

안과 병원을 내원한 소아 청소년의 굴절이상과 안광학 성분간의 상관관계 연구

하나리 · 김현정

건양대학교 안경광학과

투고일(2012년 2월 2일), 수정일(2012년 3월 14일), 게재확정일(2012년 3월 17일)

목적: 4~17세의 소아 및 청소년을 대상으로 굴절이상과 안광학 성분간의 상관관계를 연구하여 한국인의 소아 굴절이상에 대한 이해를 높이고자 한다. **방법:** 2010년 10월부터 2011년 2월까지 서울 소재 안과 병원에 내원한 교정시력이 0.7 이상으로 4~17세인 124명(230안)을 대상으로 조절마비 굴절검사 또는 현성 굴절검사를 실시하여 측정된 의무기록 데이터를 바탕으로 하여 등가구면 굴절력으로 굴절상태를 조사하고 IOL Master를 이용하여 안광학 성분을 측정하였다. **결과:** 굴절이상도와 안광학 성분의 상관관계 연구에서 굴절이상도는 AL/CR(axial length/corneal radius) 비와 -0.92 음의 상관관계($p=0.00$)를, 안축의 길이와는 -0.80 음의 상관관계($p=0.00$)를, 전방 깊이와는 -0.35 음의 상관관계($p=0.00$)를, 각막 굴절력과는 -0.11 음의 상관관계($p=0.12$)를, 각막 곡률반경과는 $+0.11$ 양의 상관관계($p=0.11$)를 보였다. 안축의 길이는 AL/CR 비와 $+0.84$ 양의 상관관계($p=0.00$)를, 전방 깊이와는 $+0.47$ 양의 상관관계($p=0.00$)를, 각막 굴절력과는 -0.38 음의 상관관계($p=0.00$)를, 곡률반경과는 $+0.38$ 의 양의 상관관계($p=0.00$)를 보였다. 각막 곡률반경은 각막 굴절력과 -1 음의 상관관계($p=0.00$)를, AL/CR 비와는 -0.19 음의 상관관계($p=0.00$)를, 전방 깊이와는 -0.06 음의 상관관계($p=0.39$)를 보였다. 각막 굴절력은 AL/CR 비와 $+0.19$ 양의 상관관계($p=0.00$)를, 전방 깊이와는 $+0.06$ 양의 상관관계($p=0.39$)를 보였다. 전방 깊이는 AL/CR 비와 $+0.53$ 양의 상관관계($p=0.00$)를 보였다. **결론:** AL/CR 비는 안광학 성분들과 밀접한 상관관계가 있으며 눈의 굴절이상을 예측하는데 AL/CR 비가 중요한 요소임을 알 수 있었다.

주제어: 굴절이상도, 안광학 성분, 안축의 길이, 각막 굴절력, 각막 곡률반경, 전방 깊이, AL/CR 비

서 론

신체의 성장과 함께 안구 또한 성장하며, 연령이 증가함에 따라 안구의 굴절 상태 또한 변하게 된다. 특히, 소아 청소년기에는 왕성한 신체 성장에 따라 굴절이상 또한 급격히 변하는 것을 선행 연구들을 통해 알 수 있다. 굴절이상의 변화는 하나의 안광학 성분 변화로 이루어지는 것이 아니라 여러 안광학 성분들의 상호 협응과정에 의해 굴절이상을 최소화하는 방향으로 변하는 정시화 과정을 통해 일어난다. 정시화가 언제부터 일어나는지, 지연되거나 일어나지 않는 데는 어떤 인자가 관여하는지, 연령 증가에 따른 정시화의 속도는 어느 정도이며 조절이나 난시가 정시화 과정에 어떤 역할을 하는지 등의 정시화 기전은 개별 대상에 따라 많은 다양성이 존재하며 아직 그 근본적인 원인이나 작용 인자에 대해서는 여전히 논란 중이다. 다만 0.75 D 이상의 난시가 동반된 경우에 정시화의 속도

가 유의하게 느려졌으며^[1], Atkinson 등은 특히 도난시가 정시화의 속도를 늦춘다고 보고하였다^[2]. 또한 원시에 의해 망막에 맺히는 상의 흐림이 조절을 유발하고 이 조절이 정시화를 촉진한다는 이론이 폭넓게 받아들여지고 있다^[3]. Stenstrom의 연구에 의하면 각막 굴절력, 수정체 굴절력, 전방 깊이와 안축의 길이 등은 독립적인 것이 아니라 서로 상호보완적인 요소로서 유아기에 안구는 성장하면서 정시화 되어간다고 하였고^[4], Ehrlich 등은 생후 9개월부터 급격한 정시화가 진행된다고 보고하였다^[5]. Van Alphen은 정시화 과정에서 2가지 굴절 요인 분석의 결과를 제시했는데, 첫째는 크기 요인으로 각막 곡률반경과 안축의 길이, 둘째는 확장 요인으로 전방 깊이, 수정체 굴절력, 안축의 길이가 있으며 결국 이 2가지 요인이 안구의 굴절이상을 결정한다고 보고하였다^[6]. 또한 일반적으로 소아의 경우 AL/CR 비가 3.0 이상일 경우 근시로 진행될 확률이 높다고 한다. 이에 본 연구에서는 소아 청소년기의

굴절이상의 변화를 좀 더 심도있게 연구하기 위해 굴절이상과 관련 깊은 정시화 과정에서 가장 중요한 시기로 생각되는 4~17세의 소아 및 청소년을 대상으로 굴절이상과 안광학 성분간의 상관관계를 연구하여 한국인의 소아 굴절이상에 대한 이해를 높이고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2010년 10월부터 2011년 2월까지 서울 소재 안과 병원에 시력검사 및 교정을 위하여 내원한 피검사자들 중 교정시력이 0.7 이상을 건안으로 4~17세인 소아 및 청소년 124명, 230안(남자 105안, 여자 125안)을 대상으로 조절마비 굴절검사 또는 검영법으로 현성 굴절검사를 실시한 후 등가구면 굴절력으로 굴절상태를 조사하였다. 사시, 약시 및 안질환 등 시력에 영향을 줄 수 있는 피검사자는 제외하였다. 연구 대상자는 4세 8명(12안), 5세 7명(12안), 6세 26명(49안), 7세 21명(41안), 8세 13명(23안), 9세 18명(35안), 10세 8명(16안), 11세 8명(14안), 12세 5명(9안), 13세 5명(10안), 14세 1명(2안), 15세 1명(2안), 16세 1명(2안), 17세 2명(3안) 이었다.

