

## Actual Status of Ametropia in School Age and Its Changing Pattern by Period

Young-Geun Oh<sup>1,a</sup>, So-Joung Lee<sup>1,b</sup>, Je-Young Lee<sup>1,c</sup>, Mijung Park<sup>2,d</sup>, and So Ra Kim<sup>2,e,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received November 4, 2021: Revised December 8, 2021: Accepted December 21, 2021)

**Purpose:** This study was conducted to investigate the actual status of ametropia in school age and to determine its change over time. **Methods:** Overall, 1,700 subjects with no ocular disease who visited optical shops in Seoul and Gyeonggi-do from January to December 2019 were participated. School age was classified into five groups according to age. Data of spherical refraction, astigmatic amount, and astigmatic axis recorded in the prescription of eyeglasses were extracted, and significant differences between the groups were analyzed using the  $\chi^2$  test and Kruskal–Wallis test. Changes in refractive error over the year were confirmed as relative trends through a comparative analysis with those reported in previous studies. **Results:** The 2019 analysis revealed that the prevalence of ametropia during the entire school-age period was 94.2%, and compound myopic astigmatism was highest in all groups except for the upper grades of elementary school, and it progressed with age. By contrast, the ratio of mixed astigmatism and simple myopia significantly decreased between the lower and upper grades of elementary school. Three groups of lower grades of elementary school, high school, and college students showed a similar distribution of astigmatic amount, and the ratio of with-the-rule astigmatism in all groups was highest with an average of 92.5%. By comparing refractive error by period, it was found that the continuous increase in ametropia was due to the increase in moderate myopia, and the rate of with-the-rule astigmatism in middle school and above increased. **Conclusions:** The results confirmed that the ratio of moderate myopia, moderate astigmatism, and high astigmatism among ametropia of school age has increased compared to that in the past 50 years. Hence, it is possible to expect the progression of myopia and astigmatism in school age in the future. Therefore, to reduce the continuation of refractive error in school age, the necessity of proper guidelines, including working hours and gazing angles suitable for the current period, can be proposed.

**Key words:** School age, Ametropia, Refractive error, Compound myopic astigmatism

## 서 론

우리 눈은 신체의 성장과 더불어 연령의 증가에 따라 굴절상태가 변하게 되는데,<sup>[1]</sup> 평균적으로 소아기에 시작된 근시화는 신체 성장과 함께 20대 초반까지 지속되다가 성인이 되면 안정적인 굴절상태를 보이게 된다. 이후 40~45세 사이에 비가역적인 조절력의 소실을 특징으로 하는 노안과 함께 원시화 상태가 되는 것으로 알려져 있다.<sup>[2-4]</sup> 이러한 굴절상태의 변화에 영향을 미칠 수 있는 또 다른 요인으로는 유전적·환경적 요인을 들 수 있는데,<sup>[5]</sup> 대표적인 환경적 요인으로 경쟁적인 학업 활동으로 인한 근거리 작업시간의 증가를 들 수 있다. 사람의 눈은 근거리를 주시

하게 되면 자연적으로 망막에 초점을 맺기 위해 섬모체근의 수축과 섬모체소대의 이완으로 수정체의 굴절력이 높아지는 조절이 발생하고, 그와 동시에 두 눈이 안쪽으로 모이게 된다.<sup>[6]</sup> 시력변화가 일어나는 학령기(school age)에 지속적인 근거리작업은 급격한 시력변화에 촉진제가 될 수 있다. 따라서 학령기의 굴절력에 관한 조사는 지속적으로 모든 나라에서 이루어졌다.

외국의 학령기 굴절력에 대한 조사에서 서구권은 5~15세를 기준으로 하는 연구<sup>[7-13]</sup>가 많았으며, 아시아권은 7~21세를 기준으로 하는 연구가 있었다.<sup>[14]</sup> 우리나라의 굴절력 역학조사의 경우, 초등학생은 Hong 등<sup>[15]</sup>과 Chung 등의 학동의 굴절상태<sup>[16]</sup>, Oh 등의 학동의 굴절상태(제6보)<sup>[17]</sup>,

본 논문의 일부내용은 2020년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음

\*Corresponding author: So Ra Kim, TEL: +82-2-970-6264, E-mail: srk2104@seoultech.ac.kr

Authors ORCID: <sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0003-4951-593X>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0001-6538-500X>, <sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0003-2162-8211>, <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0002-4645-7415>,

