarithm of minimum angle of resolution)로 전환하여 비교하였다.

2) 각막 굴절률 측정

각막 굴절률은 자동 각막곡률계(KR-8100, Topcon[®] Inc., Japan)를 이용하여 각막 중심부가 기계의 중심에 오도록 높이를 조절한 후 주시 이미지를 보게 하고 컨트롤 레버를 좌우상하로 조정하여 정렬을 맞춘 후 버튼을 눌러 측정하였고 측정치의 평균값을 각막의 굴절률로 전환하였다.

3) A-scan 초음파검사

A-scan 초음파(A/B-scan system 835, Humphrey[®] Inc., Dublin, CA)를 이용하여 안축장을 측정하였다. 피검자가 누워있는 상태에서 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine[®])을 점안한 후 시선을 고정시키고 소식자가 시축과 일직선상에

놓이게 하여 각막 중심부에 함몰없이 접촉하도록 하였으며, 각막전면과 수정체 전후면, 그리고 망막전면의 각 반사파의 음영이 최대과장을 보이고 정확히 나타났을 때 안구의 최대 전후경을 측정하였다.

4) 조절마비 굴절검사

모든 피검자의 눈에 1% cyclopentolate hydrochloride (Cyclogyl[®])을 5분 간격으로 2회 이상 점안하고, 점안 30~40분 후 동공 산대 및 대광 반사의 소실을 확인한 후 대상 학교에 임시로 설치된 암실에서 검영법에 의한 타각적 굴절검사를 시행하였다. 난시가 있는 경우는 구면렌즈 대응치(spherical equivalent)를 이용하여 환산하였으며, 굴절도 -0.50D 이하를 근시로, +1.00D 이상을 원시로 분류하였고, 양안 굴절력차가 1.00D 이상인 경우를 굴절 부등으로 정의하였다.

3. 통계 분석

통계적 분석은 SAS program version 8.1과 SPSS Win 10.0을 사용하였다. 평균 나안시력, 안축장, 각막 굴절률, 굴절이상의 성별 분포 및 3월과 12월의 변화치에 대해 짝을 이룬 t-검정과 카이제곱검정을 시행하였고, $p < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의하다고 평가하였다.

결 과

1. 시력의 변화

2003년 3월의 결과에서 전체 376안의 평균 나안시력은 -0.15 ± 0.29 LogMAR 였으며, 9개월이 지난 후인 12월에는 평균 나안시력이 -0.20 ± 0.35 LogMAR로 통계학적으로 유의한 시력의 감소를 보였다($p < 0.0001$). 남아의 평균 나안시력은 -0.11 ± 0.25 LogMAR에서 -0.15 ± 0.30 LogMAR로, 여아의 평균 나안시력은 -0.19 ± 0.32 LogMAR에서 -0.25 ± 0.40 LogMAR로 각각 감소하였다. 나안 시력의 분포를 살펴보면, 0.0 LogMAR (한천석 시시력표 1.0) 이상의 정상 시력안이 3월에는 200안(53.2%)이었으나 12월에 181안(48.1%)으로 감소하였고, -0.5 LogMAR (한천석 시시력표 0.3)이하의 낮은 시력을 갖는 군은 64안(17.0%)에서 82안(21.9%)으로 증가하였으며 이러한 구간별 변화 역시 통계적 유의성을 보였다($p < 0.05$). 12월에 시행한 시력측정 결과 -0.5 LogMAR 이하의 낮은 시력군은 전체 82안(21.9%), 남아 33안(17.3%), 여아 49안(26.3%)으로 여아의 분포가 많았다(Table 1).