2. 굴절검사 및 안광학 성분 측정

굴절검사는 환천석식 시표를 이용하였고, 숫자를 모르는 피검사자는 스넬렌 'E'자 시표 또는 그림을 이용하여 5 m에서 원거리 교정시력을 측정하였다. 검영법을 이용한 현성 굴절검사(또는 조절마비 굴절검사)의 처방에서 ± 0.25 D 등가교차원주렌즈(Jackson's Cross Cylinder Lens, Cr)를 이용하여 난시축(5° 간격)과 난시량(0.25 D 단위)을 정밀검사 하였다. 이후 등가구면 굴절력으로 굴절이상 정도를 분류하였다. 안광학 성분은 IOL Master(Zeiss, Germany)를 이용하여 안축의 길이, 각막 굴절력, 각막 곡률반경, 전방 깊이를 측정하였고 안축의 길이를 각막 곡률반경으로

나누어 AL/CR 비를 계산하였다.

3. 통계처리

굴절이상도와 안광학 성분 측정값은 SPSS(Version 17.0)를 사용하여 안광학 성분간의 상관관계 분석을 이변량 상관관계수 평가방법 중 Pearson 상관계수를 이용하여 통계처리를 하였으며, 상관계수는 0.01 수준(양쪽)으로 p-value가 $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

총 124명, 230안을 대상으로 측정한 안광학 성분의 평균값은 먼저 평균 등가구면 굴절력은 -2.62 ± 2.84 D, 평균 안축의 길이는 24.28 ± 1.41 mm, 평균 각막 굴절력은 43.65 ± 1.44 D, 평균 각막 곡률반경은 7.74 ± 0.25 mm, 평균 전방 깊이는 3.67 ± 0.32 mm, 평균 AL/CR 비는 3.14 ± 0.17 로 측정되었다.

굴절이상도에 따라 $+0.50 \leq SE(D) < +2.00$ 를 경도원시, $+2.00 \leq SE(D) < +5.00$ 를 중등도원시, $+5.00 \leq SE(D)$ 를 고도원시, $-0.50 \leq SE(D) < +0.50$ 을 정시, $-3.00 \leq SE(D) < -0.50$ 을 경도근시, $-6.00 \leq SE(D) < -3.00$ 을 중등도근시, $SE(D) < -6.00$ 을 고도근시로 분류하여 안광학 성분값을 비교한 결과가 Table 1에 나타나 있다. 안축의 길이는 정시에서 22.98 ± 1.12 mm, 경도원시에서 22.92 ± 0.71 mm, 중등도원시에서 22.05 ± 0.89 mm, 고도원시에서 21.55 ± 0.52 mm로 점점 짧아지고 경도근시에서 23.90 ± 0.73 mm, 중등도근시에서 24.58 ± 0.88 mm, 고도근시에서 26.16 ± 1.26 mm로 점점 길어짐을 알 수 있었다. 각막 굴절력 및 곡률반경은 정시에서 각각 44.06 ± 1.56 D, 7.67 ± 0.28 mm, 경도원시에서 각각 42.78 ± 1.79 D, 7.91 ± 0.33 mm, 중등도원시에서 각각 43.34 ± 1.71 D, 7.81 ± 0.33 mm, 고도원시에서 각각 44.07 ± 0.73 D, 7.67 ± 0.13 mm이고 경도근시에서 43.64 ± 1.22 D, 7.74 ± 0.22 mm, 중등도근시에서 $43.79 \pm$

Table 1. Comparison of components of eye's optical system by subdivided refractive errors

Refractive errors(SE, D)		N	AL (mm)	CP (D)	CR (mm)	ACD (mm)	AL/CR
Hyperopia	High ($+5.00 \leq D$)	2	21.55 ± 0.52	44.07 ± 0.73	7.67 ± 0.13	3.47 ± 0.01	2.81 ± 0.02
	Moderate ($+2.00 \leq D < +5.00$)	14	22.05 ± 0.89	43.34 ± 1.71	7.81 ± 0.33	3.35 ± 0.24	2.83 ± 0.07
	Low ($+0.50 \leq D < +2.00$)	11	22.92 ± 0.71	42.78 ± 1.79	7.91 ± 0.33	3.46 ± 0.17	2.90 ± 0.05
Emmetropia	($-0.50 \leq D < +0.50$)	5	22.98 ± 1.12	44.06 ± 1.56	7.67 ± 0.28	3.55 ± 0.13	2.99 ± 0.05
Myopia	Low ($-3.00 \leq D < -0.50$)	96	23.90 ± 0.73	43.64 ± 1.22	7.74 ± 0.22	3.67 ± 0.23	3.09 ± 0.07
	Moderate ($-6.00 \leq D < -3.00$)	62	24.58 ± 0.88	43.79 ± 1.52	7.72 ± 0.26	3.64 ± 0.41	3.18 ± 0.09
	High ($D < -6.00$)	40	26.16 ± 1.26	43.74 ± 1.59	7.73 ± 0.26	3.89 ± 0.27	3.38 ± 0.12

SE: spherical equivalent power, AL: axial length, CP: corneal power, CR: corneal radius, ACD: anterior chamber depth, AL/CR: axial length to corneal radius ratio.