<sup>e</sup><https://orcid.org/0000-0001-8786-2815>

Koo 등의 초등학교 정상이하 시력 학령기 아동의 굴절상태에 대한 조사<sup>[18]</sup>가 있었으며, 중학생, 고학생, 대학생은 각각 Cho 등의 중학생의 시력 및 안굴절상태<sup>[19]</sup>, Choi 등의 동두천지역 고학생의 안굴절상태 조사 및 연구<sup>[20]</sup>, Kim의 청년층의 굴절상태<sup>[21]</sup>가 있었다. 한편 대학생의 굴절이상은 한국 성인의 굴절이상에 관한 역학조사<sup>[22]</sup>를 통하여 확인한 바 있다. 6~18세에는 Kim과 Koo의 도시 아동의 시력장애와 근시의 실태 및 원인에 관한 연구<sup>[23]</sup>가 있었으며 6~22세는 Lee 등의 연령변화에 따른 근시의 진행정도<sup>[24]</sup>와 평균 10.25~22.45세 사이의 정시안과 근시안의 각막굴절력 및 굴절이상 정도에 대한 연구가 있었다.<sup>[25]</sup> 이렇듯 연구마다 학령기로 분류되는 연령은 다양하며, 최근에 이르면서 학령기라 함은 만 7세부터 만 23세, 즉 대학생까지 포함되는 개념으로 발전하였음을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 학령기를 초등학교~대학생까지로 정하고 이들의 굴절이상 정도를 분석하고자 하였으며, 선행연구결과와 비교함으로써 시대별 굴절이상의 정도와 변화를 분석하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2019년 1월 1일부터 12월 31일까지 서울 및 경기지역의 안경원을 방문한 만 7세에서부터 만 23세까지의 학령기 인원(1,700명, 3,400안)을 대상으로 하였다. 학령기 연령에 따른 비교를 위하여 초등학교 저학년, 초등학교 고학년, 중학교, 고등학교, 대학교로 나누어 각각 그룹 I(406안), II(716안), III(794안), IV(626안) 및 V(858안)로 분류하였으며, 대상자들의 안경처방 굴절력을 기준으로 구면도수, 난시도수, 난시축을 기록하여 정리하였다. 굴절력 측정에는 각 안경원의 포롭터를 이용한 자각적 굴절검사를 토대로 검사가 실시되었다.

구면 굴절이상의 분류 기준은 Table 1과 같으며, 난시를 포함한 굴절이상은 주경선의 초점 위치에 따라 Table 2과 같이 분류하였다.

Table 1. Classification of spherical refractive error

| Spherical refractive error | Criteria         |
|----------------------------|------------------|
| Emmetropia (EM)            | -0.25 D~+0.25 D  |
| Low myopia (LM)            | -0.50 D~-3.00 D  |
| Moderate myopia (MM)       | -3.25 D~-6.00 D  |
| High myopia (HM)           | -6.25 D ≤        |
| Hyperopia (LH)             | +0.50 D~+3.00 D  |
| Moderate hyperopia (MH)    | +3.25 D~ +6.00 D |
| High hyperopia (HH)        | +6.25 D ≤        |

Table 2. Classification of cylindrical refractive error

| Cylindrical refractive error       | Criteria           |
|------------------------------------|--------------------|
| Low astigmatism (LA)               | ±0.50 D~±1.00 D    |
| Moderate astigmatism (MA)          | ±1.25 D~±2.00 D    |
| High astigmatism (HA)              | ±2.25 D ≤          |
| With-the-rule astigmatism (WTR)    | 150°~30°           |
| Against-the-rule astigmatism (ATR) | 60°~120°           |
| Oblique astigmatism (OA)           | 31°~59°, 121°~149° |

### 2. 시대별 굴절이상 변화의 비교

시대별 굴절이상의 변화는 국내에서 수행된 1970년대 및 2000년대의 선행연구 가운데 굴절이상의 종류 및 정도와 연령대에 따른 세부적인 결과가 발표된 선행연구들만을 비교대상으로 하였다.<sup>[2,27-29,31]</sup> 선행연구마다 굴절이상도 및 세부 분류를 위한 기준이 상이하었으므로 각 굴절이상에 해당되는 안 수를 성별의 구분없이 백분율로 나타내는 정규화 과정을 거친 후 상대적으로 비교하여 그 변화를 알아보았다.

### 3. 통계분석

본 연구결과는 IBM SPSS Statistics Subscription(Version 26) 프로그램을 이용하여 통계분석하였다. 취합된 2019년도 자료가 정규분포를 이루지 않아  $\chi^2$ -test를 통하여 학령기 그룹 간 차이를 분석하였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단된 경우에는 비모수검정인 Mann-Whitney U test와 Kruskal-Wallis test를 이용하여 사후검정을 실시하였다.<sup>[26]</sup> 이 때 신뢰도 구간 95%를 기준으로 유의수준이 0.05 이하이면 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 학령기의 비정시안 분포 및 연도별 비교

2019년 학령기의 단안 기준 정시안은 총 3400안 중 198안(5.8%)으로 나타났으며, 양안 기준 2D 이상 차이를 보이는 부등시는 82명(4.8%)으로 나타났다. 이러한 결과를 1973년 학령기 아동의 굴절상태를 보고한 Kim과 Hong의 연구<sup>[27]</sup>와 2001년 서울지역 초등학교 비정시안의 굴절상태에 대한 Kim의 연구<sup>[28]</sup> 결과와 상대적인 비율로 비교하여 보면, 초등학교(2019년 분석, 그룹 I과 II)에서의 비정시 비율이 1970년대보다 2000년 이후에 39.7%p 증가하였음을 알 수 있었다(Fig. 1). 1971년 중·고등학교 학생의 굴절상태를 연구한 Kim 등의 연구<sup>[29]</sup>와 1999년 여자 중·고등학생들의 굴절이상 눈에 대한 Kim과 Shin의 연구<sup>[30]</sup>을 바탕으로 중·고등학교(2019년 분석, 그룹 III과 IV)의 비정