Table 1. Comparison of uncorrected visual acuity using logMAR between March and December [No. of eyes (%)]

	March	December	Difference	p-value
Total				
Uncorrected visual acuity (logMAR, mean±SD)	-0.15±0.29	-0.20±0.35	-0.05±0.16	< 0.0001*
Group of logMAR				
0 ≤	200 (53.2)	181 (48.1)		0.0152 [†]
-0.5 ≤ <0	112 (29.8)	113 (30.0)		
-1.0 ≤ < -0.5	64 (17.0)	71 (18.9)		
-1.5 ≤ < -1.0	0 (0.0)	10 (2.7)		
-2.0 ≤ < -1.5	0 (0.0)	1 (0.3)		
Boys				
Uncorrected visual acuity (logMAR, mean±SD)	-0.11±0.25	-0.15±0.30	-0.04±0.15	0.0009*
Group of logMAR				
0 ≤	107 (56.3)	100 (52.6)		0.4257 [†]
-0.5 ≤ <0	60 (31.6)	57 (30.0)		
-1.0 ≤ < -0.5	23 (12.1)	32 (16.8)		
-1.5 ≤ < -1.0	0 (0.0)	1 (0.5)		
-2.0 ≤ < -1.5	0 (0.0)	0 (0.0)		
Girls				
Uncorrected visual acuity (logMAR, mean±SD)	-0.19±0.32	-0.25±0.40	-0.06±0.18	< 0.0001*
Group of logMAR				
0 ≤	93 (50.0)	81 (43.6)		0.0263 [†]
-0.5 ≤ <0	52 (28.0)	56 (30.1)		
-1.0 ≤ < -0.5	41 (22.0)	39 (21.0)		
-1.5 ≤ < -1.0	0 (0.0)	9 (4.8)		
-2.0 ≤ < -1.5	0 (0.0)	1 (0.5)		
Total		376 (100.0)	376 (100.0)	

* : statistical significance was tested by paired t-test.

[†] : statistical significance was tested by chi-square test.

2. 굴절 이상의 변화

전체 376안의 평균 굴절 상태는 3월에 -0.65 ± 1.57 diopter (D)로 측정되었고, 12월에는 -0.88 ± 1.75 D로 측정되어 -0.23 ± 0.67 D의 차이를 보였다. 3월과 12월의 평균 굴절 상태의 차이를 남녀로 구분하여 비교할 때에도, 각각 -0.26 ± 0.76 D와 -0.19 ± 0.56 D의 굴절률의 차이를 보여 통계학적으로 의미있는 굴절률의 감소를 나타내었다($p < 0.0001$) (Table 2). -0.5 D 이하의 굴절률을 갖는 근시안은 3월의 166안(44.2%)에서 12월의 188안(50.1%)으로 증가하였고, 1.0D 이

상 원시안은 30안(7.9%)에서 23안(6.0%)으로, 정시안은 180안(47.9%)에서 165안(43.9%)으로 각각 감소하였다. -4.0 D 이하의 근시안을 중등도 근시로 분류하여 변화 양상을 분석한 결과, 3월에는 16안(4.3%)이었으나 12월에는 24안(6.4%)으로 증가하였다.

3. 안축장 및 각막 굴절률의 변화

남아의 평균 안축장은 3월과 12월에 각각 23.53 ± 0.85 mm와 23.75 ± 0.89 mm였으며 9개월간 0.22 ± 0.15 mm의 증가를 보였다. 여아의 경우에도 23.23

Table 2. Comparison of refractive error between March and December [No. of eyes (%)]

	March	December	Difference	p-value
Total				
Refractive error (Diopter, mean±SD)	-0.65±1.57	-0.88±1.75	-0.23±0.67	<0.0001*
Myopia (≤ -0.5D)	166 (44.2)	188 (50.1)		0.2295†
Emetropia (-0.5D< <1.0D)	180 (47.9)	165 (43.9)		
Hyperopia (1.0D≤)	30 (7.9)	23 (6.0)		
Boys				
Refractive error (Diopter, mean±SD)	-0.50±1.54	-0.76±1.67	-0.26±0.76	<0.0001*
Myopia (≤-0.5D)	79 (41.6)	93 (48.9)		0.3159†
Emetropia (-0.5D< <1.0D)	96 (50.5)	86 (45.3)		
Hyperopia (1.0D≤)	15 (7.9)	11 (5.8)		
Girls				
Refractive error (Diopter, mean±SD)	-0.82±1.58	-1.01±1.82	-0.19±0.56	<0.0001*
Myopia (≤-0.5D)	87 (46.8)	95 (51.1)		0.6576†
Emetropia (-0.5D< <1.0D)	84 (45.2)	79 (42.5)		
Hyperopia (1.0D≤)	15 (8.0)	12 (6.4)		
Total	376 (100.0)	376 (100.0)		

* : statistical significance was tested by paired t-test.

