

정시안에서 연령에 따른 안수치들의 변화

김찬수 · 김수영 · 박영훈 · 이영춘

가톨릭대학교 의과대학 안과학교실

목적 : 정시안에 있어서 연령 군별 안수치들의 분포 변화와 그 유의성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 안질환 병력이 없는 만 5세부터 75세 사이의 정시안 150명(150안)을 대상으로 20세 간격으로 1군(0~19세) 2군(20~39세), 3군(40~59세), 4군(60~79세)의 4개 군으로 분류하고, 수동각막곡률계와 A-scan 초음파를 측정하여 안수치들의 분포 변화를 분석하였다.

결과 : 각막곡률반경, 유리체 깊이, 안축장은 2군(평균나이 25세)을 최대로 이전과 이후로는 감소 양상을 보였고, 1군부터 수정체 두께는 점차 증가하는 양상을, 전방의 깊이는 감소 양상을 보였으며, 이들은 모두 통계적으로 유의성이 있게 나타났다($P<0.05$). 각 군별 평균값의 남녀 비교에서 각막곡률반경, 유리체 깊이, 안축장은 통계학적으로 의미 있게 남자가 여자보다 큰 값을 나타냈고($P<0.05$), 전방의 깊이는 남자가 여자보다 큰 경향을 보였으며($P=0.10$), 수정체의 두께는 여자가 남자 보다 두꺼운 경향을 보였다($P=0.06$).

결론 : 정시안은 2군을 최대로 이전과 이후 연령 군으로 갈수록 안축장이 작아지며, 연령 군별로 정시를 유지하기 위한 안축장의 변화에 따른 각막곡률반경, 유리체 깊이, 전방의 깊이, 수정체의 두께 등 안수치들의 유의한 보상적 변화들이 나타났다.

〈한안지 49(3):425-432, 2008〉

안구의 총 굴절력은 각막과 수정체의 굴절성분에 의한 굴절력과 그 사이 굴절 매체인 전방깊이에 의해 결정된다. 이 총 굴절력에 해당하는 상측 초점과 망막의 중심와의 일치 할 때 정시가 되고, 일치하지 않을 때 비정시가 되며, 그 정도를 우리는 “굴절이상의 정도” 또는 “비정시의 정도”라고 한다.¹ 이러한 굴절이상의 정도는 안 구성요소인 각막곡률반경, 전방의 깊이, 수정체의 두께, 유리체 깊이, 안축장 등의 여러 변수와 관계가 있고, 이들 안수치들 사이의 상호 관계가 조화를 이루어야 정시가 되며, 연령증가와 함께 지속적으로 유지될 수 있다.^{1,2}

정시안에 대한 모형안으로 최초 Christian Huy-

gens의 모형안부터 가장 잘 알려진 Gullstrand의 모형안과 최근의 Bennett and Rabbetts의 수정된 모형안에 이르기까지 많은 연구가 있어 왔다.³ 하지만 저자들은 임상에서 같은 정시안에서도 성별 연령별 안 구성요소들의 분포가 다르고, 또한 기존 외국의 저자들에 의한 정시안의 모형안과도 차이를 보여 그 변화와 양상을 파악할 필요성을 느꼈다.

본 연구는 연령에 따라 정시안의 안축장과 기타 안수치들이 어떠한 조합을 이루는지, 그리고 연령에 따른 차이가 유의한지 알아보기 위해 안수치들인 전방의 깊이, 수정체의 두께, 유리체 깊이, 안축장과 각막곡률반경을 각각 측정하였다. 또한 각막과 수정체의 굴절력, 총 굴절력을 계산하여 연령에 따라 어떤 분포 변화들이 있는지를 알아보고자 하였다.

〈접수일 : 2007년 5월 2일, 심사통과일 : 2007년 9월 17일〉

통신저자 : 이 영 춘

경기도 의정부시금오동 65-1

가톨릭대학교 의정부성모병원 안과

Tel: 031-820-3116, Fax: 031-847-3418

E-mail: leeyc@cmc.cuk.ac.kr

* 본 논문은 가톨릭 중앙의료원에서 연구비 일부를 보조받았음.

* 본 논문의 요지는 2006년 대한안과학회 제93회 춘계학술대회에서 포스터 발표되었음.

대상과 방법

2005년 1월에서 2005년 12월까지 본 원에 안과적 검진을 목적으로 내원했거나 한 눈의 안질환이나 안외상 등으로 내원한 환자들 중 건안의 나안시력이 1.0 이상(단, 6세 이하와 70세 이상은 0.8 이상)을 보이고, 굴절이상이 구면렌즈 대응치로 $\pm 0.75D$ 이하로 안질환

과 전신질환이 없는 사람을 정시로 규정하여 이를 만족시키는 150명(150안)을 대상으로 하였다.