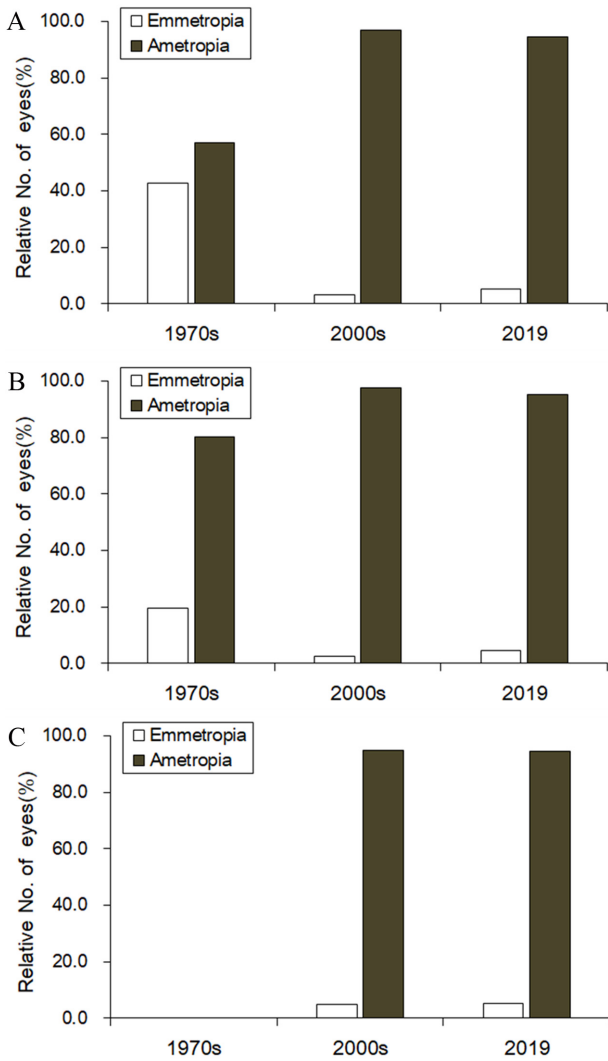


Fig. 1. Comparison of emmetropia and ametropia in school age when analyzed by period.<sup>[2,27-29,31]</sup>  
 A. Primary school students  
 B. Middle/High school students  
 C. College students

시 비율이 2000년 이전보다 15.4%p 증가하였음을 확인하였다. 반면 1970년대에는 대학생 대상의 정시안과 비정시안에 대한 연구가 없었다. 1999년 한국인 성인 남성의 굴절이상을 연구한 Shin 등의 논문<sup>[31]</sup>에 따르면 정시안이 5.0%, 비정시안이 95.0%이었고, 본 조사에서는 그룹 V에서 정시안 5.4%, 비정시안 94.6%로 나타나 대학생의 경우는 지난 20년간 굴절이상안 비율의 변화가 다른 그룹 대비 크지 않은 것으로 판단되었다. 연도별로 비교해보면 1970년대에 초등학생인 그룹 I과 II의 정시안 비율이 중·고등학생인 그룹 III과 IV보다 23.2%p의 차이로 2배 이상 높게 나타났으나 2000년대와 2019년에는 초등학생과 중·고등학생 사이의 정시안의 비율에 차이가 1%p 미만으로 감소하여 비정시 비율이 크게 증가함을 알 수 있었다. 이

는 1970년 대비 2019년에 그룹 III과 IV에서 나타난 정시안 비율의 감소(15.0%p)로도 확인되었다.

2. 학령기 그룹별 구면 굴절이상의 분포 및 연도별 비교

2019년도 학령기의 굴절이상 정도를 구면 굴절이상으로 분석하고자 연령별로 총 5개의 군으로 나누어 비교하였다. 난시의 경우는 등가구면으로 계산하여 구면 굴절이상에 포함하였고, 성별에 따라 구면 굴절이상을 비교하였으나 성별에 따른 차이는 없었으므로( $p=0.466$  by Mann-Whitney U test) 연령별로만 분석하였다(Fig. 2). 본 연구에서 나타난 성별 간의 유의하지 않은 구면 굴절이상 분포는 선행 연구결과와도 일치하는 결과이었다.<sup>[25,29-32]</sup> 구면 굴절이상 가운데 가장 높은 비율을 보인 것은 모든 그룹에서 경도 근시로 나타났으며, 그룹 II에서 64.3%로 가장 높은 비율을 나타내었으며, 그룹 V에서 40.4%로 가장 낮게 나타났다. 한편 각 구면 굴절이상 별로 가장 높은 비율을 나타내었던 그룹을 살펴보면, 정시는 초등학생 저학년인 그룹 I에서 21.2%로 가장 높게 나타났으며, 경도근시는 초등학생 고학년인 그룹 II에서 64.3%, 중도근시는 대학생인 그룹 V에서 38.5%, 고도근시는 고등학생인 그룹 IV에서 11.6%로 나타났고, 경도원시는 그룹 I에서 16.0%, 중도원시는 그룹 II에서 1.3%, 고도원시는 그룹 I에서 0.5%로 가장 높게 나타났다. 학령기 구면 굴절이상의 분포를  $\chi^2$  test로 분석한 결과,  $\chi^2=1745.633$ ,  $p=0.000$ 로 통계적 유의성을 확인할 수 있었으며, Kruskal-Wallis test로 사후 검정한 결과  $p=0.000$ 으로 구면 굴절이상 분포는 그룹 간에도 통계적으로 유의한 차이를 보임을 알 수 있었다. 2019년도 학령기의 경우 그룹 I 대비 그룹 II은 감소된 정시와 원시의 비율을 보였고, 경도 및 중도근시의 비율은 반대로 증가하여 초등학생 저학년에 고학년 사이에 정시와 원시의 일부가 근시화 되었음을 알 수 있었다. 중도 및 고도근시의 비율은 그룹II, III 및 IV에서 지속적으로 증가함을 보였으나, 그룹 IV와 V 사이에서는 유의한 증가가 관찰되지 않았으며