† : statistical significance was tested by chi-square test.

Table 3. Comparison of axial length between March and December (mm)

	March (mean±SD)	December (mean±SD)	Difference (mean±SD)	p-value
Boys	23.53±0.85	23.75±0.89	0.22±0.15	< 0.0001*
Girls	23.23±0.88	23.44±0.92	0.21±0.25	< 0.0001*
Total	23.38±0.88	23.60±0.92	0.22±0.21	< 0.0001*

* : statistical significance was tested by paired t-test.

Table 4. Comparison of corneal refractory power between March and December [diopter (D)]

	March (mean±SD)	December (mean±SD)	Difference (mean±SD)	p-value
Boys	43.08±1.23	43.24±1.24	0.15±0.29	< 0.0001*
Girls	43.35±1.34	43.46±1.38	0.11±0.46	0.0010*
Total	43.21±1.29	43.35±1.31	0.13±0.38	< 0.0001*

* : statistical significance was tested by paired t-test.

±0.88 mm에서 23.44±0.92 mm로 증가하여 남녀 모두에서 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 전체 376안의 평균 안축장은 3월에 23.38±0.88 mm였으나, 12월에는 23.60±0.92 mm로 증가하여 통계학적

으로 유의한 변화를 보였다(p<0.0001)(Table 3).

12월에 측정된 전체 376안의 평균 각막 굴절률은 43.35±1.31D로 3월의 평균 각막 굴절률에 비해 0.13±0.38D의 증가를 보였다(Table 4).

고 찰

사람 눈의 굴절력은 주로 각막, 수정체의 굴절력과 눈의 앞뒤 길이인 안축장에 따라 결정된다. 출생 시 안구의 굴절 상태는 대부분 원시 상태를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 성장 과정에 따라 정시안이 되는데 이에는 안축장, 각막 및 수정체의 굴절 상태 변화가 영향을 미친다.¹² 최근 아시아 지역을 중심으로 보고된 학동기 아동에 대한 역학적 연구에 따르면, 특히 근시성 굴절 이상의 유병률은 점차 증가하는 추세를 보이고 있으며,^{3,5,8} 국내에서 1988년 Kim and Koo¹¹가 보고한 바에 따르면 도시 학동의 근시 유병률은 23.0%에 이른다.

본 연구는 도시 초등학교 4학년에 국한되기는 하였지만 인구 집단에 근거하여 시력 및 안계측치의 변화 양상을 살펴보고자 하였으며, 연령에 따른 굴절 분포 양상에 대해 비교한 기존 연구에 비해, 9개월의 기간 동안 개개인의 변화 추이를 비교하여 분석하였다는데 의의가 있다.

근시의 발생은 민족과 인종마다 차이가 있으며, 여러 가지 많은 요소들이 관여하고 있는 것으로 추정된다. 발병 시기는 주로 유년기부터이며, 연령과 더불어 근시의 정도는 증가하는 것으로 알려져 있다.¹³ 근시의 발생 및 진행에 영향을 미치는 원인에 대해서는 많은 가설이 제기되어 왔는데 현재까지 확실하게 밝혀진 바는 없으나, 유전적 요소뿐만 아니라 그 민족의 사회, 문화적인 배경의 적응 과정이나 여러 환경적 요소, 눈모임과 조절에 따른 안축장의 증가, 과도한 근거리 작업에 따른 가성 근시의 발생 등이 원인으로 제기되어 왔다.¹⁻⁸

특히, 학동기 아동에 있어 지속적 근거리 작업은 근시의 발생 및 진행에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 이는 연령의 증가에 따른 안축장 길이의 증가에 지속적 근거리 작업이 영향을 미치는 것으로 추정된다.^{3,4,8} 따라서 높은 교육열과 독서 및 컴퓨터 작업 등의 많은 근거리 작업량을 고려할 때, 우리나라 학동기 아동의 굴절 분포 이상 및 변화 추이를 알아보는 것은 의미있는 일일 것이다.