Table 2. Pearson correlation analysis of components of eye's optical system and spherical equivalent of refractive errors

	SE (D)	AL (mm)	CP (D)	CR (mm)	ACD (mm)	AL/CR
SE(D)	1	-0.80*	-0.11	0.11	-0.35*	-0.92*
AL(mm)	-0.80*	1	-0.38*	0.38*	0.47*	0.84*
CP(D)	-0.14	-0.38*	1	-1*	0.06	0.19*
CR(mm)	0.11	0.38*	-1*	1	-0.06	-0.19*
ACD(mm)	-0.35*	0.47*	0.06	-0.06	1	0.53*
AL/CR	-0.92*	0.84*	0.19*	-0.19*	0.53*	1

*p<0.05, significantly different from each group.

SE: spherical equivalent power, AL: axial length, CP: corneal power, CR: corneal radius, ACD: anterior chamber depth, AL/CR: axial length to corneal radius ratio.

1.52 D, 7.72 ± 0.26 mm, 고도근시에서 43.74 ± 1.59 D, 7.73 ± 0.26 mm로 원시도가 커질수록 각막 굴절력이 커지며 근시도에 따른 각막 굴절력 및 곡률반경의 변화는 미미함을 알 수 있었다. 전방 깊이는 정시에서 3.55 ± 0.13 mm, 경도원시에서 3.46 ± 0.17 mm, 중등도원시에서 3.35 ± 0.24 mm, 고도원시에서 3.47 ± 0.01 mm, 경도근시에서 3.67 ± 0.23 mm, 중등도근시에서 3.64 ± 0.41 mm, 고도근시에서 3.89 ± 0.27 mm로 원시안보다 근시안에서 길게 측정됨을 알 수 있었다. 마지막으로 AL/CR 비는 정시에서 2.99 ± 0.05 , 경도원시에서 2.90 ± 0.05 , 중등도원시에서 2.83 ± 0.07 , 고도원시에서 2.81 ± 0.02 , 경도근시에서 3.09 ± 0.07 , 중등도근시에서 3.18 ± 0.09 , 고도근시에서 3.38 ± 0.12 로 원시도가 커질수록 AL/CR 비가 작아지고 근시도가 커질수록 AL/CR 비가 커짐을 알 수 있었다.

안광학 성분간의 상관계수를 통해 상호 상관성을 분석한 결과가 Table 2에 나타나 있다.

먼저 굴절이상도는 AL/CR 비와 -0.92 음의 상관관계(p=0.00)였고, 안축의 길이와는 -0.80 음의 상관관계(p=0.00)를 보이고, 전방 깊이와는 -0.35 음의 상관관계(p=0.00)를 나타내며, 각막 굴절력과 각막 곡률반경과는 각각 -0.11, +0.11의 상관관계(p=0.12, p=0.11)를 보였다(Table 2, Fig. 1-3).

안축의 길이는 AL/CR 비와 +0.84 양의 상관관계(p=0.00)를 보이고 전방 깊이와는 +0.47 양의 상관관계(p=0.00)를 보였으며 각막 굴절력과는 -0.38 음의 상관관계(p=0.00)를 보이고 각막 곡률반경과는 +0.38 양의 상관관계(p=0.00)를 보였다(Table 2, Fig. 4-6).

각막 곡률반경은 각막 굴절력과 -1 음의 상관관계(p=0.00)를 보이며 각막 곡률반경은 AL/CR 비와는 -0.19 음의 상관관계(p=0.00)를 보이고 전방 깊이와는 -0.06 음

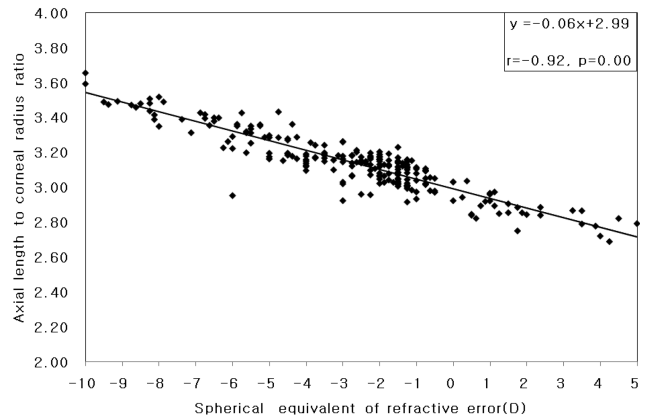


Fig. 1. Scatter plot and pearson correlation of axial length to corneal radius ratio against spherical equivalent of refractive errors.

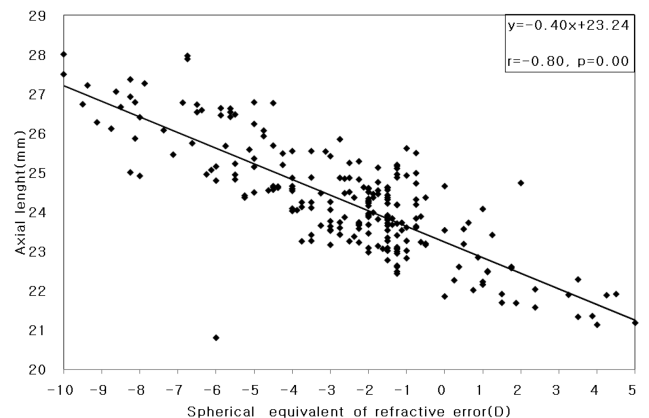


Fig. 2. Scatter plot and pearson correlation of axial length against spherical equivalent of refractive errors.

