

연령에 따른 각막난시와 내부난시의 변화

이현¹, 김정현², 이성복³, 엄정희⁴, 이강오¹, 이태용^{5*}
¹대전보건대학교 안경광학과, ²충북대학교 의과대학 예방의학교실
³충남대학교 의과대학 안과학교실, ⁴마산대학교 안경광학과
⁵충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실

Changes in Corneal and Internal Astigmatism with Age

Hyun Lee¹, Jung-Hyun Kim², Sung-Bok Lee³, Jeong-Hee Eom⁴, Kang-Oh Rhee¹
and Tae-Yong Lee^{5*}

¹Dept. of Optometry, Daejeon Health Sciences College

²Dept. of Preventive Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University

³Dept. of Ophthalmology, School of Medicine, Chungnam National University

⁴Dept. of Optometry, Masan University

⁵Dept. of Preventive Medicine, School of Medicine, Chungnam National University

요약 본 연구의 목적은 연령별 난시빈도를 알아보고 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 연령에 따른 변화와 변화 요인을 알아보고자 하였다. 2010년 7월에 만5~59세의 청주지역 거주자 1,017명을 대상으로 굴절력과 각막전면굴절력을 자동굴절검사로 측정하였다. 난시빈도는 전체적으로 22.7%이었고, 5~9세에 8.9%에서 20대에 36.8%로 증가하였다. 40대에는 19.2%로 감소하였다가 50대에 28.6%로 다시 증가하였다. 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J₄₅성분은 연령군에 상관없이 거의 일정하였으나 굴절난시와 각막난시의 J₀성분은 30대 이후 감소하는 경향성을 보였다. 또한 J₀성분 중에서 수직방향 굴절력은 연령에 따라 변화가 없이 일정하였지만 수평방향 굴절력은 연령에 따라 큰 변화가 있었다. 연령에 따른 난시빈도의 변화는 수평방향 굴절력의 변화에 기인하는 것으로 판단된다.

Abstract The purpose of present study was to determine the frequency of RA with age and to investigate the age-related trends and changing-factors in RA, CA and IAs. The refractive power of the eye and the power of corneal anterior surface were measured with auto-refractor among 1,017 inhabitants aged 5 to 59 years in Cheongju in July 2010. The overall frequency of RA was 22.7%, and frequency of RA increased from 8.9% in 5~9 years age group to 36.8% in 20~29 years age group. It then dipped to 19.2% in 40~49 years age group but increased again 28.6% in 50~59 years age group. J₄₅ components for RA, CA, and IAs were fairly stable in different age groups, the changes in J₀ components for both RA and CA appeared to be decreased after age of 30 years. In addition, the refractive power on the vertical direction was changed slightly with age, but the refractive power on the horizontal direction was changed significantly with age. It was expected that the change in the frequency of astigmatism with age was due to the change in the refractive power of horizontal meridian.

Key Words : Age, Corneal astigmatism, Internal astigmatism, Power vector analysis, Refractive astigmatism

1. 서론

난시는 임상에서 흔히 접할 수 있는 굴절이상으로 원거리와 근거리에서 흐려 보임, 두통, 안정피로 등을 유발

한다[1]. 또한 중등도 이상의 난시는 경선상의 배율차이로 인해 교정하여도 평면이 굽어보이고 수직선이 기울어져 보이는 공간왜곡의 불편함을 느낄 수 있다[2].

난시 유병률은 연령[3], 인종[4,5], 환경요인[6] 등에 따

*Corresponding Author : Tae-Yong Lee(Chungnam National Univ.)

Tel: +82-42-580-8263 email: ttylee@cnu.ac.kr

Received July 15, 2013

Revised July 31, 2013

Accepted August 7, 2013

라 달라지는데 특히, 연령에 따른 난시 유병률의 변화는 인종과 환경요인에 관계없이 발생하는 것으로 알려져 있다. 2008년 국민건강영양조사에서 연령별 난시 유병률($\geq 1.00D$)은 5~11세 22.8%, 12~18세 43.3%, 19~29세 34.8%, 30~39세 30.9%, 40~49세 29.6%, 50~59세 39.6%, 60~69세 57.1%, 70세 이상 73.4%이었다[7]. Vitale 등은 1999년부터 2004년까지 미국의 굴절이상 유병률 연구에서 난시 유병률($\geq 1.00D$)은 20~39세 23.1%, 40~59세 27.6%, 60세 이상에서는 50.1%라고 보고하였고[3], Saw 등은 인도네시아에서 굴절이상 유병률을 연구하여 연령별 난시 유병률($\geq 1.00D$)이 21~29세 7.3%, 30~39세 9.0%, 40~49세 13.6%, 50세 이상에서는 47.7%라고 보고하였다[8]. 인종과 환경요인에 따라 난시 유병률은 달랐지만 연령이 증가할수록 난시 유병률이 증가하는 경향성은 동일하였다.