본 연구에서 3월에는 정시안이 180안(47.9%), 비정시안이 196안(52.1%)이었으나 12월에는 정시안이 165안(43.9%), 비정시안이 211안(56.1%)로 정시안은 감소한 반면 비정시안인 아동의 수가 증가한 소견을 보였으며, 비정시안 중에서는 근시안인 경우가 166안(44.2%)에서 188안(50.1%)로 증가하였고, 원시안은 30안(7.9%)에서 23안(6.0%)으로 감소하여 아동이 성장함에 따라 굴절 상태가 근시쪽으로의 이행이 있었음을 확인할 수 있었다. 1975년 Oh et al¹⁴은 10세 초

등학생 중 20.1%가 근시성 굴절 이상을 보였고 이들 근시성 굴절 이상은 연령이 많아짐에 따라 증가하는데 특히 11세경에 급격히 증가하는 양상을 보였다고 보고하였다. 1984년 Rho et al¹⁵에 의하면 민족과 종족의 차이 및 생활 습관, 환경 등의 영향도 배제할 수는 없으나 연령 별로 굴절 정도의 분포를 살펴본 결과 11세에 굴절 이상이 가장 많이 관찰되었으며, 근시성 굴절 이상은 연령이 많아짐에 따라 차츰 증가하였고, 원시성 굴절 이상의 유병률은 연령이 많아짐에 따라 감소하였다고 발표하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 1988년 Koo et al¹⁶도 초, 중, 고교생을 대상으로 굴절 이상을 조사한 결과 학년이 높을 수록 근시의 도수는 증가하였으며, 초등학교 4학년, 6학년의 사이에서 근시의 급격스러운 증가를 관찰하였다고 하였다. Mantyjarvi¹⁷도 사춘기 이전에 시작되는 근시의 경우 사춘기 이후에 시작되는 근시에 비해 빠른 진행을 보인다고 하였다.

본 연구에서 근시의 유병률은 남아에서 3월과 12월에 각각 79안(41.6%), 93안(48.9%)이었고 여아에서 각각 87안(46.8%), 95안(51.1%)로 남녀간의 유의한 차이는 없었다. 이런 남녀간의 발생 비율의 차이에 대해 일부 연구에서는 연령에 따른 근시의 유병률에는 차이가 있으나 남녀간의 발생 비율에 대해서는 차이가 없다고 하였으나,¹⁷ 다른 연구에서는 남자에서 여자에 비해 근시가 많다고 하였다.¹⁸ 한편, 또 다른 연구자^{10,19-20}들은 여아에서 근시의 진행이 빠르며, 남자는 여아에 비해 근시의 유병률과 진행이 느리며, 이는 남아에 비해 여아가 조기에 성장이 급격하게 일어나며 내분비 호르몬의 변화에 따라 영향을 받는 것과 여아의 근거리 작업에의 노출이 남아에 비해 더 많기 때문으로 추정하였다. 본 연구에서는 3월과 12월에 시행한 남아의 평균 굴절력은 각각 -0.50D, -0.76D였으며 이에 비해 여아의 평균 굴절력은 각각 -0.82D, -1.01D로써 남아에 비해 여아에서 근시성 경향을 보였고, 근시의 진행 정도는 남아의 경우 -0.26D, 여아의 경우 -0.19D로써 오히려 남아의 경우 더 높은 것으로 나타났고 이를 환산하면 남자는 평균 0.36D/년, 여아는 평균 0.25D/년의 근시 진행을 보였다. 하지만, 이는 9개월이라는 단기간에 따른 변화 추이를 본 것이므로 근시의 진행 정도를 보는 데는 한계가 있으며, 인종간에 있어 호르몬 분비 변화나 사춘기 발현 시기 등에도 차이가 있을 것으로 생각된다. 근시의 진행 정도에 대해서는 보고자마다 약간의 차이가 있는데 Parssinen and Hemminki²¹는 9~11세에서 0.53D/년의 근시의 진행을 보고하였고, Mantyjarvi¹⁷는 8세에서 평균 0.93D/년, 13세에서 0.52D/년의 근시 진행을 보고하였으며, 싱가포르에서 시행된 연구에 의하면 3년 동안