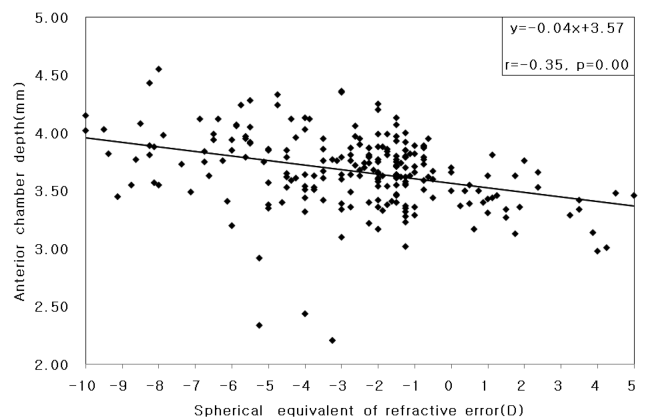


Fig. 3. Scatter plot and pearson correlation of anterior chamber depth against spherical equivalent of refractive errors.

의 상관관계(p=0.39)를 보였으며, 각막 굴절력은 AL/CR 비와는 +0.19 양의 상관관계(p=0.00)를 보이고 전방 깊이와도 +0.06 양의 상관관계(p=0.39)를 보였다(Table 2, Fig. 7, 8).

전방 깊이는 AL/CR 비와 +0.53 양의 상관관계(p=0.00)

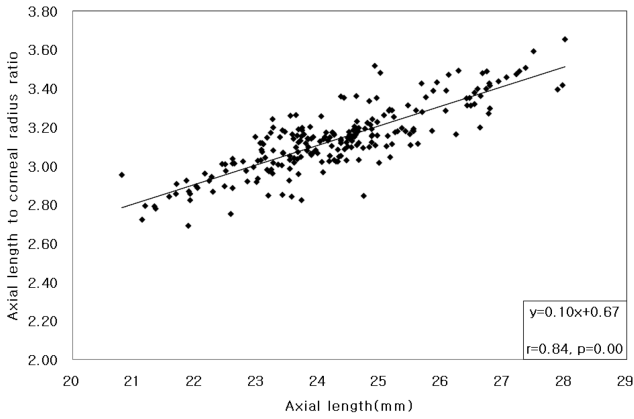


Fig. 4. Scatter plot and pearson correlation of axial length to corneal radius ratio against axial length.

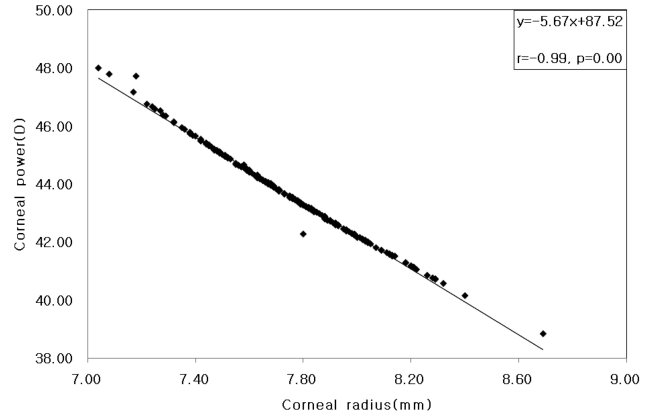


Fig. 7. Scatter plot and pearson correlation of corneal power against corneal radius.

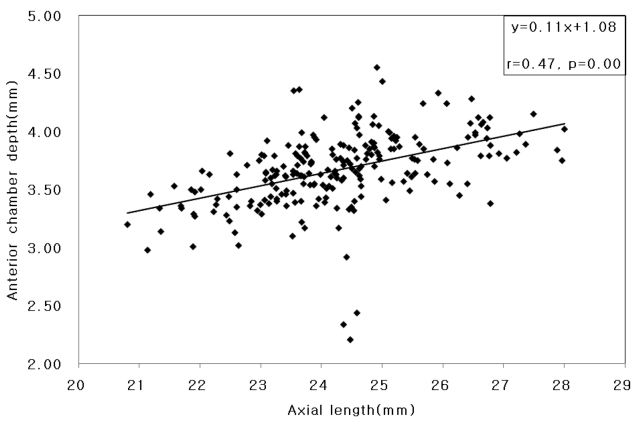


Fig. 5. Scatter plot and pearson correlation of anterior chamber depth against axial length.

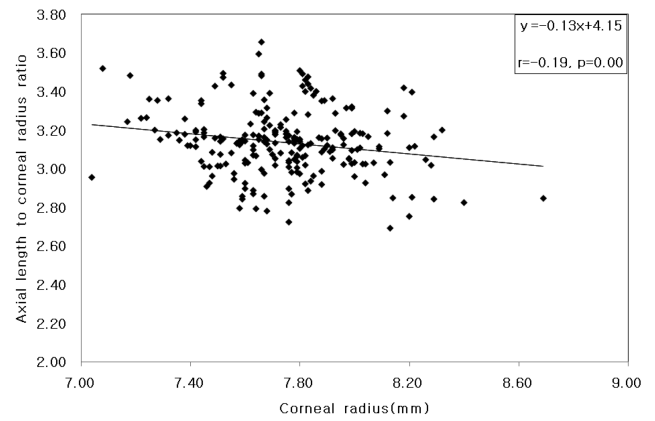


Fig. 8. Scatter plot and pearson correlation of axial length to corneal radius ratio against corneal radius.

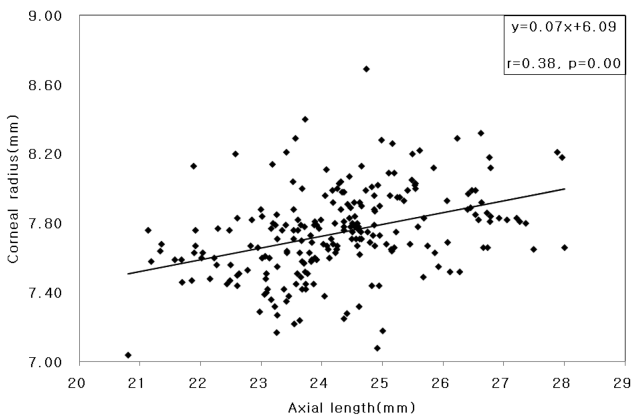


Fig. 6. Scatter plot and pearson correlation of corneal radius against axial length.