난시성분은 각막난시와 내부난시, 굴절난시로 구성되는데 각막난시는 각막전면의 원환도(toricity)에 의해 발생하고 내부난시는 각막후면의 원환도와 수정체의 비대칭성에 의해 발생하며 굴절난시는 각막난시와 내부난시가 조합되어 나타나는 결과이다. 굴절난시와 각막난시는 자동굴절검사기로 측정할 수 있지만 내부난시는 계산하여 산출해야한다. 난시는 굴절력의 방향과 크기로 나타내야 하는데 임상에서 사용하는 구면원주렌즈표기법(sphero-cylinder notation)은 난시의 굴절력 방향과 크기를 나타내기에 매우 효과적이지만 방향이 일치하지 않으면 굴절력(크기)의 사칙연산이 매우 어려워진다. 이런 문제점을 보완하기 위해 파워벡터법이 개발되었다[9].

파워벡터법은 각 난시에서 굴절력 변화를 구면굴절력인 중간값(M)과 난시굴절력인 J_0 성분, J_{45} 성분으로 나타낸다. 중간값(M)은 양주경선의 평균값인 등가구면굴절력을 의미하고 각 경선의 굴절력에서 중간값(M)을 뺀 잔여굴절력은 잭슨의 크로스실린더(Jackson's cross-cylinder) 형태가 되고 이를 J_0 성분과 J_{45} 성분으로 나타낸다. J_0 성분은 잭슨의 크로스실린더에서 0°와 90° 경선의 굴절력에 의해 결정되고 J_{45} 성분은 45°와 135° 경선의 굴절력에 의해 결정되는데 J_0 성분의 절대값이 J_{45} 성분의 절대값보다 크면 0°와 90° 경선의 굴절력이 45°와 135° 경선의 굴절력보다 크다는 것을 의미한다. 또한 J_0 성분과 J_{45} 성분이 양수이면 0° 경선과 45° 경선의 굴절력성분이 90° 경선이나 135° 경선의 굴절력성분보다 크다는 것을 의미하고 음수이면 반대로 90° 경선과 135° 경선의 굴절력성분이 0° 경선이나 45° 경선보다 크다는 것을 의미한다. J_0 성분은 cos함수로 다른 J_0 성분과의 사칙연산 결과는 진동수는 같고 진폭과 위상이 다른 cos함수로 합성되고 J_{45} 성분은 sin함수로 다른 J_{45} 성분과의 사칙연산 결과는 역시 진동

수는 같고 진폭과 위상이 다른 sin함수로 합성됨으로 J_0 성분과 J_{45} 성분은 사칙연산이 가능하게 된다[10].

파워벡터법이 개발되기 이전의 선형연구에서는 난시축의 방향에 따라 직난시와 도난시, 사난시로 분류한 후에 연령에 따른 난시 유병률이나 각막의 형태 등을 연구해야 하는 제한이 있었다[11-13]. 그러나 파워벡터법에서는 J_0 성분의 절대값이 J_{45} 성분의 절대값보다 크고 양수이면 직난시로, 음수이면 도난시로 분류하고, J_{45} 성분이 J_0 성분보다 크면 사난시로 분류함으로써 연구대상자들을 직난시와 도난시, 사난시로 분류하지 않고 대상자 전체를 통계분석에 사용할 수 있다는 장점이 있다.

각막굴절교정수술이 흔하게 시행됨에 따라 각막굴절교정수술 전후 각막형태변화에 대한 연구가 이루어지고 있지만 각막전면의 형태에 집중되어 있다[14]. 또한 난시 유병률은 연령에 따라 변하는 것으로 알려져 있지만 다양한 연령군을 대상으로 파워벡터법을 적용하여 난시 유병률이나 성분의 변화에 대한 연구결과는 많이 보고되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 연령에 따른 난시빈도의 변화를 알아보고 파워벡터법을 이용하여 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J성분으로 전환하여 연령에 따른 J성분의 변화와 J성분의 변화요인에 대하여 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

청주 소재 2개 교회의 교인 1,158명을 대상으로 2010년 7월 14일부터 30일까지 6일 동안 굴절검사를 실시하였다. 콘택트렌즈 착용자와 사시 및 약시인 사람, 각막교정수술을 받은 사람, 양안의 교정굴절력이 2.00D 이상 차이가 나는 굴절부등은 통계분석과정에서 제외하였다. 백내장이나 백내장 수술에 의한 오류를 제거하기 위해 연령은 만5세부터 만59세까지로 제한하였다. 분석대상자는 1,017명(남자 383명; 37.7%, 여자 634명; 62.3%)으로 평균연령은 28.9±14.6세 이었다.