연령은 만 5세부터 75세 사이였고, 남자 87명 여자 63명이었으며, 대상은 20세 간격으로 1군(0~19세), 2군(20~39세), 3군(40~59세), 4군(60~79세)의 4개 군으로 분류하였다. 유사한 측정치가 중복하여 통계의 대상이 되지 않도록 한 사람의 한 눈만을 선택하였으며, 시력검사와 굴절검사를 시행하여 정시임을 확인하고, 수정체의 두께, 전방의 깊이, 유리체 깊이, 안축장 및 각막 전면의 곡률반경에 대한 안수치들을 각각 구하여 연령에 따른 측정치의 변화를 조사하였다. 시력은 한전석 시력표를 이용하였고, 굴절이상도는 자동굴절력측정계(REKTO ORK-II, Dongyang, Korea)를 이용하였다. 수동각막곡률반경은 각막곡률계(OM-4, Topcon, Japan)를 이용하여 각막 정점에서 3 mm zone 영역의 각막곡률반경을 측정하였고, 나머지 안수치들은 A-scan 초음파(Ultrasonic Biometer, Humphrey, USA)를 이용하여 수정체 두께, 전방 깊이, 유리체 깊이, 안축장을 측정하였다. 굴절이상도와 안수치들의 측정은 수정체의 조절에 따른 굴절이상도와 안수치들의 변화 오차를 줄이기 위해 1% Cyclopentolate Hydrochloride (Cyclopentolate Hydrochloride Ophthalmic Solution[®], Bausch & Lomb,

USA)와 1% Tropicamide (Ocutropic Ophthalmic Drops[®], Samil, Korea)를 10분 간격으로 3회 점안하고, 마지막 점안 30분 후 조절마비 상태에서 측정하였다.

각막, 수정체의 굴절력과 총 굴절력 계산은 굴절면을 각막과 수정체 각각 한 면으로 보고, 각막은 각막전면 곡률반경 값의 환산 굴절력을 이용하였으며,^{4,5} 수정체는 SRKII공식을 이용한 118.0의 A-Constant값 위치에서의 굴절력으로 환산하였다.⁶ 또한 총 굴절력은 각막과 수정체 사이 거리를 118.0의 A-Constant값에 해당하는 위치에 각막의 두께를 합한 수치를 이용하였고, 방수의 굴절률은 1.336을 이용 하였으며, 2개의 얇은 렌즈 굴절력 환산 공식을 이용하였다.⁷

분석은 안 구성요소들에 대한 안수치들의 각 군별 유의성을 알아보기 위하여 ANOVA-test를 이용하여 4개 군의 변화를 95% ($p<0.05$) 유의수준으로 분석하였고, 각 연령 군별 남녀의 평균값 차이를 비교하기 위하여 4개 군별 평균값에 대한 T-test를 시행하였다.

결 과

검사 대상자는 1군(0~19세)이 30명, 2군(20~39세)이 36명, 3군(40~59세)이 48명, 4군(60~79세)

Table 1. Distribution of ocular dimensions in each age group

G*	Age M [†] (Range)	N	CR	ACD	LT	ACD+LT	VCD	AL	CP	LP	TP	
			Mean±SD (mm)								A-constant: 118.00 Mean±SD (D [‡])	
All												
G 1	9.5 (5-19)	30	7.82±0.22	3.55±0.29	3.56±0.20	7.11±0.25	16.29±0.79	23.40±0.86	43.20±1.24	20.63±1.5	60.18±1.92	
G 2	23.0 (20-36)	36	7.98±0.17	3.47±0.24	3.81±0.24	7.28±0.25	16.52±0.38	23.81±0.55	42.32±1.27	20.40±1.0	59.18±1.12	
G 3	46.0 (40-59)	48	7.68±0.18	3.20±0.45	4.41±0.52	7.62±0.37	15.76±0.67	23.38±0.64	43.92±1.12	20.03±0.9	60.36±1.48	
G 4	65.5 (60-75)	36	7.58±0.19	3.17±0.30	4.55±0.27	7.72±0.22	15.58±0.52	23.30±0.45	44.56±1.19	19.64±0.8	60.61±1.08	
total	43.0 (5-75)	150	7.75	3.34	4.09	7.43	16.00	23.42	43.50	20.15	60.08	
ANOVA test			<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.07	<i>p</i> =0.00	<i>p</i> =0.11	<i>p</i> =0.02	
Male												
G 1	10.0 (5-18)	15	7.89±0.20	3.57±0.28	3.50±0.26	7.07±0.09	16.65±0.70	23.72±0.76	42.72±1.12	20.20±1.46	59.45±1.66	
G 2	23.0 (20-34)	22	8.02±0.19	3.53±0.23	3.74±0.20	7.27±0.24	16.62±0.38	23.89±0.55	42.11±1.55	21.27±1.08	58.98±1.18	
G 3	46.0 (40-59)	32	7.71±0.12	3.24±0.54	4.41±0.62	7.65±0.43	15.87±0.67	23.47±0.54	43.80±0.94	19.90±0.91	60.13±1.16	
G 4	65.0 (60-70)	22	7.66±0.20	3.18±0.36	4.47±0.31	7.65±0.18	15.76±0.52	23.41±0.50	44.09±1.10	19.79±1.01	60.31±1.25	
total	43.0 (5-70)	91	7.82	3.38	4.03	7.39	16.21	23.62	43.19	20.31	59.72	
Female												
G 1	9.0 (8-19)	15	7.75±0.22	3.54±0.33	3.61±0.13	7.15±0.36	15.39±0.73	23.03±0.86	43.60±0.86	21.06±1.63	60.91±2.00	
G 2	25.5 (20-36)	14	7.90±0.12	3.36±0.24	3.93±0.27	7.29±0.31	16.35±0.40	23.64±0.60	42.70±0.96	20.44±1.15	59.59±1.39	
G 3	50.0 (42-56)	16	7.64±0.30	3.12±0.19	4.42±0.20	7.55±0.17	15.59±0.80	23.13±0.84	44.20±1.70	20.35±0.71	60.90±1.80	
G 4	70.0 (65-75)	14	7.45±0.09	3.16±0.21	4.68±0.19	7.84±0.12	15.30±0.22	23.14±0.28	45.30±0.40	19.40±0.39	61.09±0.69	
total	42.0 (8-75)	55	7.69	3.30	4.16	7.45	15.79	23.23	43.95	20.31	60.62	
T-test	Male & Female		<i>p</i> =0.02	<i>p</i> =0.10	<i>p</i> =0.06	<i>p</i> =0.40	<i>p</i> =0.03	<i>p</i> =0.03	<i>p</i> =0.03	<i>p</i> =0.99	<i>p</i> =0.02	