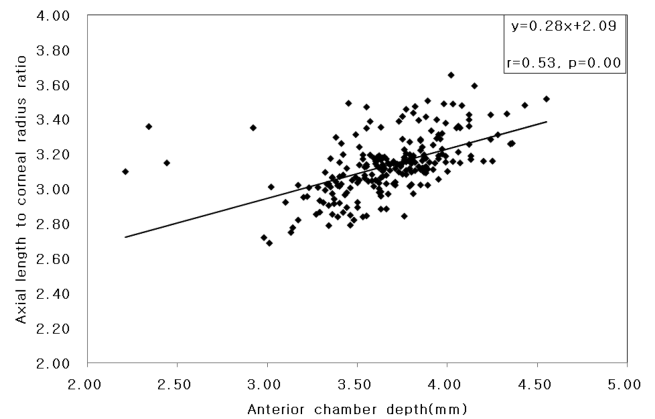


Fig. 9. Scatter plot and pearson correlation of axial length to corneal radius ratio against anterior chamber depth.

로 통계적으로 유의하였지만, 각막 굴절력과는 +0.06 양의 상관관계($p=0.36$)를 보이거나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2, Fig. 9).

굴절이상도에 따른 안광학 성분간의 상관관계를 분석한 결과 안축의 길이와 AL/CR 비의 경우 정시에서의 $y = 0.04x + 2.17$ 을 기준으로 경도원시는 $y = -0.03x + 3.59$, 중등

도원시는 $y = 0.02x + 2.46$, 고도원시는 $y = 0.04x + 1.95$ 로 원시도가 작을수록 보다 완만한 기울기를 보이고, 경도근시는 $y = 0.04x + 2.05$, 중등도근시는 $y = 0.04x + 2.10$, 고도근시는 $y = 0.07x + 1.58$ 로 근시도가 클수록 기울기가 급한 것을 알 수 있었다. 전방 깊이와 AL/CR 비의 경우 정시에서의 $y = 0.28x + 2.00$ 을 기준으로 경도원시는 $y = 0.18x + 2.26$, 중

등도원시는 $y = 0.21x + 2.12$, 고도원시는 $y = 1.46x + 2.27$ 로 원시도가 클수록 기울기가 급하고, 경도근시는 $y = 0.20x + 2.37$, 중등도근시는 $y = 0.06x + 2.96$, 고도근시는 $y = 0.20x + 2.61$ 의 상관관계를 보였다. 각막 곡률반경과 AL/CR 비의 경우 정시에서의 $y = 0.09x + 2.28$ 을 기준으로 경도원시는 $y = -0.12x + 3.85$, 중등도원시는 $y = -0.07x + 3.39$, 고도원시는 $y = 0.16x + 1.56$, 경도근시는 $y = 0.04x + 2.79$, 중등도근시는 $y = -0.13x + 4.15$, 고도근시는 $y = -0.01x + 3.40$ 으로 기울기가 모두 '0'에 가까웠다. 안축의 길이와 각막 곡률반경의 경우 정시에서의 $y = 0.24x + 2.14$ 를 기준으로 경도원시는 $y = 0.43x + 1.88$, 중등도원시는 $y = 0.31x + 1.06$, 고도원시는 $y = 0.25x + 2.36$ 로 원시도가 작을수록 정시보다 기울기가 급하고, 경도근시는 $y = 0.21x + 2.61$, 중등도근시는 $y = 0.20x + 2.69$, 고도근시는 $y = 0.15x + 3.92$ 로 근시도가 클수록 정시보다 완만한 기울기를 보였다. 안축의 길이와 전방 깊이는 굴절이상도에 따른 경향성을 보이지 않았다.

고 찰

안광학 성분의 평균값을 살펴보면 안축의 길이는 각막 정점에서 망막 중심까지 길이로 정의되며, 이 등은 정상안의 4세, 5세, 6세 소아 안축의 길이가 각각 22.05 ± 0.56 mm, 22.18 ± 0.42 mm, 22.18 ± 0.56 mm로 측정되었고⁷⁾ 전등은 정상안의 5~6세 22.51 ± 0.63 이며 7~15세까지는 23.22 mm로 보고하였으며⁸⁾ Tarkkanen 등은 4~9세 대상자에서 22.98 mm로 보고하였고⁹⁾ 윤 등은 2~7세는 22.04 mm, 14세에 23.72 mm로 총 1.64 mm 성장하였다¹⁰⁾. 본 연구에서는 24.28 ± 1.41 mm로 선행 연구 결과들 보다 길게 측정되었는데 이는 대상자들이 안과 병원에 내원하여 시력 교정을 원했던 피검사자들이기에 일반적인 경우와 차이가 있음에서 기인한 것으로 사료된다. 각막 굴절력과 각막 곡률반경은 서로 변환이 가능한 밀접한 관계이며 이 또한 안구의 굴절상태를 결정하는데 중요한 요소이다. Gullstrand 모형안의 각막 굴절력은 44.08 D, 각막 곡률반경은 7.80 mm이며, 정 등¹¹⁾은 Rotating scheinplflug camera로 측정된 각막 전·후면 곡률반경을 7.78 mm와 6.30 mm로 보고하였고, 마 등¹²⁾은 자동각막곡률계(Canon RK-3)로 측정된 각막 전면 곡률반경 값을 7.80 mm로 보고하였다. 본 연구 결과 평균 각막 굴절력은 43.65 ± 1.44 D, 각막 곡률반경은 7.74 ± 0.25 mm로 비슷한 값을 보였다. 전방 깊이는 안구의 광축을 따라서 각막의 후정점으로부터 동공에 의해 노출된 수정체의 전면까지 측정된 거리로서 전방 깊이가 짧아지면 안구의 총 굴절력이 증가하며 전방 깊이가 길어지면 안구의 총 굴절력은 감소한다. 특히, 안축의 길이, 각막 및 수정체의 곡률 및 수정체의 위치와 두께 등