2.2 연구방법

나안시력 및 교정시력검사와 자동굴절검사기(ARK-530A, Nidek, Japan)를 이용한 타각식 굴절검사, 자각식 굴절검사를 실시하였다. 자동굴절검사와 자각식 굴절검사는 조절마비제를 사용하지 않고 실시하였다.

자동굴절검사는 자동측정 모드에서 한명의 검사자가 오른쪽과 왼쪽 눈을 3회 이상 측정하였다. 자동굴절검사값을 이용하여 자각식 굴절검사를 실시하였고 이 과정을

통해 자동굴절검사값의 정확도를 확인하였다. 자료 분석에서는 자동굴절검사서 얻은 눈의 굴절력과 각막전면굴절력의 평균값을 사용하였다.

2.3 자료의 정의 및 분석

오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 나안시력($r=0.964$, $p=0.000$)과 구면굴절력($r=0.962$, $p=0.000$), 원주굴절력($r=0.736$, $p=0.000$)은 상관계수가 높게 나타났다. 이를 통해 오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 굴절상태가 비슷하다는 것을 확인하였고 유사한 데이터의 중복 사용을 피하기 위해 오른쪽 눈의 검사결과만 통계분석에 사용하였다.

난시는 해부학적 구조에 따라 각막난시와 내부난시 그리고 각막난시와 내부난시가 조합되어 나타나는 굴절난시로 분류한다. 난시빈도분석에서 굴절난시가 $-1.00D$ 이하($-$)원주렌즈 기준)를 난시로 정의하였다[5,6,8,10]. 구면원주렌즈표기법으로 측정된 각막난시와 굴절난시는 아래 식을 이용하여 각막난시와 굴절난시의 J 성분(J_0 성분과 J_{45} 성분)으로 전환하였고 굴절난시의 J 성분에서 각막난시의 J 성분을 뺀 값을 내부난시의 J 성분으로 사용하였다. 아래 식에서 Cyl 은 원주굴절력이고 Ax 는 난시축방향이다.

$$J_0 = -(Cyl/2) \times \cos(2Ax)$$

$$J_{45} = -(Cyl/2) \times \sin(2Ax)$$

통계분석에는 SPSSWIN(Ver 12.0)을 사용하였다. 오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 굴절상태는 상관분석을, 난시성분(굴절난시, 각막난시, 내부난시)의 연령에 따른 변화를 비교할 때는 분산분석(ANOVA)을, 수평경선과 수직경선의 굴절력을 비교할 때는 독립표본 T 검정을 실시하였다. 모든 통계검정에서 p값이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 판단하였다.

3. 결과

연구대상자의 연령분포를 Table 1에 나타내었다. 30대의 빈도(31.4%)가 가장 높았고 50대의 빈도(6.2%)가 가장 낮았다. 오른쪽 눈에서 난시빈도($\geq 1.00D$)는 5~9세 8.9%, 10대 31.4%, 20대 36.8%, 30대 21.3%, 40대 19.2%, 50대 28.6%였고 전체 연령에서는 22.7%였다. 5~9세부터 20대까지 난시빈도가 증가하고 30대와 40대에 난시빈도가 감소하고 50대에 난시빈도가 다시 증가하는 형태로 나타났다[Table 1, Fig. 1].

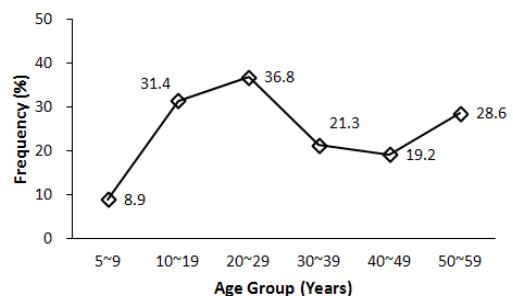
연령별 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J_0 성분과 J_{45} 성분을 Table 2에 나타내었다. 굴절난시 J_0 성분은 10대부터 50대까지 연령이 증가할수록 감소하여 40대에는 음수로 변하였고 연령군 간에는 차이가 있었다($p=0.000$). 굴

절난시 J_{45} 성분은 연령이 증가할수록 커지는 경향을 보였고 연령군 간에도 차이가 있었지만($p=0.000$) 변화량은 $-0.03D \sim -0.06D$ 로 작은 범위이어서 굴절난시에 미치는 영향은 매우 작았다. 각막난시 J_0 성분도 굴절난시 J_0 성분처럼 10대부터 50대까지 연령이 증가할수록 감소하였고 연령군 간에 차이가 있었다($p=0.000$). 각막난시 J_{45} 성분은 연령이 증가할수록 커지는 경향을 보였고 연령군 간에는 차이가 있었지만($p=0.000$) 변화량이 $-0.11 \sim -0.00D$ 로 작은 양이었다. 내부난시 J_0 성분은 5~9세부터 40대까지 일정하다가 50대에 감소하였고 연령군 간에는 차이가 있었다($p=0.001$). 내부난시 J_{45} 성분은 연령과 상관없이 일정한 것으로 나타났다[$p=0.093$, Table 2, Fig. 2].