* G=Group; [†] M=Median; [‡] D=Diopter; CR=corneal radius; ACD=anterior chamber depth; LT=lens thickness; AL=axial length; VCD=vitreous chamber depth; CP=corneal power; LP=lens power; TP=total power.

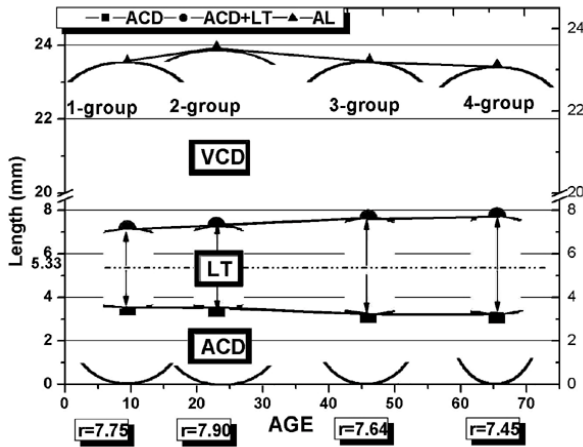


Figure 1. Change in ocular dimensions by age group.

이 36명으로 만5세부터 75세까지 분포하였고, 남자가 91명, 여자가 55명으로 총 150명이었으며, 각 연령군의 연령 분포에 대한 중간치와 그 범위는 각각 1군이 9.5 (5~19)세, 2군이 23 (20~36)세, 3군이 46 (40~59)세, 4군이 65.5 (60~75)세였다(Table 1). 각막곡률반경은 1군부터 4군까지 각각 7.82 mm, 7.98 mm, 7.68 mm, 7.58 mm의 값을 보였고, 2군을 최대로 그 이전과 이후로는 각막곡률반경의 감소 양상을 보였으며, 이들은 모두 통계적으로 유의성이 있었다(Table 1, Fig. 1). 전방의 깊이는 1군부터 4군까지 3.55 mm, 3.47 mm, 3.20 mm, 3.17 mm로 점진적으로 감소하는 양상을 보였다($P<0.05$), (Table 1, Fig. 1). 수정체 두께는 1군부터 4군까지 3.56 mm, 3.81 mm, 4.41 mm, 4.55 mm로 점진적으로 증가하여 각막곡률반경과 전방깊이와는 상반된 양상을 보였다($P<0.05$)(Table 1, Fig. 1). 전방의 깊이와 수정체의 두께의 합인 각막에서 수정체 후면까지의 길이는 1군부터 4군까지 7.11 mm, 7.28 mm, 7.62 mm, 7.72 mm로 증가하는 양상을 보였다($P<0.05$)(Table

1, Fig. 1). 유리체 깊이는 1군부터 4군까지 16.29 mm, 16.52 mm, 15.76 mm, 15.58 mm로 2군을 최대로 그 이전 1군과 그 이후 3군, 4군으로는 감소 양상을 보였으며, 이들은 모두 통계적으로 유의성이 있었다(Table 1, Fig. 1). 안축장은 1군부터 4군까지 23.40 mm, 23.81 mm, 23.38 mm, 23.30 mm로 2군을 최대로 그 이전 1군과 그 이후 3군, 4군으로는 감소 양상을 보였으나, 이는 통계학적으로 유의하지는 않았다($P=0.07$). P 값이 0.07을 보인 것은 1군과 3군의 평균값 차이가 적게 나타난 것이 원인이 되었다. 따라서 2군, 3군, 4군의 3개 군을 ANOVA test를 하면, $P<0.05$ 의 값을 보여 2군 이후의 안축장 감소에 대한 유의한 감소 결과를 보였고, 1군과 2군 두군 사이의 차이에 대한 t -test 결과 역시 $P<0.05$ 의 값의 유의한 차이를 보여 2군에서의 안축장 최대에 대한 결과의 유의성을 부여 하였다(Table 1, Fig. 1).