의 상호작용에 의해 영향을 받는다고 한다¹³⁾. Fontana 등의 연구에서 전방깊이는 3.00 mm¹⁴⁾, 김 등은 우안 3.23 ± 0.36 mm, 좌안 3.17 ± 0.29 mm로 보고하였으며¹⁵⁾ 전 등은 3.25 mm⁸⁾, 임 등은 남자에서 3.09 mm, 여자에서 3.07 mm였고¹⁶⁾, 본 연구의 대상자인 소아 및 청소년의 경우 3.67 ± 0.32 mm로 측정되었다. AL/CR 비는 안축의 길이를 각막 곡률반경 값으로 나눈 것으로 안구의 굴절이상을 예측하는데 활용되며, AL/CR 비가 3.0일 때 정시가 될 수 있다고 한다¹⁷⁾. Lin의 연구 결과에서는 -8.00 D 근시의 AL/CR 비는 3.40, 정시는 3.10, +4.00 D 원시는 2.90으로 보고되었으며¹⁸⁾, 서 등은 정시에서 2.95 ± 0.09 로 보고하였다¹⁹⁾. 본 연구의 결과 성장기 소아 및 청소년의 AL/CR 비는 3.14 ± 0.17 로 보다 큰 값을 보였으며 이는 근시가 될 가능성이 더 많음을 의미한다고 볼 수 있다.

굴절이상도와 안광학 성분간의 상관관계를 살펴보면 굴절이상도와 AL/CR 비는 높은 상관성을 보이며 굴절이상의 대부분은 AL/CR 비에 의해서 예측될 수 있다고 한다¹⁸⁾. 서 등은 굴절이상도와 AL/CR 비 사이의 상관계수가 -0.77라 했고¹⁹⁾, 정 등은 -0.82¹⁷⁾, 마 등은 -0.89로 보고하였다²⁰⁾. 본 연구에서는 상관계수가 -0.92로 관련 연구 결과에 비해 가장 높은 음의 상관관계를 보였다. 성인 남녀를 대상으로 한 서 등의 연구결과에서는 굴절이상도(x)와 AL/CR 비(y)가 $y = -0.06x + 3.01$ 의 상관관계로 나타나 1 D 증가함에 따라 근시에서 AL/CR 비가 0.06씩 커지는 것으로 나타났고¹⁹⁾, 소아 및 청소년을 대상으로 한 본 연구에서는 $y = -0.04x + 3.57$ 의 상관관계로 1 D 증가함에 따라 근시안에서 AL/CR 비가 0.04씩 커지는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로부터 굴절이상도에 따른 AL/CR 비의 상관관계의 경향은 동일하나 대상자의 연령에 따라 상관계수나 상관관계식의 차이를 보이는 것으로 사료된다. 굴절이상도와 안축의 길이는 마 등에서 굴절이상도와 안축의 길이는 -0.75이었고²⁰⁾, 이와 비슷하게 본 연구에서는 -0.80 음의 상관관계로 유의한 상관성을 보이며 안축의 길이가 길수록 근시도가 증가하고 원시도가 감소하였다. 임 등의 연구에서는 상관관계식이 $y = -0.29x + 23.94$ 로 나타나 1 D 증가함에 따라 0.29 mm씩 안축의 길이가 길어진다고 보고하였다¹⁶⁾. 본 연구에서 이들의 상관관계식은 $y = -0.40x + 23.24$ 로 1 D 증가함에 따라 0.40 mm의 안축의 길이가 길어짐을 보였으며, 관련 연구와의 결과 값의 차이는 대상자의 연령에 따라 성장정도가 다름에서 기인하는 것으로 생각된다. 굴절이상도와 전방 깊이와는 본 연구에서 굴절이상도와 전방 깊이와도 -0.35 음의 상관관계로 유의한 상관성을 보였고 마 등에서도 -0.22로²⁰⁾ 낮은 상관성을 보였다. 김 등은 +0.50 D~+1.50 D의 원시일 때 2.76 ± 0.29 mm, -5.50 D 이상의 근시일 때 3.19 ± 0.28

mm로^[15] 보고하였고 본 연구에서 경도원시 일 때 3.46 ± 0.17 mm, 고도근시 일 때 3.89 ± 0.27 mm로 측정되었으며, 임 등은 굴절이상도(x)와 전방 깊이(y)가 $y = -0.08x + 3.08$ 의 상관관계로 나타나 1 D 증가함에 따라 근시에서 전방 깊이가 0.08 mm씩 깊어지는 것으로 나타났으나^[16], 본 연구에서는 $y = -0.04x + 3.57$ 로 1 D 증가함에 따라 근시에서 0.04 mm씩 깊어짐을 알 수 있었다. 굴절이상도와 각막 굴절력 및 각막 곡률반경을 살펴보면 서 등의 연구에서 굴절이상도와 각막 곡률반경은 $+0.08$ ^[19], 전 등은 $+0.09$ ^[8], 마 등은 $+0.15$ ^[20] 상관계수를 보였고, 성장기 대상자에 대한 본 연구에서도 굴절이상과 각막 굴절력 및 각막 곡률반경은 각각 -0.11 과 $+0.11$ 의 상관관계를 나타냈으며 통계적으로는 유의하지 않은 상관성을 보였다.