난시빈도의 변화요인을 알아보기 위해 수직과 수평방향에서 각막전면굴절력의 변화와 내부난시굴절력의 변화를 분석하였다. 연령이 증가할수록 수평경선의 각막전면굴절력은 증가하였고 연령군 간에 차이가 있었지만($p=0.000$) 수직경선의 각막전면굴절력은 연령에 따라 변화없이 일정하였다($p=0.145$). 50대에는 수평경선과 수직경선의 굴절력 차이가 없었다($p=0.318$). 내부난시에서 수평방향 굴절력은 5~9세부터 20대까지는 일정하게 유지되다가 20대 이후 연령이 증가할수록 감소하였고 연령군 사이에는 유의한 차이가 있었다($p=0.000$). 수직방향 굴절력은 전 연령에서 일정하게 유지되는 경향을 보였지만 연령군 간에는 유의한 차이가 있었다[$p=0.000$, Table 3, Fig. 3].

[Table 1] Distribution of subjects and frequency of refractive astigmatism($\geq 1.00D$) in right eye by age groups

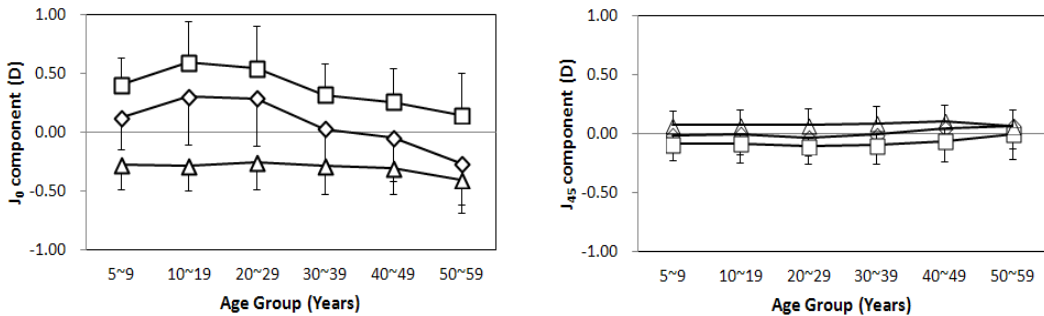
Age Group	Number of subjects (%)	Astigmatism (%)
5~9	190 (18.7)	17 (8.9)
10~19	156 (15.3)	49 (31.4)
20~29	133 (13.1)	49 (36.8)
30~39	319 (31.4)	68 (21.3)
40~49	156 (15.3)	30 (19.2)
50~59	63 (6.2)	18 (28.6)
Total	1017 (100)	231 (22.7)



[Fig. 1] Frequency of refractive astigmatism($\geq 1.00D$) in right eye with age groups.

[Table 2] Jackson's cross cylinder components of refractive, corneal and internal astigmatism by age groups

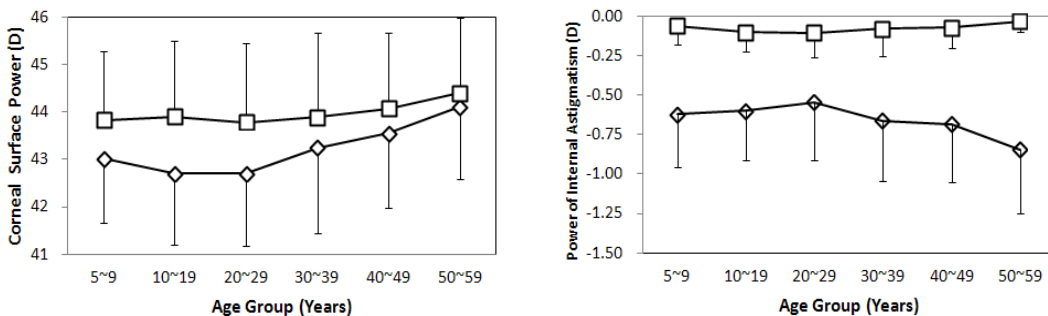
Age Group	N	Refractive Astigmatism		Corneal Astigmatism		Internal Astigmatism	
		J ₀ (D)	J ₄₅ (D)	J ₀ (D)	J ₄₅ (D)	J ₀ (D)	J ₄₅ (D)
5~9	190	0.12 ± 0.27	-0.02 ± 0.10	0.40 ± 0.24	-0.09 ± 0.14	-0.28 ± 0.21	0.07 ± 0.12
10~19	156	0.31 ± 0.41	0.00 ± 0.18	0.59 ± 0.35	-0.08 ± 0.17	-0.29 ± 0.21	0.08 ± 0.13
20~29	133	0.29 ± 0.41	-0.03 ± 0.16	0.54 ± 0.37	-0.11 ± 0.14	-0.25 ± 0.24	0.08 ± 0.14
30~39	319	0.03 ± 0.34	-0.01 ± 0.16	0.32 ± 0.27	-0.10 ± 0.16	-0.29 ± 0.24	0.09 ± 0.14
40~49	156	-0.05 ± 0.37	0.05 ± 0.17	0.26 ± 0.29	-0.06 ± 0.17	-0.31 ± 0.22	0.11 ± 0.14
50~59	63	-0.27 ± 0.41	0.06 ± 0.18	0.14 ± 0.36	0.00 ± 0.22	-0.41 ± 0.21	0.06 ± 0.14
Total	1017	0.09 ± 0.39	0.00 ± 0.16	0.38 ± 0.33	-0.08 ± 0.16	-0.29 ± 0.22	0.08 ± 0.14
p		0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.093