굴절력의 변화에서 각막은 1군부터 4군까지 각각 43.20D, 42.32D, 43.92D, 44.56D의 수치를 보였고, 총 굴절력은 1군부터 4군까지 각각 60.18D, 59.18D, 60.36D, 60.61D로 2군을 최저로 이전과 이후로는 증가하는 양상을 보였다($P<0.05$)(Table 1). 수정체의 굴절력은 20.63D, 20.40D, 20.03D, 19.64D로 1군부터 4군까지 감소 양상을 보였지만 통계학적으로 유의성은 없었다($P>0.05$)(Table 1). 각 군별 남녀의 평균값에 대한 안수치들의 차이(Difference: D)를 분석해 보면, 4개군 모두에서 각막곡률반경($D=0.14$ mm, $P<0.05$), 전방의 깊이($D=0.09$ mm, $P>0.05$), 안축장($D=0.38$ mm, $P<0.05$), 유리체 깊이($D=0.42$ mm, $P<0.05$)는 남자가 크게 나타났고, 수정체의 두께($D=-0.13$ mm, $P>0.05$), 각막($D=-0.77$ D, $P<0.05$)과 안구의 총 굴절력($D=-0.91$, $P<0.05$)은 여자가 크게 나타났으며, 전방의 깊이와 수정체의 두께는 95%신뢰수준에서는 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Difference in ocular dimensions by gender in each age group

Group (age)	N	Age	CR	ACD	LT	ACD+LT	VCD	AL	CP	LP	TP
* Difference (mm)											
1-Group	30	0-19	0.15	0.03	-0.11	-0.08	0.72	0.64	-0.82	-0.86	-1.46
2-Group	36	20-39	0.12	0.17	-0.19	-0.02	0.27	0.25	-0.62	-0.07	-0.62
3-Group	48	40-59	0.07	0.12	-0.02	0.10	0.24	0.34	-0.43	-0.45	-0.77
4-Group	36	60-79	0.21	0.02	-0.21	-0.19	0.46	0.27	-1.19	0.39	-0.78
Mean			0.14	0.09	-0.13	-0.05	0.42	0.38	-0.77	-0.25	-0.91
M&F T-test			$p=0.02$	$p=0.10$	$p=0.06$	$p=0.40$	$p=0.03$	$p=0.03$	$p=0.03$	$p=0.99$	$p=0.02$

* Difference=Male (mean value) - Female (mean value); † D=diopeter; CR=corneal radius; ACD=anterior chamber depth; LT=lens thickness; AL=axial length; VCD=vitreous chamber depth; CP=corneal power; LP=lens power; TP=total power.

고 찰

총 굴절력과 안축장의 조화가 정시를 이루는 중요한 조건이 된다. 이 총 굴절력은 각막과 수정체의 굴절력과 관계되는데, 각막의 굴절력은 각막을 두개의 면으로 생각할 때, 각막 전면과 후면의 곡률반경에 의해 각각의 면 굴절력을 구하고, 이 두개의 면 굴절력을 두꺼운 렌즈 공식을 이용하여 각막의 실제 굴절률 1.376으로 환산해서 굴절력을 구한다. 하지만, 대부분 인공수정체 도수를 구하는 공식들과 같이 각막을 한 면으로 생각하여 각막의 굴절력을 구하기도 하는데, 각막 전면의 곡률반경을 안구의 평균 굴절률 1.336으로 환산하여 각막굴절력을 환산하기도 한다.^{4,5} 수정체굴절력 역시 굴절이상도와 안축장, 각막굴절력을 알면, SRK공식 $P = A - 2.5L - 0.9K$ 을 이용하여 일정한 위치에서 수정체의 굴절력을 환산할 수 있게 된다.⁶ 본 연구는 이러한 방법으로 각막과 수정체를 각각 한 면으로 보고, 각막 면에서 A-constant값이 118.0의 위치까지 거리를 전방의 깊이로 하여, 각막 전면에서 수정체 면까지의 거리를 전방의 깊이로 환산 하였으며, 각막과 이 수정체의 굴절력을 그 사이의 거리를 이용하여 총 굴절력을 계산하였다.⁷ 각막굴절력은 안축장과 함께 눈의 굴절 상태 즉 비정시의 정도를 결정하는 중요한 요소다.^{8,9} Lim et al¹¹은 11세에서 70세까지의 정시안을 대상으로 각막굴절력은 10대에서 60대까지, 여자는 42.57D에서 44.36D로 남자는 42.13D에서 44.22D로 증가추세를 보이고, 10대에서 20대의 변화가 크다고 하였다. 25세부터 74세 사이의 정상 성인을 대상으로 한 Kim et al¹⁰의 연구에서도 25~34세 군의 남녀가 각각 42.97D, 43.39D에서 66~74세군 44.51D, 44.65D로 고 연령군으로 갈수록 각막굴절력이 크게 나타났다. 정시안을 대상으로 한 본 연구는 1군부터 4군까지 43.20D, 42.32D, 43.92D, 44.56D로 2군을 최저로 이전과 이후로는 각막굴절력이 증가 하는 양상을 보였다. 모두 성인 이후 각막굴절력이 증가한다는 공통된 결과를 나타내었고, Lim et al¹¹은 10대에 최저로 이후로 증가한 반면, 본 연구는 20~30대군을 최저로 이후로 증가하는 차이가 있었다. 각막굴절력이 최저라 한다면 각막 곡률이 편평하다는 것으로 안구가 크면 각막이 편평해지고, 안구가 작으면 각막곡률이 가파른 관계가 있는데, 본 연구에서 각막굴절력의 변화 의미로 안구의 전안부 외형이 20대 이후 20~30대군에서 가장 커지고, 각막굴절력은 작아지는 것을 확인 할 수 있었다.