근시 진행률은 $-1.71D \sim -2.40D$ 로써 비교적 높은 정도의 근시 진행율을 보고하였으며,²² Kelly et al²³은 18~23세에도 0.5D/년의 근시 진행을 보고한 바 있다. 국내에서는 1998년 Kim and Min²⁴이 평균 0.67D/년의 근시 진행을 보인다고 하였고, 10세 이후의 경우에는 $-0.36D$ /년으로 적은 진행을 보인다고 하였다. 본 연구의 경우 평균 근시의 진행 정도는 0.30D/년으로 추정되었는데, 대상 아동의 생활 습관이나 근거리 작업량 등을 고려하여 더욱 장기적인 추적 관찰을 한다면 보다 의미 있는 근시의 진행율을 추정할 수 있을 것으로 생각된다.

평균 안축장은 23.38 ± 0.88 mm에서 23.60 ± 0.92 mm로 통계적으로 유의한 증가를 보였고, 이는 안축장의 증가가 근시의 진행과 연관이 있음을 알 수 있었다.

본 연구는 인구 집단을 대상으로 하였으며, 특히 근거리 작업에의 노출이 많은 학동기 아동을 대상으로 개개인에 따른 굴절 이상 및 안 계측치의 변화 양상을 분석하였다는데 그 의의가 있다. 다만, 1차 검사 이후 2차 검사까지 응한 아동만을 대상으로 하였으므로 2차 검사 대상자의 선택에 편견이 개입될 수 있었다는 제한점이 있으며, 각각의 대상 아동에서 가족의 굴절 이상이나 독서 습관 및 근거리 작업의 정도 등의 영향이 고려되지 않았다는 제약점이 있다.

그러나 결론적으로 추적 관찰 기간 동안 도시지역 초등학교 4학년의 나안 시력은 의미있게 감소하였고 원시 및 정시의 비율은 감소하였으나 근시 유병률은 통계적으로 유의하게 증가하는 경향을 보였으며, 평균 안축장의 길이와 평균 각막 굴절률 또한 의미 있는 증가를 보였다. 이에 도시의 학동기 아동에 대한 굴절 이상 및 안 계측치의 변화 양상을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- Kim SH, Kim SM. Survey on causative factors responsible for the school myopia. *J Korean Ophthalmol Soc* 1977;18:45-9.
- Sperduto RD, Seigel D, Roberts J, et al. Prevalence of myopia in the United States. *Arch Ophthalmol* 1983;101:405-7.
- Wong L, Coggon D, Cruddas M, et al. Education, reading, and familial tendency as risk factors for myopia in Hong Kong fishermen. *J Epidemiol Community Health* 1993;47:50-3.
- Zylbermann R, Landau D, Berson D. The influence of study habits on myopia in Jewish teenagers. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993;30:319-22.
- Lin LL, Shih YF, Tsai CB, et al. Epidemiologic study of ocular refraction among schoolchildren in Taiwan in 1995. *Optom Vis Sci* 1999;76:275-81.
- Maul E, Barroso S, Munoz SR, et al. Refractive error study in children: results from La Florida, Chile. *Am J Ophthalmol* 2000;129:445-54.
- Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, et al. Genes and environment in refractive error: the twin eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:1232-6.
- Saw SM, Zhang MZ, Hong RZ, et al. Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China Study. *Arch Ophthalmol* 2002;120:620-7.
- Lee MJ, Lee YH, Shyn KH. The progression of myopia with age. *J Korean Ophthalmol Soc* 1987;28:151-5.
- Fan DS, Lam DS, Lam RF, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:1071-5.
- Kim JC, Koo BS. A study of prevailing features and causes of myopia and visual impairment in urban school children. *J Korean Ophthalmol Soc* 1988;29:165-81.
- Harly RD. *Pediatric Ophthalmology*, 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1983;398-9
- Duke-Elder. *System of Ophthalmology*, Vol. 5. St. Louis: C.V. Mosby Company, 1970;207-53
- Oh JH, Hong YJ, Kim SD, et al. Refractive error incidence in primary school children. *J Korean Ophthalmol Soc* 1975;16:36-42.
- Rho GH, Choi O, Rho SH. Refractive errors in school children in Cheju Island. *J Korean Ophthalmol Soc* 1984;25:223-8.
- Koo BS, Kim JC, Yang HN. A survey of the visual impairment and the refractive errors in urban school children in Korea. *J Korean Soc School Health* 1988;1:103-13.
- Mantjarvi MI. Prediction of myopia progression in school children. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1985;22:71-5.
- Liang YS, Lai IC, Loke TY, et al. Preliminary report of ocular examination in school children. *Transaction of the ophthalmologic society of Republic of China* 1986;23:1-7.
- Jensen H, Goldschmidt E. Vision and refraction of school children. *Acta Ophthalmol* 1985;173:83.
- Heyman L, Gwiazda J, Hussein M, et al. Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Arch Ophthalmol* 2005;123:977-87.
- Parssinen O, Hemminki E. Spectacle-use, bifocals and prevention of myopic progression. The two-year results of a randomized trial among schoolchildren. *Acta Ophthalmol* 1988;185:S156-61.
- Saw SM, Tong L, Chua WH, et al. Incidence and progression of myopia in Singaporean school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:51-7.
- Kelly TS, Chatfield C, Tustin G. Clinical assessment of the arrest of myopia. *Br J Ophthalmol* 1975;59:529-38.
- Kim SY, Min BM. Myopic progression according to the age of onset in childhoods. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:721-7.