[Fig. 2] The J₀ (left) and J₄₅ (right) components as a function of age for refractive (◇), corneal (□), internal astigmatism (△). The standard deviation bars represent either positive or negative bars.

[Table 3] Corneal surface power and internal astigmatism power at horizontal and vertical meridian by age groups

Age Group	N	Corneal surface Power (D)			Internal Astigmatism Power (D)		
		Horizontal Meridian	Vertical Meridian	p	Horizontal Meridian	Vertical Meridian	p
5~9	190	43.02 ± 1.36	43.82 ± 1.47	0.000	-0.62 ± 0.34	-0.06 ± 0.12	0.000
10~19	156	42.71 ± 1.51	43.90 ± 1.60	0.000	-0.60 ± 0.31	-0.10 ± 0.12	0.000
20~29	133	42.70 ± 1.54	43.78 ± 1.68	0.000	-0.55 ± 0.37	-0.10 ± 0.16	0.000
30~39	319	43.25 ± 1.82	43.89 ± 1.80	0.000	-0.66 ± 0.38	-0.08 ± 0.18	0.000
40~49	156	43.55 ± 1.56	44.06 ± 1.60	0.004	-0.68 ± 0.37	-0.07 ± 0.13	0.000
50~59	63	44.12 ± 1.53	44.40 ± 1.59	0.318	-0.85 ± 0.40	-0.03 ± 0.06	0.000
Total	1017	43.15 ± 1.64	43.92 ± 1.66	0.000	-0.64 ± 0.37	-0.08 ± 0.15	0.000
p		0.000	0.145		0.000	0.000	



[Fig. 3] The corneal surface power (left) and power of internal astigmatism (right) as a function of age for the refractive power of the horizontal (◇) and vertical meridian (□). The standard deviation bars represent either positive or negative bars.

4. 고찰

난시는 임상에서 흔히 접할 수 있는 굴절이상으로 연령에 따라 유병률이 변한다. 본 연구는 만5세부터 만59세까지 1,017명을 대상으로 연령에 따른 난시빈도의 변화를 알아보고 최근에 개발된 파워벡터기법을 적용하여 난시성분의 변화와 그 변화요인을 알아보고자 하였다.

난시 유병률은 연령에 따라 변하는 것으로 알려져 있다. Read 등은 생애주기를 4단계(출생-4세, 4-18세, 18-40세, 40세 이상)로 분류하여 난시 유병률은 출생-4세에는 높고 4-18세에 감소하여 18-40세까지 안정적으로 유지되다가 40세 이상에서 다시 증가한다고 보고하였다[15]. Montés-Micó는 2~12세의 스페인 어린이들을 대상으로 한 연구에서 연령이 증가하면서 난시 유병률이 44.3%에서 5.2%로 감소하였다고 보고하였고[16], Huynh 등은 6세와 12세 사이에는 난시 유병률이 일정하게 유지된다고 보고하였다[17]. Vitale 등은 1999-2004년 미국에서 굴절이상 유병률에 대한 연구에서 난시유병률이 20-39세 23.1%, 40-59세 27.6%, 60세 이상 50.1%라고 보고하였다[3]. 인도네시아 수마트라 지역의 굴절이상 연구에서 난시 유병률은 20대 7.3%, 30대 9.0%, 40대 13.6%, 50대 이상 47.7%라고 보고하였다[8]. 이들 선행연구 결과를 정리하면 난시 유병률은 유아기에는 높지만 학동기에는 감소한 후 40대까지 일정하게 유지되다가 50대부터 급격하게 증가하는 U자 형태이었고 본 연구에 해당하는 연령에서는 인테그랄(*J*) 형태이었다.