수정체의 굴절력은 수정체의 전면과 후면 곡률 측정의 어려움과 수정체 매질 굴절률이 연령에 따라 부위에 따라 달라 실측의 어려움이 있다. 굴절이상과 나머지

안 구성요소들의 값으로 특정위치에서 얼마만큼의 굴절력을 가지는지 계산 한 본 연구의 수정체굴절력 값은 1군부터 4군까지 20.63D, 20.40D, 20.03D, 19.64D로 감소 양상을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 각막과 수정체, 전방의 깊이를 고려한 총 굴절력은 1군부터 4군까지 60.18D, 59.18D, 60.36D, 60.61D로 2군 최저로 이전과 이후로는 증가하는 양상을 보여 각막굴절력의 변화 양상과 비슷한 양상을 보였으며, 총 굴절력의 연령에 따른 변화의 요인은 수정체보다는 각막에 의한 변화로 보인다.

안축장은 인종 별로 연구한 문헌은 많지 않으나 Clemmesen and Olurin¹²의 연구에 의하면 백인에 비해 흑인의 안축이 길다고 보고 했다. Larsen¹³은 안구의 성장을 3단계로 나누었는데 첫째 생후 급속성장기인 1~1세 반까지 3.7~3.8 mm 안구가 성장하고, 둘째 유아성장기 2~5세에 1.1~1.2 mm 성장하며, 셋째 청소년기 13세까지 1.3~1.4 mm 성장한다고 하였다. 그래서 1세에서 13세까지 남자는 16.78 mm에서 23.15mm로, 여자는 16.40 mm에서 22.66 mm로 성장하여 13세에 성인 정시안의 안축장과 거의 동일하다고 하였다. Sorsby¹⁴는 안구의 성장을 2단계로 나누었는데, 안축장은 출생시 18 mm이고, 3세까지 23 mm로 빠르게 성장하며(급속성장기: Rapid Phase), 3세 이후에는 성장이 미약하여(저속성장기, Slow Phase) 매년마다 0.1 mm씩 14세까지 총 1 mm 성장하여 성인의 안구에 도달한다. Grosvenor¹⁵는 정시안의 평균 안축장이 대략적으로 20세 이후 성인기 동안 지속적으로 감소한다고 하였는데, 50세 이후 군이 20에서 29세까지 군보다 안축장이 0.6 mm 감소 양상을 보인다고 하였다. 반면, Koretz et al¹⁶은 나이와 관련한 정시안의 안축장 변화에 대해 별다른 차이를 발견하지 못하였다고 발표하기도 하였다. 정시안을 대상으로 한 본 연구에서 안축장은 1군(평균나이 11세)부터 23.40 mm, 23.81 mm, 23.38 mm, 23.30 mm로 2군을 최대로 그 이전 1군과 그 이후 3군, 4군으로는 감소 양상을 보였다. 출생 시부터 지속적으로 증가한 안축장은 2군을 최대로 점차 감소하여, 2군부터 4군(평균나이 69.7세)까지 0.51 mm의 감소를 보였는데, Koretz et al¹⁶의 결과와는 다르고, Grosvenor¹⁵ 등의 보고와 일치하는 양상을 보였다.

각막곡률반경은 각막굴절력과 같은 맥락으로 서로 반비례 관계를 가진다. 각막에 대하여 각막곡률반경으로 표현하여 연구한 Kim and Kim¹⁷은 굴절이상 군별 연령의 증가에 따른 각막곡률반경의 변화는 유의한 차이가 없다고 보고 하였다. Kiely et al¹⁸과 Hayahi et al¹⁹은 각막은 연령증가와 함께 각막곡률반경이 감