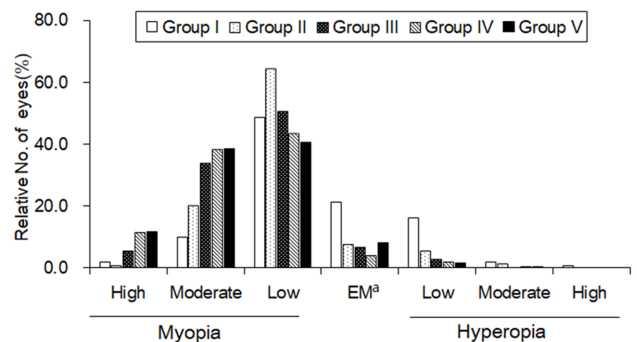


Fig. 2. Distribution of spherical refractive error in school age in 2019 when analyzed by age group.  
 a EM, emmetropia

로 성장 종료와 함께 굴절이상 안정되는 청소년기 근시 (juvenile onset myopia)가 학령기 근시의 대부분을 알 수 있었는데 이는 선행연구결과와도 부합되는 결과이었다.<sup>[24,25]</sup>

본 연구에서 분석한 2019년도의 학령기 구면 굴절이상을 1970년대와 2000년대의 선행연구결과와 비교하였다 (Fig. 3).<sup>[27-29,31]</sup> 선행연구마다 동일하지 않은 굴절이상도 분류 기준이 적용되었으므로 각 굴절이상에 해당되는 안수를 성별 구분없이 백분율로 나타내어 상대적으로 비교하였다. 초등학생(2019년 분석, 그룹 I과 II)의 경우 1970년대 이후 경도근시가 점진적으로 증가함을 나타내었으며, 가장 큰 증감폭을 보인 구면 굴절이상은 각각 중도근시와 경도원시로 증가폭은 1970년대와 2000년대 사이 중도근시에서 45.5%p로 가장 크게 나타났으며, 감소폭은 경도원시에서 69.3%p로 가장 크게 나타났다. 중고등학생(2019년 분석, 그룹 III과 IV)의 경우는 가장 큰 증감폭을 보인 경우는 1970년대와 2000년대 사이에서 각각 중도근시(증가폭, 47.5%p)와 중도원시(감소폭, 25.6%p)였으며, 초등학생의 경우와는 달리 연도에 따른 경도근시 비율의 유의한 변화를 관찰할 수 없었다. 그러나 모든 연도에서 고도근시의 비율이 초등학생에 비해 높게 나타나 성장에 따른 근시화의 진행을 예상할 수 있었다. 실제로 연령별 정시안과 근시안의 각막굴절력과 굴절이상에 대해 연구한 Oh 등의 연구<sup>[25]</sup>에 따르면 청소년기에서 20대까지 나이가 들수록 각막곡률반경이 커지고 각막굴절력은 작아지는 것으로 분석하였고 20대 이후 성인기의 변화와는 다르며, 이 시기의 각막굴절력의 감소는 증가되는 안축길이를 보상하기 위한 결과로 생각된다고 하였다. 따라서 초등학생에서 중학생으로 성장함에 따라 본 연구에서 나타난 원시의 감소와 근시의 증가 추세는 Shim 등의 선행연구 결과<sup>[33]</sup>와 유사하였으며, 이는 각막굴절력이 안축길이 성장을 보상하기에 충분할 정도로 감소하지 않아 나타난 결과로 생각되었다. 한편 2000년 이후 학령기 비교에 추가된 대학생의 경우는 2000년대 대비 2019년도에서 증가된 정도 및 고도근시와 감소된 중도근시를 나타내었다(Fig. 3). 대학생 그룹에서의 이러한 경도근시의 증가는 분석대상자 가운데 후발성 근시(late-onset myopia)가 포함되어 나타난 결과이었을 것으로 추정되었으며, 이는 이미 존재하던 중도근시안의 근시도가 증가하는 원인으로도 작용하였을 것으로 생각되었다.<sup>[34]</sup> Kim 등<sup>[35]</sup>은 주시방향에 따른 동적 조절반응량의 변화 연구에서 근업 시 책이나 컴퓨터 화면의 위치를 수평보다 40° 하방에 위치시키면 눈의 피로도를 최소화할 수 있다고 하였으나 Alyra 등<sup>[36]</sup>은 이와는 반대로 하향 응시각도의 크기가 각막 변화에 상당한 영향을 미치며 상안검 접촉으로 인해 20° 하방응시에 비해 40° 하방응시에서 유의한 큰 각막 변화가 나타난다고 하였다. 따라서