그러나 본 연구에서 연령에 따른 난시 유병률은 선행 연구와는 다르게 5-9세부터 20대까지 증가하고 30-40대는 감소하였다가 50대에 다시 증가하여 정점이 두 개인 N자 형태이었다. 2008년 국민건강영양평가에서 난시 유병률($\geq 1.00D$)은 5~11세 22.8%, 12~18세 43.3%, 19~29세 34.8%, 30~39세 30.9%, 40~49세 29.6%, 50~59세 39.6%, 60~69세 57.1%, 70세 이상 73.4%로 본 연구 결과와 경향성이 유사하였다. 국민건강영양평가의 결과를 고려하면 본 연구에서 연령군에 따른 난시 유병률의 변화는 연구대상자에 의한 바이어스가 아닌 한국인의 특징일 것으로 예상되며 추가 연구를 통해 연령별 유사한 형태가 반복되는지와 그 원인을 규명할 필요가 있다. Read 등은 장시간 학습을 하게 되면 눈꺼풀이 안구의 특정 부위를 지속적으로 누름으로써 난시를 유발할 수 있다고 보고하였는데[15], 우리나라의 사회문화적 생활환경이 많은 학습량을 요구함으로써 20-30대에 난시 유병률이 높은 것으로 추정된다.

연령에 따라 난시 유병률이 변하는 요인을 알아보기 위해 잭슨의 크로스실린더를 이용한 파워벡터법으로 굴

절난시와 각막난시, 내부난시의 J_0 성분과 J_{45} 성분의 변화를 분석하였다. 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J_0 성분과 J_{45} 성분은 2가지 관점에서 비교하였다. 첫 번째는 각각의 연령군에서 J_0 성분과 J_{45} 성분의 상대적인 크기이고 두 번째는 연령별 굴절난시와 각막난시, 내부난시에서 J_0 성분과 J_{45} 성분의 변화 추세이다.

각각의 연령군에서 J_0 성분과 J_{45} 성분의 상대적인 크기를 비교하면(절대 값으로 비교함) 굴절난시와 각막난시, 내부난시 모두에서 J_0 성분이 J_{45} 성분보다 크게 나타났다. 즉, 잭슨의 크로스실린더(JCC)에서 (-)축과 (+)축이 수직과 수평방향에 위치하는 직난시와 도난시가 우세하게 분포하는 것을 확인할 수 있었다.

굴절난시와 각막난시 J_0 성분의 변화추세는 5~9세와 10대 사이에 증가하고 10대와 20대에는 비교적 일정하게 유지되다가 30대 이후부터 연령이 증가함에 따라 유의한 차이가 있게 감소하였고(굴절난시 $p=0.000$, 각막난시 $p=0.000$), 내부난시의 J_0 성분은 일정하게 유지되다가 50대에 감소하는 경향을 보였고 연령군 간에 차이가 있었다($p=0.001$). 굴절난시의 J_{45} 성분의 변화량은 $-0.03\sim+0.06D$ 의 작은 범위였지만 연령군 사이에서는 유의한 차이가 있었고($p=0.000$) 각막난시의 J_{45} 성분의 변화량도 $-0.11\sim-0.00D$ 로 작은 범위였지만 연령군 사이에 유의한 차이가 있었다($p=0.000$). 그러나 내부난시의 J_{45} 성분의 변화량은 $+0.06\sim+0.11D$ 의 매우 작은 범위였고 연령군 사이에 차이가 없었다($p=0.093$). 또한 굴절난시와 각막난시, 내부난시 J_0 성분의 연령에 따른 변화량이 J_{45} 성분의 변화량보다 크게 나타났다. 이 결과는 연령이 증가함에 따라 45° 와 135° 등 사선방향의 경선에서 보다 수직과 수평방향 경선의 굴절력변화가 크다는 것을 의미한다.

전 연령을 대상으로 난시성분 변화에 대한 연구는 많지 않다. 65세 이상을 대상으로 난시변화를 연구한 Liu 등의 연구는 본 연구결과와 유사하게 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J_{45} 성분은 연령에 따라 큰 변화가 없었지만 J_0 성분은 연령에 따라 큰 변화가 있었다[18]. 결과적으로 각각의 연령군에서 굴절난시와 각막난시, 내부난시의 J_0 성분이 J_{45} 성분보다 상대적으로 크게 나타났고, 연령이 증가함에 따른 변화량도 J_0 성분의 변화량이 크게 나타났기 때문에 각각의 난시에서 J_0 성분을 중심으로 변화요소를 연구해야 함을 알 수 있었다.