소된다는 것을 발견했는데, 수직경선 보다는 수평경선에서 보다 두드러졌다고 하였다. 정시를 대상으로 한 본 연구에서도 각막곡률반경은 1군부터 7.82 mm, 7.98 mm, 7.68 mm, 7.58 mm로 2군을 최대로 그 이전과 이후로는 각막곡률반경이 감소하는 양상을 보여주었다. 정시를 대상으로 한 Lim et al¹¹은 10대에서부터 각막곡률반경이 증가하는 양상을 보였으며, 10대와 70대를 비교하면, 그 감소 양상이 유의하였다. 또한 Choi²⁰의 연구는 정시군은 아니지만, 본 연구와 같이 연령군을 나누어 분석해 보았을 때, 2군을 최대로 1군 3군은 곡률반경이 작아지는 것으로 나타났으며, Kim et al¹⁰도 25~34세 군에서 고 연령군으로 갈수록 곡률반경이 작아지는 양상을 보여 세 연구 모두 같은 결과를 양상을 보였다. 그러나 최근 굴절이상에 관계없이 무작위로 검사한 Singapore성인의 연구와 Mongolian성인을 대상으로 한 외국 연구에서는 40에서 70대의 값이 유사하게 나타나 그 변화가 유의성이 없는 것으로 보고하였다.^{21,22} 전방의 깊이는 눈의 광학적 구조에서 안구의 전체 굴절력에 많은 영향을 준다. 전방의 깊이가 짧아지면 안구의 총굴절력은 증가하고, 길면 총 굴절력은 감소하는데, 이러한 전방의 깊이에 의한 굴절력 변화는 Rengstorff and Arner²³ 그리고 Erickson²⁴에 의해서 계산되어졌다. 전방의 깊이에 대하여 Larsen¹³은 3에서 13세까지 어린아이의 보고에서 남자는 0.18 mm 여자는 0.23 mm 증가하였다고 보고하였다. Smith and Atchison²⁵는 정시안을 대상으로 한 전방깊이 측정 결과 평균값이 20세에서 3.38 mm, 40세에서 3.12 mm, 60세에서 2.86 mm로 연령이 증가 할수록 감소 양상을 보인다고 하였고, 국내에서는 11세에서 70세까지 정시안을 대상으로 한 Lim et al¹⁰ 또한 남 여 모두 연령증가에 따라 전방의 깊이는 감소한다고 하였으며, 이 때문에 저 연령군보다 고 연령군에서 폐쇄우각 녹내장의 빈도가 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 전방의 깊이는 1군부터 4군까지 3.55 mm, 3.47 mm, 3.20 mm, 3.17 mm로 점진적으로 감소하는 양상을 보여 모두 공통된 결과가 나타났다.

이러한 연령증가에 따른 전방의 깊이 감소는 수정체의 부피증가와 관계가 있으리라 여겨진다. 수정체의 두께에 관하여, 수정체의 두께는 조절에 의한 변화가 간과되어서는 안 된다. Kim et al²⁶은 21~30세를 대상으로 정시안 군에서 조절과 조절마비상태의 차이가 0.04 mm가 있었다고 보고 하였다. Sorsby et al²⁷은 13세에 수정체의 크기가 성인 정도에 이른다고 하였고, 수정체의 두께는 평생을 거쳐 증가하는데 이것의 대부분은 수정체 피질의 축 방향 두께가 증가하기 때문이라고 하였다. 본 연구에서 수정체 두께는 1군부터 4군까

지 3.56 mm, 3.81 mm, 4.41 mm, 4.55 mm로 점진적으로 증가양상을 보여 대부분 연구자들^{9,19,20}의 결과와 동일한 결과를 가졌다. 유리체의 깊이에 대해서 Brown²⁸은 나이가 증가함에 따라 유리체의 깊이가 감소하는 것을 발견하였다. 정시와 근시의 비교에서, 대부분의 연구자들은 정시보다 근시의 경우가 유리체 깊이와 유의한 상관관계가 있다고 하였다.^{13,29,31} 또한 근시의 진행에 있어서 안축장의 성장은 유리체의 깊이 증가가 주요한 원인이 된다고 하였다.³² 정시를 대상으로 한 본 연구에서 유리체 깊이는 1군(평균나이 11세)부터 4군(평균나이 66세)까지 16.29 mm, 16.52 mm, 15.76 mm, 15.58 mm로 2군(평균나이 25세)을 최대로 그 이전 1군(평균나이 11세)과 그 이후 3군(평균나이 47세), 4군(평균나이 66)으로는 감소 양상을 보여 안축장의 변화 양상과 같이 나타났다. 각막과 수정체까지의 길이는 정시안을 대상으로 한 본 연구에서 연령증가에 따라 점차 길어지는 것으로 나타났다. 이는 수정체의 부피가 전방 쪽으로도 증가하지만 유리체 방향으로도 증가하며, 전방의 깊이 감소보다 수정체의 두께의 증가가 더 크게 나타났기 때문이다.

남자와 여자의 안수치들의 비교에서 Attebo et al³³은 같은 연령대에서 남자의 안축장이 여자의 안축장 보다 더 길다고 하였고, Wong et al²¹은 연령이 증가 할수록 남녀 모두 전방의 깊이, 유리체의 깊이, 안축장은 작아지고 수정체 두께는 커지는데, 여자가 남자보다 유리체의 깊이, 안축장은 작지만, 수정체 두께는 더 크다고 보고하였다. 그러나 이들은 굴절이상을 고려하지 않은 대상자들이었다. 정시안을 대상으로 한 본 연구에서는 남자가 여자보다 각막곡률반경, 유리체의 깊이, 안축장은 남자가 크게, 총 굴절력과 각막굴절력은 여자가 더 크게 나타났고, 모두 통계학적으로 유의성 있게 나타났다. 수정체의 두께는 여자가 남자보다 더 두꺼운 경향을 보였으나($P=0.06$), 통계학적으로 의미는 없었고, 전방의 깊이($P=0.10$)와 수정체굴절력($P=0.09$) 또한 유의수준 95%에 못 미쳐 남녀 간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