다음으로 안광학 성분간의 상관관계를 살펴보면 안축의 길이와 AL/CR 비에서 전 등은 안축의 길이와 AL/CR 비는 $+0.48$ ^[8], 마 등은 $+0.76$ 으로^[20] 양의 상관관계를 보이고 본 연구에서는 소아 청소년기의 대상자에서 측정된 안축의 길이와 AL/CR 비는 $+0.84$ 양의 상관계수로 보다 큰 상관성을 보였고 이는 안축의 길이가 길수록 AL/CR 비가 증가하는 즉, 근시가 될 가능성이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 굴절이상도에 따른 상관관계를 살펴보면 원시도가 클수록 정시보다 가파른 기울기를 보이고 근시도도 클수록 기울기가 큰 것으로 나타나는데, 이는 정시를 기준으로 원시도와 근시도가 클수록 안축의 길이가 AL/CR 비에 더 큰 영향을 준다는 것을 의미한다고 하겠다. 전방 깊이와 AL/CR 비에서 전 등은 5~6세 대상자에서 $+0.42$ ^[8], 마 등에서도 $+0.42$ 로^[20] 양의 상관관계를 보이고 본 연구 결과 전방 깊이와 AL/CR 비는 $+0.53$ 양의 상관성을 보였고 이는 전방 깊이가 길수록 AL/CR 비가 증가하는 경향으로 근시가 될 경향성이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 굴절이상도에 따른 상관관계를 살펴보면 원시도가 클수록 기울기가 급하고, 근시도의 기울기는 비슷하였는데, 이는 정시를 기준으로 원시도가 클수록 전방 깊이가 AL/CR 비에 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 각막굴절력 및 각막 곡률반경과 AL/CR 비와의 상관관계에서 전 등은 각막 굴절력과 AL/CR 비는 $+0.28$, 각막 곡률반경과 AL/CR 비는 -0.40 으로 상관성을 보이고^[8] 마 등의 연구에서 각막 곡률반경과 AL/CR 비는 -0.30 이었고^[20] 본 연구 결과 각막 굴절력과 각막 곡률반경은 -1 음의 상관계수로 각막 곡률반경은 AL/CR 비와 -0.19 음의 상관계수로 낮은 상관성을 보였으며 굴절이상도에 따른 상관관계를 살펴보았을 때도 기울기가 거의 '0'에 가까워 각막 곡률반경은 AL/CR 비에 큰 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 안축의 길이와 각막 굴절력 및 각막 곡률반경은 마 등은 안축의 길이와 각막 곡률반경은 $+0.40$ 의 상관성을 보이고^[20], 본

연구에서 안축의 길이와 각막 굴절력 및 각막 곡률반경은 각각 -0.38 과 $+0.38$ 의 상관계수로 낮지만 통계적으로 유의한 상관성을 보이며 안축의 길이가 길수록 각막 굴절력은 감소한 경향을 볼 수 있었다. Harrie는 $-0.25 \sim -1.49$ D 까지 경도근시에서 각막 굴절력이 근시가 되는 중요 역할을 하며 안축의 길이도 약간은 영향을 준다고 하였고, 고도근시에서는 특히 안축의 길이가 가장 많은 영향을 준다고 보고하였다^[21]. 본 연구에서는 굴절이상도 따른 안축의 길이와 각막 곡률반경의 상관관계를 분석한 결과, 원시도가 작을수록 정시보다 기울기가 급하고 근시도도 작을수록 정시보다 급한 기울기를 보이는데 이는 정시를 기준으로 원시도와 근시도가 작을수록 안축의 길이가 각막 곡률반경에 더 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 안축의 길이와 전방 깊이는 마 등은 18~32세 대상자에서 안축의 길이와 전방 깊이는 $+0.49$ 양의 상관성을 보였고^[20], 본 연구에서 안축의 길이와 전방 깊이는 $+0.47$ 양의 상관관계로 비슷한 값을 보였다. 또한 안축의 길이가 길수록 전방 깊이가 깊어지는 경향을 보였지만 굴절이상도의 정도에 따른 이들의 상관관계 분석 결과 특이한 경향성은 보이지 않았다. 각막 굴절력 및 각막 곡률반경과 전방 깊이는 마 등에서 각막 곡률반경과 전방 깊이는 $+0.12$ 양의 상관관계로 유의하였지만 각막 굴절력과 전방 깊이는 -0.10 음의 상관관계로 유의하지 않았으며^[20], 본 연구에서 각막 곡률반경과 전방 깊이는 -0.06 음의 상관관계를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았으며, 굴절이상도의 정도에 따른 이들 상관관계의 분석에서도 두드러진 경향성은 보이지 않았다.

이상을 요약하자면 안광학 성분은 대부분 AL/CR 비와 상관성이 높았으며, 가장 높은 상관성을 보인 것은 굴절이상도로 AL/CR 비가 클수록 근시도가 증가하며 AL/CR 비가 작을수록 원시도가 증가함을 알 수 있었다. 그 다음으로 안축의 길이와의 상관관계에서 AL/CR 비가 클수록 안축의 길이 또한 길어지는 경향으로 근시가 될 가능성이 커지며, 전방 깊이와의 상관관계에서는 AL/CR 비가 클수록 전방 깊이가 깊어지는 것을 알 수 있었다. 각막 굴절력과 각막 곡률반경은 낮은 상관성을 보이지만 AL/CR 비가 클수록 각막 굴절력은 감소하며 각막 곡률반경은 깊어짐을 알 수 있었다.

결 론

굴절이상도와 안광학 성분의 상관관계를 살펴보면 굴절이상도가 근시 쪽으로 진행할수록 안축의 길이와 전방 깊이는 증가하고 AL/CR 비도 커지며, 굴절이상도에 따른 상관관계를 살펴보았을 때 정시에 비해 원시도와 근시도