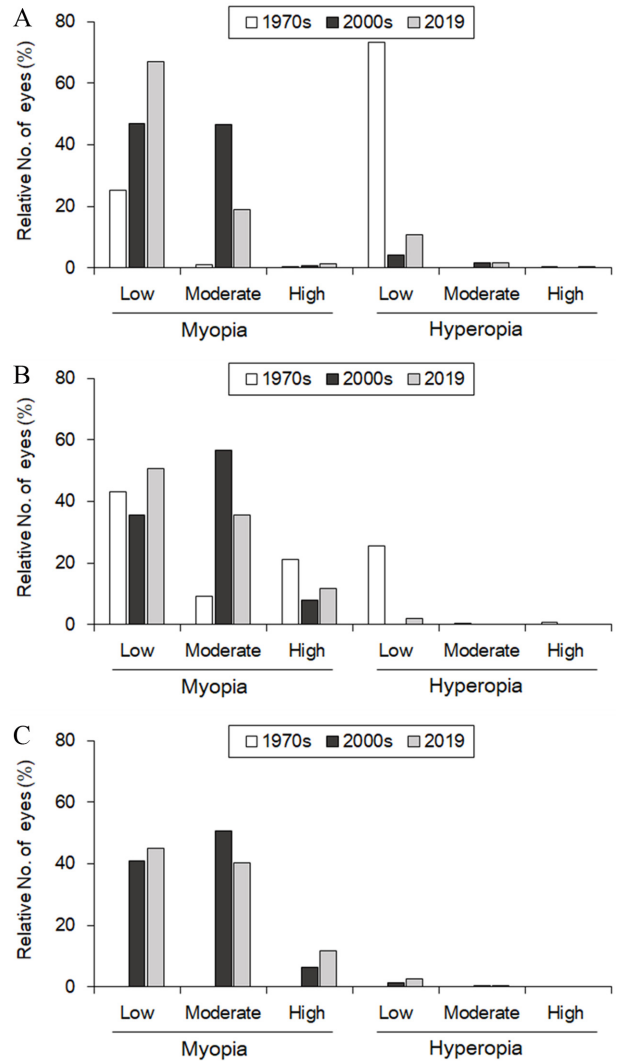


Fig. 3. Comparison of spherical refractive error in school age when analyzed by period.<sup>[2,27-29,31]</sup>  
 A. Primary school students  
 B. Middle/High school students  
 C. College students

과거에 비해 근거리 작업시간이 증가한 현재의 경우 눈의 피로도를 최소화하기 위하여 무의식적으로 40° 하방주시를 하였을 가능성이 있으며 이는 각막지형 변화를 야기하여 1970년대보다 높은 굴절이상의 비율을 초래하였을 것으로 생각되었다. 특히 고도근시의 경우는 1970년대 중고등학생을 제외한 모든 연령대에서 연도에 따른 증가를 나타내어 시대별 평균 구면 굴절이상값이 보다 고도근시 쪽으로 이동하였을 가능성이 있으나 모든 선행연구마다 학령기의 구면 굴절이상값이 표기되어 있지 않아 이를 확정 짓기에는 무리가 있다. 그럼에도 불구하고 1970년대 대비 높아진 중도 또는 고도근시의 비율로 미루어 볼 때 소아기에 시작하여 20대 초반까지 신체 성장과 함께 지속되는 일반적인 근시 진행보다<sup>[1-4,6]</sup> 1970년대에서 2019년까지

학령기에서 근시화가 가속화되었을 것으로 생각되었다.

### 3. 그룹별 난시 포함 굴절이상의 전체 분포 및 연도별 비교

2019년도 학령기의 굴절이상을 단순 구면 굴절이상과 난시로 분류하여 분석하였다(Table 3). 연령을 고려하지 않은 학령기 전체의 단순 근시 및 원시는 각각 31.4%와 0.6%로 나타났으며, 가장 높은 비율로 나타난 굴절이상은 복합근시성난시(compound myopic astigmatism, 이하 CMA)로 1,867안(54.9%)이었으며, 두 번째로 높은 비율로 나타났던 굴절이상은 단순근시이었다(1,068안, 31.4%). 학령기 그룹별로 비교해보면 성장과 함께 CMA가 지속적으로 증가(그룹 I, 34.7% → 그룹 V, 68.5%)하였던 반면, 혼합난시는 순차적으로 감소하였는데 이러한 변화는 통계적으로도 유의한 변화이었다( $p=0.000$  by  $\chi^2$  test). 한편 단순근시성 난시(simple myopic astigmatism, 이하 SMA)의 경우는 그룹 I과 II 사이에서 8.8%p의 감소를 보여 초등학교 저학년에서 고학년으로 성장하면서 약 1/5 수준으로 가장 크게 변화하였음을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 학령기에서 연령에 따른 CMA의 증가는 SMA와 혼합난시의 감소가 반영된 결과로 생각해 볼 수 있다.