굴절이상의 가장 큰 인자는 안축장의 변화라 할 것이다. 그 대상이 정시안 또는 비정시안 모두에서 안축장의 감소 정도가 다를 뿐, 거의 대부분의 연구에서 성인기 이후의 안축장 감소는 공통된 결과처럼 보여 진다. 본 연구에서 연령대별로 정시를 이루는 대상들은 안축장에 해당하는 굴절력을 이루기 위해 각막곡률반경이나, 전방의 깊이, 렌즈의 두께, 유리체 깊이 등의 안수치들 사이의 유의한 변화들이 있었다. 외형적으로는 안축장(초점거리 변화)에 대한 각막곡률반경 변화(굴절력 변화)가 2군을 최대로 이전과 그 이후로도 이 두 요

소가 같은 양상으로 “초점거리가 짧아지면 굴절력이 증가하는 식”의 외형적인 형상을 유지 하였다. 내부적으로는 각막곡률반경에서 채워주지 못한 굴절력에 상응하는 변화들이 나타났는데, 대표적으로 전방 깊이와 유리체 깊이는 1군부터 4군까지 연속적으로 작아지며, 수정체의 두께는 반대로 연속적으로 커지는 유의한 변화($P < 0.05$)들과 함께, 측정이 안 된 굴절 매체들의 굴절을 변화나 수정체 전 후면의 곡률변화 등이 보상적으로 나타날 것으로 생각된다. 이러한 변화를 계산에 의한 각막굴절력, 수정체굴절력과 총 굴절력의 굴절력으로 환산한 결과, 총 굴절력은 각막굴절력의 값의 변화 양상과 같이 2군을 최저로 전 후로 증가하였으며, A-Constant: 118.0에서의 수정체의 굴절력은 감소 양상을 보였지만, 유의한 차이는 없었다.

저자들은 본 연구에서 우리가 일반적으로 알고 있는 정시안의 안수치들 중 성인의 안축장과 각막굴절력이 24 mm에 43D가 아닌, 그 분포변화가 연령에 따라 차이가 있는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서의 1군에서 2군까지 성장기 동안 안구가 커지고, 2군 이후로 3군 4군으로 연령이 증가할수록 안구가 작아지는 결과로 미루어 볼 때, 연령이 증가할수록 안구의 노화현상으로 안구의 크기가 작아진다고 가정할 수도 있겠지만, 3군과 4군 대상환자들과 2군의 대상환자들의 영양상태나 생활 환경과 평균신장의 차이로 해석할 수도 있다. 본 연구는 한 시점에서 여러 연령대의 정시환자를 대상으로 평가를 하였기에 “정시안은 이상의 결과와 같이 안구의 형상이 변화한다”라고 주장하기에는 큰 한계점이 있다. 따라서 앞으로 이 문제에 대해서는 동일한 군에서 연령에 따른 추적 관찰을 통한 전향적 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- William JB. Borish's clinical refraction, 1st ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998;2-17.
- Troilo D. Neonatal eye growth and emmetropization. Eye 1992;6:154-60.
- David AA, George S. Optics of the human eye, 1st ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000;39-47.
- Kim CS, Kim MY, Kim HS, Lee YC. Change of corneal astigmatism with aging in Korean with normal visual acuity. J Korean Ophthalmol Soc 2002;43:1956-62.
- Sung PJ. Optometry, 2nd ed. Seoul: Daehakseolim, 2002; 104-6.
- Vaughan D, Asbury T, Tabbara KT. General Ophthalmology, 12th ed. USA: Prentice-Hall International Inc, 1989;364-6.
- Naess RO. Optics for Technology Students, 1st ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 2001;364-6.
- Duke-Elder S. System of Ophthalmology, 1st ed. Vol. 2. St. Louis: CV Mosby, 1961;80-1.
- Duane T. Clinical Ophthalmology, 3rd ed. Vol 1. Philadelphia: Harper & Row Publishers, 1978;1-3.
- Kim SD, Lee DS, Kim JD. Study of the corneal refractive power and axial length of the adult korean eyeball. J Korean Ophthalmol Soc 1990;31:1365-9.
- Lim KJ, Choi WS, Youn DH. Aging and Ocular Dimension. J Korean Ophthalmol Soc 1992;33:653-61.
- Clemmesen V, Olurin O. Lens thickness in western nigeria a comparative ultrasonic study in negroes and danes. Acta Ophthalmol 1985;63:274-6.
- Larsen JS. The sagittal growth of the eye. III. Ultrasonic measurement of the posterior segment (axial length of the vitreous) from birth to puberty. Acta Ophthalmol 1971;49: 873-86.
- Sorsby A. Biology of the eye as an optical system. In : Duane TD, ed. Clinical Ophthalmology, 7th ed. Philadelphia: Harper & Row Publishers, 1983; v. 1. chap. 34.
- Grosvenor T. Reduction in axial length with age: An emmetropizing mechanism for the adult eye? Am J Optom Physiol Opt 1987;64:657-63.
- Koretz JF, Cook A, Kaufman PL. Accommodation and presbyopia in the human eye: change in anterior segment and crystalline lens with focus. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997;38:569-78.
- Kim JB, Kim JM. Relationships between corneal curvature and refractive errors in korea. J Korean Ophthalmol Soc 1977; 18:39-44.
- Kiely PM, Smith G, Carney LG. Meridional variations of corneal shape. Am J Optom Physiol Optic 1984;61:619-25.
- Hayahi K, Hayahi H, Hayahi F. Topographic analysis of the changes in corneal shape due to aging. Cornea 1995;14:527-32.
- Choi HH. A consideration for corneal curvature, Its thickness and anterior chamber depth. J Korean Ophthalmol Soc 1978; 19:417-22.
- Wong TY, Foster PJ, Ng TP, et al. Variations in Ocular biometry in an adult chinese population in singapore: The tanjong pagar survey. Invest Ophthalmol Vis Sci 2001;42:73-80.
- Wickremasinghe S, Foster PJ, Uranchimeg D, et al. Ocular biometry and refraction in mongolian adults. Invest Ophthalmol Vis Sci 2004;45:776-83.
- Rengstorff RH, Arner RS. Refractive changes in the cornea: Mathematical considerations. Am J Optom Arch Am Acad Optom 1971;48:913-8.
- Erickson P. Mathematical model for predicting dioptric effects of optical parameter changes in the eye. Am J Optom Physiol Opt 1977;54:226-33.
- Smith G, Atchison DA, Pierscionek BK. Modeling the power of the aging human eye. J Opt Soc Am A 1992;9:2111-7.
- Kim YK, Kim JS, Kim JD. Study on lens thickness and