가 클수록 안축의 길이와 전방 깊이는 AL/CR 비에 더 큰 영향을 주고, 각막 곡률반경은 AL/CR 비와 기울기가 거의 '0'에 가까워 큰 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 또한 원시도와 근시도가 작을수록 안축의 길이가 각막 곡률반경에 더 큰 영향을 주며, 안축의 길이와 전방 깊이, 각막 굴절력 및 곡률반경과 전방 깊이는 굴절이상도에 따른 어떠한 경향성을 보이지 않았다. 결론적으로 AL/CR 비는 안광학 성분들과 밀접한 상관관계가 있으며 성장기에 눈의 굴절이상을 예측하는데 AL/CR 비가 중요한 요소임을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] 임현택, 조성일, 이성진, 박성희, “고도원시의 정시화에 대한 장기 관찰”, 대한안과학회지, 43(7):1230-1237(2002).
- [2] Atkinson J., “Infant vision screening: prediction and prevention of strabismus and amblyopia from refractive screening in the Cambridge Photorefractive Program. In: Simons K., ed. Early visual development normal and abnormal”, Oxford University Press, New York, pp. 335-348(1993).
- [3] Brown N. P., Koretz J. F., and Bron A. J., “The development and maintenance of emmetropia”, Eye(Lond), 13(Pt 1): 83-92(1999).
- [4] Stenstrom S., “Investigation of the variation and the correlation of the optical elements of human eyes”, Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 25(10):496-504(1948).
- [5] Ehrlich D. L., Braddick O. J., Atkinson J., Anker S., Weeks F., and Hartley T., et al., “Infant emmetropization: longitudinal changes in refraction components from nine to twenty months of age”, Optom. Vis. Sci., 74(10):822-843(1997).
- [6] Van Alphen G., “On emmetropia and ametropia”, Opt. Acta. (Lond), 142(suppl):1-92(1961).
- [7] 이은경, 이득봉, 진경현, 김재명, “한국인의 소아의 안축장과 굴절이상과의 관계”, 대한안과학회지, 34(7):654-660(1993).
- [8] 전순우, 황혜경, 이선행, 박천만, “취학전 어린이들의 안광학 성분 측정 및 상관성 분석”, 한국안광학회지, 15(3):201-206(2010).
- [9] Tarkkanen A., Uusitalo R., Mianowicz J., “Ultrasonographic biometry in congenital glaucoma”, Acta. Ophthalmol. (Copenh), 61(4):618-623(1983).
- [10] 윤동호, 박인원, 유영석, “유, 소아의 안압과 안축장”, 대한안과학회지, 31(4):397-401(1990).
- [11] 정세준, 이해정, 백승선, 정미아, 마기중, “연령 및 굴절이상에 따른 각막 곡률반경 분석”, 대한시과학회지, 11(3):173-185(2009).
- [12] 마기중, “한국인 눈의 광학상수 측정 및 모형안 설계”, 성균관대학교 박사학위논문, 1-172(1999).
- [13] 고명규, 김갑석, “굴절이상에 따른 전방깊이의 변화와 세극등만으로의 전방 깊이 측정방법”, 대한안과학회지, 22(4):763-768(1981).
- [14] Fontana S. T., and Brubaker R. F., “Volume and Depth of the anterior chamber in the normal aging human eye”, Arch. Ophthalmol., 98(10):1803-1808(1980).
- [15] 김창식, 이학준, “정상 대학생의 눈 굴절이상, 안축장, 전방깊이, 수정체두께 그리고 각막두께의 연관성”, 한국안광학회지, 13(1):89-94(2008).
- [16] 최역, 임승정, “근시안에서의 굴절이상도와 안축장 및 전방 깊이와의 상관관계”, 대한안과학회지, 27(3):371-376(1986).
- [17] 정미아, 이해정, 정세준, 강인산, 송윤영, “연령에 의한 안광학 상수와 굴절이상의 변화도 분석”, 대한시과학회지, 10(4):291-302(2008).
- [18] Lin J. T., “Analysis of refractive state ratios and the onset of myopia”, Ophthalm. Physiol. Opt., 26(1):97-105(2006).
- [19] 서용원, 최영준, “굴절이상과 안축장/각막곡률반경 비와의 관계에 관한 연구”, 한국안광학회지, 4(2):23-31(1999).
- [20] 마기중, 이해정, 권용성, “한국인 눈의 광학상수 측정 및 상호연관성”, 대한시과학회지, 2(2):145-159(2000).
- [21] Harrie R. P., “Factors in emmetropization. In: Ossoing K S ed”, Martinus nijhoff & W. Junk, Ophthalmic. Echography, pp. 66-72(1987).

Study on the Correlation between Refractive error and Components of Eye's Optical system in Children and Teenagers in an Optometric Practice

Na-Ri Ha and Hyun Jung Kim

Department of Optometry, Konyang University

(Received February 2, 2012; Revised March 14, 2012; Accepted March 17, 2012)

Purpose: The purpose of this study to evaluate visual acuity and refractive state and measure and analyze the components of eye's optical system in children and teenagers. **Methods:** With subjects of 124 (230 eyes) children and teenagers who had no eye diseases, correlation between the correlation between refractive errors and component's of eye's optical system was investigated. The spherical equivalent power of cycloplegic clinical refraction or manifest clinical refraction(SE), corneal power(CP), corneal radius(CR), axial length(AL), anterior chamber depth(ACD) and axial length to corneal radius (AL/CR) ratio were measured and analysed. **Results:** the SE was negatively correlated with the AL($r = -0.80$, $p = 0.00$), the ACD($r = -0.35$, $p = 0.00$) and the CR($r = -0.11$, $p = 0.00$) and positively correlated with the CP($r = +0.11$, $p = 0.00$). The AL was positively correlated with the AL/CR ratio ($r = +0.84$, $p = 0.00$), the ACD($r = +0.47$, $p = 0.00$) and the CR($r = +0.38$, $p = 0.00$) and negatively correlated with the CP($r = -0.38$, $p = 0.00$). The CR was negatively correlated with CP($r = -1.00$, $p = 0.00$), the AL/CR ratio($r = -0.19$, $p = 0.00$) and the ACD($r = -0.06$, $p = 0.39$). The CP was positively correlated with the AL/CR ratio($r = +0.19$, $p = 0.00$) and the ACD($r = +0.06$, $p = 0.39$). The ACD was positively correlated with the AL/CR ratio($r = 0.53$, $p = 0.00$). **Conclusions:** the highest change of refractive errors was shown that the AL/CR ratio was a very important indicator for diagnosing the refractive errors of the children and teenagers.

Key words: Refractive errors, Ocular components, Axial length, Corneal power, Corneal radius, Anterior chamber depth, AL/CR ratio