난시 포함의 굴절이상안 분석 결과를 선행연구결과<sup>[27-31]</sup>와 비교하여 시대별 굴절이상의 변화를 알아보았다(Fig. 4). 2019년도 분석에서 학령기의 연령에 따라 CMA가 증가하였던 것과 유사하게 초등학교와 중·고등학교 그룹의 경우는 1970년대부터 2019년에 이르기까지 CMA가 점진적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 초등학교의 경우는 1970년대에서 2000년대 사이에 CMA가 가장 큰 폭

으로 증가(29%p, 약 30배)하였고, 단순원시가 가장 큰 폭으로 감소(57.1%, 약 1/30)하였음을 알 수 있었다. 초등학교와 중·고등학교 그룹의 단순근시는 1970년대에서 2000년대 사이에는 증가하였으나 2019년도에는 그 비율이 오히려 감소하였다. 조절에 따른 각막곡률의 변화에 대한 Park과 Kim의 연구<sup>[32]</sup>에서 10대 그룹은 근거리를 주시할 때 강주경선의 각막굴절력이 유의한 수준으로 더 높게 변함을 보고한 바 있으며, 스마트폰 사용이 원거리 교정시력과 굴절이상 변화에 미치는 영향에 대한 Kim 등의 연구<sup>[37]</sup>에서 주시거리가 가까워질수록 통계적으로 유의하게 원거리 교정시력의 저하와 근시의 증가가 관찰됨이 보고된 바 있다. 따라서 1970년대에서 2000년대 사이에 나타난 CMA와 단순근시의 증가는 길어진 근거리 작업시간의 장기간 효과의 결과<sup>[34]</sup>로 생각되었으며, 2000년대에서 2019년에 이르면서 다양한 모바일 디지털기기의 사용으로 작업거리는 짧아지고 작업시간은 증가하게 되면서 단순근시의 비율 감소가 CMA의 비율 증가로 나타난 것으로 생각되었다. 대학생그룹의 경우도 2000년대에 비해서 2019년에 CMA의 비율이 10.1%p 증가함을 나타내어 학령기 전 연령대에서 CMA의 비율이 높음을 확인할 수 있다. 한편, 복합원시성난시(compound hyperopic astigmatism, 이하 CHA)는 초등학교의 경우 1970년대 7.9%와 2000년대 1.3%로 나타났고, 중·고등학교 그룹의 경우는 1970년대에 3.6%로 나타났으나 2000년대 이후로는 모든 학령기 그룹에서 CHA의 비율이 0.0%로 나타났다. 이로부터 시대별 학령기의 구면 굴절이상 비교에서 나타났던 근시화의 가속화에 CMA의 증가가 동반되었음을 알 수 있다.

Table 3. Distribution of refractive error in school age in 2019 when analyzed by age group

| Classification of refractive error   | Relative no. of eyes (%) |                |                |                |                | Total           |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|                                      | Group I                  | Group II       | Group III      | Group IV       | Group V        |                 |
| Emmetropia (EM)                      | 21<br>(5.2)              | 30<br>(4.2)    | 25<br>(3.1)    | 6<br>(1.0)     | 44<br>(5.1)    | 126<br>(3.7)    |
| Simple myopia (SM)                   | 113<br>(27.8)            | 313<br>(43.7)  | 280<br>(35.3)  | 167<br>(26.7)  | 195<br>(22.7)  | 1068<br>(31.4)  |
| Simple hyperopia (SH)                | 8<br>(2.0)               | 7<br>(1.0)     | 1<br>(0.1)     | 2<br>(0.3)     | 3<br>(0.3)     | 21<br>(0.6)     |
| Mixed astigmatism (MA)               | 75<br>(18.5)             | 44<br>(6.1)    | 27<br>(3.4)    | 13<br>(2.1)    | 10<br>(1.2)    | 169<br>(5.0)    |
| Compound myopic astigmatism (CMA)    | 141<br>(34.7)            | 304<br>(42.5)  | 408<br>(51.4)  | 426<br>(68.1)  | 588<br>(68.5)  | 1867<br>(54.9)  |
| Compound hyperopic astigmatism (CHA) | 2<br>(0.5)               | 0<br>(0.0)     | 1<br>(0.1)     | 0<br>(0.0)     | 1<br>(0.1)     | 4<br>(0.1)      |
| Simple myopic astigmatism (SMA)      | 46<br>(11.3)             | 18<br>(2.5)    | 51<br>(6.4)    | 12<br>(1.9)    | 17<br>(2.0)    | 144<br>(4.2)    |
| Simple hyperopic astigmatism (SHA)   | 0<br>(0.0)               | 0<br>(0.0)     | 1<br>(0.1)     | 0<br>(0.0)     | 0<br>(0.0)     | 1<br>(0.0)      |
| Sum                                  | 406<br>(100.0)           | 716<br>(100.0) | 794<br>(100.0) | 626<br>(100.0) | 858<br>(100.0) | 3400<br>(100.0) |