굴절난시 J_0 성분이 30대와 40대 사이 0.00D가 되었다. 굴절난시 J_0 성분이 (+) 부호이면 직난시이고 (-)이면 도난시이다. 30대까지는 수직방향의 굴절력이 수평방향의 굴절력보다 크지만 40대부터는 반대로 수평방향의 굴절력이 수직방향의 굴절력보다 더 커지는 전환점이 된다.

각막난시의 J_0 성분의 변화는 수직과 수평경선의 굴절

력이 변화하였음을 의미한다. 각막전면 수직경선의 굴절력은 연령에 따라 차이가 없었지만($p=0.145$) 수평경선의 굴절력은 5~9세부터 20대까지 감소하고 30대부터 증가하는 경향을 보였으며 연령군 간에 차이가 있었다($p=0.000$). 내부난시의 수직방향 굴절력은 연령군에 따라 유의한 차이가 있었으나 그 변화량은 크지 않았고($p=0.000$), 수평방향 굴절력은 30대부터 감소하였고 연령군 사이에 유의한 차이가 있었다($p=0.000$). 이 결과로 각막과 안구 내부 굴절매체의 수직방향 굴절력은 연령에 상관없이 일정하게 유지되지만, 5~9세부터 20대까지는 각막의 수평방향 굴절력이 감소하여 각막난시가 증가하고 내부난시는 일정하여 굴절난시가 증가하고, 30대부터 각막의 수평방향 굴절력이 증가하여 각막난시가 감소하고 내부난시가 약간 증가하지만 증가량이 작아 굴절난시가 감소하고, 50대에는 수평방향 굴절력이 지속적으로 증가하여 각막난시는 감소하지만 내부난시가 증가하여 굴절난시가 증가하는 것을 설명할 수 있었다.

본 연구에서는 조절마비제를 사용하지 않는 현성굴절검사를 실시하였다. Zhao 등 연구에 의하면 구면굴절력은 조절마비굴절검사와 현성굴절검사 사이에 유의한 차이가 있었지만 난시굴절력은 두 검사 간에 차이가 없었다[19]. 따라서 현성굴절검사만으로도 난시성분의 변화를 연구하는데 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 단면연구라는 한계가 있지만 연령에 따른 난시성분의 전반적인 변화를 관찰하기에는 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

결론적으로 난시빈도는 5~9세부터 20대 증가하고 30~40대 감소하며 50대 다시 증가하는 N자 형태로 인테그랄(\int) 형태인 선행연구와는 다른 경향성을 보였다. 연령에 따른 난시 유병률의 변화는 각막난시와 내부난시의 J_0 성분의 변화에 기인하였고 J_0 성분을 형성하는 수평방향과 수직방향 굴절력 중에서 수직방향 굴절력은 연령의 변화와 상관없이 일정하게 유지되었지만 수평방향 굴절력은 연령에 따라 변화였다. 각막굴절교정수술이나 백내장 수술과 같이 각막의 형태를 변화시키는 수술에서 본 연구 결과를 적용하면 수술 후에 우수한 예후를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] E. M. Harvey, V. Dobson, J. M. Miller, "Prevalence of high astigmatism, eyeglass wear, and poor visual acuity among Native American grade school children", *Optom Vis Sci*, Vol.83, No.4, pp.206-212, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.opx.0000214333.84822.71>

[2] D. L. Werner, L. J. Press, "Clinical pearls in refractive care", pp.101-137, Butterworth-Heinemann, 2002.

[3] S. Vitale, L. Ellwein, M. F. Cotch, F. L. 3rd. Ferris, R. Sperduto, "Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004", *Arch Ophthalmol*, Vol.126, No.8, pp.1111-1119, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.126.8.1111>

[4] R. N. Kleinstejn, L. A. Jones, S. Hullett, S. Kwon, R. J. Lee, N. E. Friedman, R. E. Manny, D. O. Mutti, J. A. YU, K. Zadnik; Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error Study Group, "Refractive error and ethnicity in children", *Arch Ophthalmol*, Vol.121, No.8, pp.1141-1147, 2003.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.121.8.1141>

[5] S. C. Huynh, A. Kifley, K. A. Rose, I. Morgan, G. Z. Heller, P. Mitchell, "Astigmatism and its components in 6-year-old children", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.47, No.1, pp.55-64, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1167/iov.05-0182>

[6] L. Tong, S. M. Saw, A. Carkeet, W. Y. Chan, H. M. Wu, D. Tan, "Prevalence rates and epidemiological risk factors for astigmatism in Singapore school children", *Optom Vis Sci*, Vol.79, No.9, pp.606-613, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006324-200209000-00012>

[7] Korea Center for Disease Control and Prevention (CDC). Korea National Health and Nutrition Examination Survey in 2008.