=ABSTRACT=

Changes of Refractive Errors and Optometric Values in Fourth Graders at an Urban Elementary School in Korea

Eun Ryung Han, M.D., Ji Eun Kang, M.D., Roo Min Jun, M.D., Kyu Ryong Choi, M.D.

*The Institute of Ophthalmology and Optometry,
Department of Ophthalmology, Ewha Womans University College of Medicine, Seoul, Korea*

Purpose: To evaluate changes in refractive errors and quantify optometric values in 4th graders at an urban elementary school in Korea.

Methods: A total of 188 school children (376 eyes) were assessed in a population-based, cross-sectional and longitudinal follow-up study between March and December 2003. Uncorrected visual acuity, best corrected visual acuity, corneal refractive power measured with auto keratometer (KR-8100, Topcon[®] Inc., Japan), axial length measured with A-scan ultrasound biometry (A/B-scan system 835, Humphrey[®] Inc., Dublin, CA), and cycloplegic refraction were evaluated on March and December, respectively.

Results: Mean visual acuity decreased from -0.15 ± 0.29 LogMAR to -0.20 ± 0.35 LogMAR and mean spherical equivalent (SE) showed myopic progression from -0.65 ± 1.57 diopter (D) to -0.88 ± 1.75 D. The prevalence rate of myopia (≤ -0.50 D SE) was increased from 44.1% to 50.3%, while that of hyperopia ($\geq +1.00$ D SE) was decreased from 8.0% to 5.8%. Mean corneal refractive power changed from 43.21 ± 1.29 D to 43.35 ± 1.31 D, and mean axial length changed from 23.38 ± 0.88 mm to 23.60 ± 0.92 mm, respectively.

Conclusions: We assessed the changes of refractive errors and quantified the optometric values in a population-based, longitudinal follow-up study. The results showed that the prevalence of myopia and the mean axial length increased during our study in urban elementary 4th graders in Korea.

J Korean Ophthalmol Soc 48(8):1119-1125, 2007

Key Words: Optometric value, Refractive error, Myopia

Address Reprint requests to **Kyu Ryong Choi, M.D.**

Department of Ophthalmology, Mokdong Hospital, College of Medicine, Ewha Womans University
#911-1 Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul 158-050, Korea.

Tel: 82-2-2650-5031, Fax: 82-2-643-1146, E-mail: ckrey02@mm.ewha.ac.kr