- anterior chamber depth during accommodation and weak cycloplegic eyes. J Korean Ophthalmol Soc 1991;32:160-6.
- 27) Sorsby A, Leary GA, Richards MJ. The optical components in anisometropia. Vision Res 1962;2:43-51.
- 28) Brown N. The human lens in relation to cataract, Ciba Foundation Symposium 15, 1st ed. Vol. 1. Amsterdam: Elsevier 1973;65-78.
- 29) Friedman NE, Mutti DO, Zadnik K. Corneal changes in schoolchildren. Optom Vis Sci 1996;73:552-7.
- 30) Mcbrien NA, Adams DW. A longitudinal investigation of adult-onset and adult-progression of myopia in an occupational group: refractive and biometric findings. Invest Ophthalmol Vis Sci 1997;38:321-33.
- 31) Lin LL, Shih YF, Lee YC, et al. Changes in ocular refraction and its components among medical students: A 5 year longitudinal study. Optom Vis Sci 1996;73:495-8.
- 32) Grosvenor T, Scott R. Three-year changes in refraction and its components in youth-onset myopia. Optom Vis Sci 1993;70: 677-83.
- 33) Attebo K, Rebecca Q, Lvers, Mitchell P. Refractive errors in an older population: The mountains eye study. Ophthalmology 1999;106:1066-72.

=ABSTRACT=

Change in Ocular Dimensions with Age in Patients with Emmetropia

Chan Su Kim, Su Young Kim, M.D., Young Hoon Park, M.D., Young Chun Lee, M.D.

Department of Ophthalmology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: We evaluated changes in ocular dimensions according to age in patients with emmetropia.

Methods: We examined the refraction, corneal curvature, and biometry in 150 subjects from 5 to 75 years old with spherical equivalent refractions under ± 0.75 diopter (D). Ocular dimensions were measured by A-scan ultrasonography and keratometry. We analysed the distribution and change of ocular dimensions according to age (1: 0~19-year-old group, 2: 20~39-year-old group, 3: 40~59-year-old group, 4: 60~79-year-old group).

Results: The values for corneal radius (CR), vitreous chamber depth (VCD) and axial length (AL) were highest in group 2. Lens thickness (LT) increased with increasing age, whereas anterior chamber depth (ACD) decreased with increasing age ($P < 0.05$). CR, VCD, AL ($P < 0.05$) and ACD ($P = 0.10$) seem to have higher values in males, while LT seems to have a higher value in females ($P = 0.06$).

Conclusions: Axial length increases with increasing age in subjects aged 0 to 39 years in emmetropia. In subjects aged 40 years or older, axial length becomes smaller with age. In each age group compensational changes to achieve emmetropia according to AL change are shown in ocular dimensions like CR, VCD, ACD, LT.

J Korean Ophthalmol Soc 49(3):425-432, 2008

Key Words: Aging, Axial length, Corneal radius, Emmetropia, Ocular dimensions

Address reprint requests to **Young Chun Lee, M.D.**

Department of Ophthalmology, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea
#65-1 Geumo-dong, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do 480-717, Korea

Tel: 82-31-820-3116, Fax: 82-31-847-3418, E-mail: leeyc@cmc.cuk.ac.kr