[8] S. M. Saw, G. Gazzard, D. Koh, M. Farook, D. Widjaja, J. Lee, D. T. Tan, "Prevalence Rates of Refractive Errors in Sumatra, Indonesia", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.43, No.10, pp.3174-3180, 2002.

[9] L. N. Thibos, W. Wheeler, D. Horner, "Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error", *Optom Vis Sci*, Vol.74, No.6, pp.367-375, 1997.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006324-199706000-00019>

[10] J. M. Miller, "Clinical application of power vectors", *Optom Vis Sci*, Vol.86, No.6, pp.599-602, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181a6a211>

[11] V. Dobson, A. B. Fulton, S. L. Sebris, "Cycloplegic refractions of infants and young children: The axis of astigmatism", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.25, No.1, pp.83-87, 1984.

[12] J. Gwiazda, M. Scheiman, I. Mohindra, R. Held, "Astigmatism in children: Changes in axis and amount from birth to six years", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.25, No.1, pp.88-92, 1984.

[13] K. Hayashi, H. Hayashi, F. Hayashi, "Topographic analysis of the changes in corneal shape due to aging", *Cornea*, Vol.14, No.5, pp.527-532, 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00003226-199509000-00014>

[14] T. Swartz, L. Marten, M. Wang, "Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography", *Curr Opin Ophthalmol*, Vol.18, No.4, pp.325-333, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3281ca7121>

[15] S. A. Read, M. J. Collins, L. G. Carney, "A review of astigmatism and its possible genesis", *Clin Exp Optom*, Vol.90, No.1, pp.5-19, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1444-0938.2007.00112.x>

[16] R. Montés-Micó, "Astigmatism in infancy and childhood", *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, Vol.37, No.6, pp.349-353, 2000.

[17] S. C. Huynh, A. Kifley, K. A. Rose, I. G. Morgan, P. Mitchell, "Astigmatism in 12-year-old Australian children: comparisons with a 6-year-old population", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.48, No.1, pp.73-82, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.06-0263>

[18] Y. C. Liu, P. Chou, R. Wojciechowski, P. Y. Lin, C. J. Liu, S. J. Chen, J. H. Liu, W. M. Hsu, C. Y. Cheng, "Power vector analysis of refractive, corneal, and internal astigmatism in an elderly Chinese population: The Shihpai eye study", *Invest Ophthalmol Vis Sci*, Vol.52, No.13, pp.9651-9657, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1167/iovs.11-7641>

[19] J. Zhao, J. Mao, R. Luo, F. Li, G. P. Pokharel, L. B. Ellwein, "Accuracy of noncycloplegic autorefraction in school-age children in China", *Optom Vis Sci*, Vol.81, No.1, pp.49-55, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006324-200401000-00010>

이 현 (Hyun Lee)

[정회원]



- 1996년 2월 : 충남대학교 자연과학대학 화학과 (이학석사)
- 2011년 8월 : 충남대학교 보건대학 보건학과 (보건학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 안경광학과 조교수

<관심분야>
굴절이상, 양안시

김 정 현(Jung-Hyun Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 충북대학교 의과대학 예방의학과 (의학석사)
- 2013년 8월 : 충북대학교 의과대학 예방의학교실 (의학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 안경광학과 겸임교수

<관심분야>
비정시, 근시 진행

이 성 복(Sung-Bok Lee)

[정회원]



- 2000년 2월 : 충남대학교 의과대학 의학과 (의학석사)
- 2007년 8월 : 충남대학교 의과대학 의학과 (의학박사)
- 2004년 ~ 현재 : 충남대학교 의과대학 안과학교실 교수

<관심분야>
성형안과, 눈물기관

엄 정 희(Jeong-Hee Eom)

[정회원]



- 1992년 8월 : 단국대학교 교육대학원 교육학과 (교육학석사)
- 2003년 8월 : 경남대학교 인문사회과학대학 교육학과 (교육학박사)
- 1990년 3월 ~ 현재 : 마산대학교 안경광학과 교수

<관심분야>
굴절이상, 양안시

이 강 오(Kang-Oh Rhee)

[정회원]



- 1998년 8월 : 충남대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 2003년 8월 : 충남대학교 의과대학 예방의학교실 (의학박사)
- 1994년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 안경광학과 교수

<관심분야>
비정시역학, 약시

이 태 용(Tae-Yong Lee)

[정회원]



- 1981년 2월 : 충남대학교 의과대학 (의학사)
- 1984년 8월 : 연세대학교 대학원 (보건학석사)
- 1990년 8월 : 연세대학교 대학원 (보건학박사)
- 1988년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실 교수

<관심분야>
역학 (순환기질환, 암, 전염병)