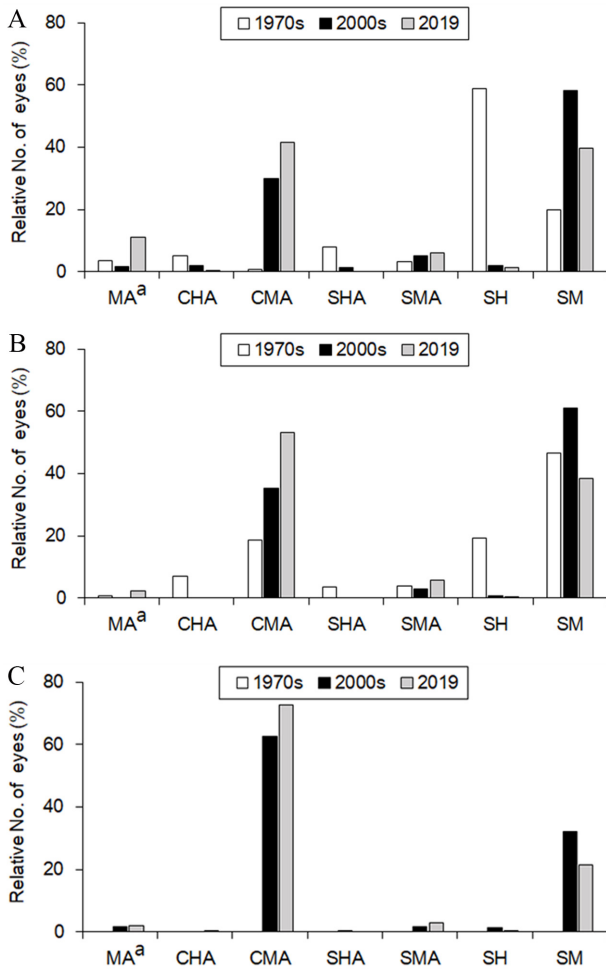


Fig. 4. Comparison of total refractive error in school age when analyzed by period.<sup>[2,27-29,31]</sup>  
 A. Primary school students  
 B. Middle/High school students  
 C. College students  
<sup>a</sup>MA, mixed astigmatism; CHA, compound hyperopic astigmatism; CMA, compound myopic astigmatism; SHA, simple hyperopic astigmatism; SMA, simple myopic astigmatism; SH, simple hyperopia; SM, simple myopia

4. 그룹별 난시량과 축 방향의 분포 및 연도별 비교

2019년도 학령기의 난시량을 분석한 결과, 모든 그룹에서 경도난시의 비율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 학령기 전체에서 경도난시의 비율은 56.7%로 확인되었다(Fig. 5). 이는 학령기 동안의 평균 난시량이 크지 않다는 연구 결과에 부합된 결과이었다.<sup>[34]</sup> 그러나 본 연구에서 나타난 연령에 따른 난시량의 변화는 학령기 동안의 난시량은 크게 변하지 않는다는 연구결과<sup>[34]</sup>에는 일치하지 않는 것으로 나타났다. 즉, 경도난시는 그룹 II이 66.4%로 가장 높았고, 중도난시는 그룹 V에서 37.1%로 가장 높았으며, 고도난시는 그룹 I에서 21.8%로 가장 높게 나타났으며,  $\chi^2$  test 결과 난시량의 분포 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나

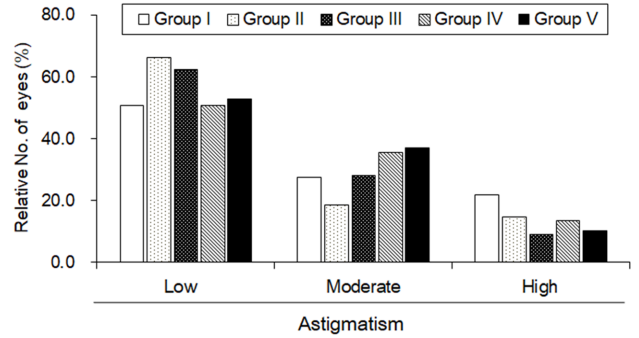


Fig. 5. Distribution of astigmatic amount in school age in 2019 when analyzed by age group.

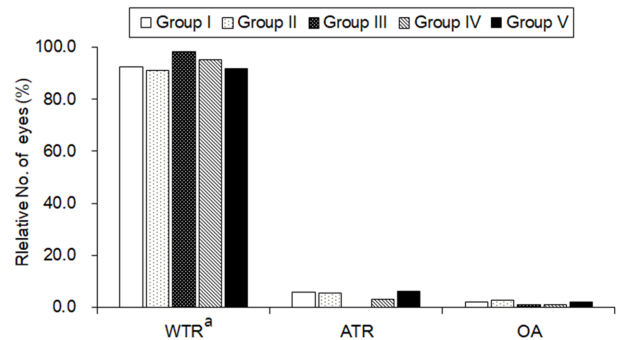


Fig. 6. Distribution of astigmatic axis in school age in 2019 when analyzed by age group.  
<sup>a</sup>WTR, With-the-rule astigmatism; ATR, Against-the-rule astigmatism; OA, Oblique astigmatism

타났다( $p=0.000$ ). Kruskal-Wallis test로 사후 검정한 결과 학령기 그룹 간의 난시량의 분포는 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p=0.000$ ).

한편 2019년도 학령기 그룹별로 난시축의 분포를 분석한 결과, 모든 그룹에서 직난시가 90.0%이상을 차지하는 것으로 나타났으며 전체 평균 92.5%(총 3400안 중 2020안)로 가장 높은 수치를 나타내었다(Fig. 6).<sup>[38]</sup> 이 때 직난시의 분포를 그룹별로 나누어 비교하면 중학생인 그룹 III에서 98.3%로 가장 높게 나타났으나  $\chi^2$  test로 검증한 결과, 학령기 그룹 간의 난시축 분포 차이는 난시량과는 달리 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다( $p=0.284$ ).

2019년도 난시량의 결과를 선행연구결과<sup>[28,30,31]</sup>와 비교하여 시대별 변화를 알아보았다(Fig. 7). 굴절이상의 시대별 분류와는 달리 1970년대의 난시량의 경우는 모든 그룹에 대한 선행연구결과가 부재하였으므로 2000년대와 2019년의 비교만이 가능하였다. 두 연대에서 모두 모든 그룹에서 경도난시의 비율이 50.0% 이상으로 높게 나타났으나 변화 양상은 그룹별로 상이하였다. 즉, 초등학생의 경우는 경도난시가 2000년대 50.6%에서 2019년 59.7%로 9.1%p 가량 증가한 반면, 중·고등학생과 대학생의 경우는

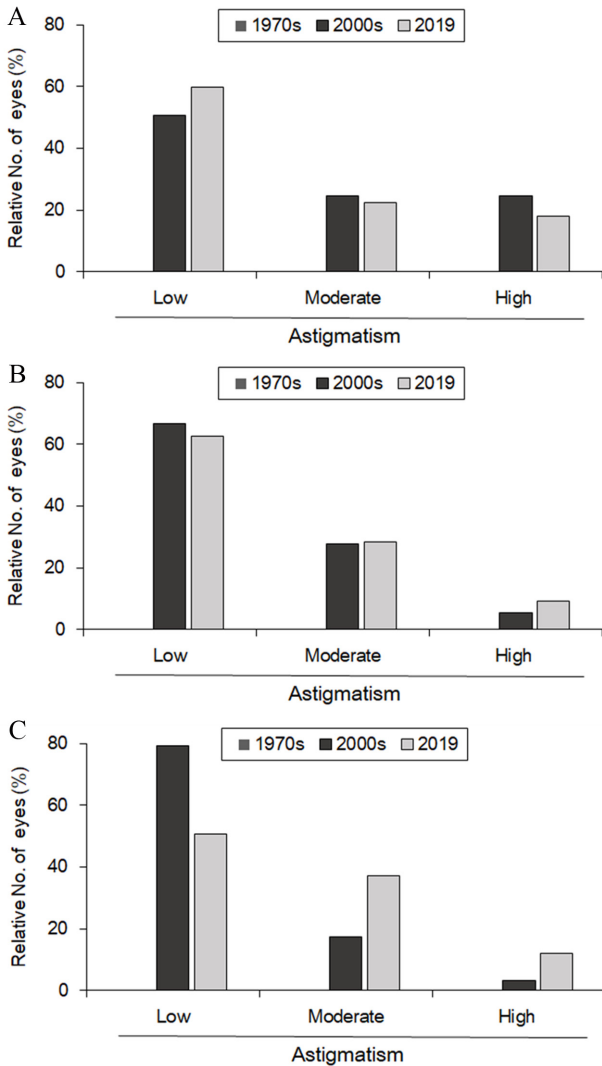


Fig. 7. Comparison of astigmatic amount in school age when analyzed by period.<sup>[27,29,31]</sup>  
 A. Primary school students  
 B. Middle/High school students  
 C. College students

각각 4.1%p의 감소(2000년대, 66.7%; 2019년, 62.6%)와 28.6%p의 감소(2000년대, 79.3%; 2019년, 50.7%)를 나타내었다. 특히 고도난시의 경우 중·고등학생과 대학생의 경우 각각 3.6%p의 증가(2000년대, 5.5%; 2019년, 9.1%)와 8.8%p의 증가(2000년대, 3.3%; 2019년, 12.1%)를 나타내어 20년 동안 고도난시의 비율이 크게 증가하였음을 알 수 있었다. 이러한 난시량의 증가는 난시 포함 굴절이상 비교에서 나타내었던 CMA 증가의 한 원인으로 생각할 수 있다. 즉, 1970년대에서 2019년도까지 약 50년 동안 시생활의 변화로 인하여 근시 진행이 가속화되었고(Fig. 3), 이후 디지털 시각매체로의 변화에 따른 하방주시의 결과로 난시의 진행(Fig. 7)이 뒤따라 초등학교 저학년에서 대학생으로 학령기 연령이 증가할수록 CMA의 비율이 증가

(Fig. 4)한 것으로 판단되었다.

2019년도 난시축의 결과를 선행연구결과<sup>[27-31]</sup>와 비교하여 시대별 변화를 알아보았다. 초등학생 그룹은 1970년대 이후 지속적으로 직난시의 비율이 증가하였고 도난시의 비율은 감소하였다. 중·고등생 그룹은 비교대상이 된 2000대의 난시축 분석 결과<sup>[30]</sup>에서 도난시의 비율이 95.0%로 높고, 직난시의 비율이 3.0%로 낮게 보고되었으나 학령기의 경우 직난시의 비율이 높다는 점<sup>[37]</sup>에 미루어 볼 때 자각식 굴절검사를 통한 분석오류의 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 따라서 2000년대 결과를 제외하고 1970년대와 2019년도의 난시축 결과만을 비교하면 초등학생의 경우와 유사한 양상을 나타내었다. 반면 대학생 그룹은 1970년대 자료가 부재하므로 2000년대 이후 결과를 비교하면 직난시가 59.7%에서 91.6%로 31.9%p 가량 증가함을 알 수 있었다. Kim의 연령에 따른 난시축 변화에 관한 연구<sup>[38]</sup>에서 3.5세 이하에서는 도난시가 많고 10대에서 20대까지 직난시가 많으며 40대 이후로는 도난시가 증가하는 경향을 나타낸다고 하였는데 1970년대에서 2019년까지 난시축을 비교한 결과, 직난시의 비율이 높아 선행연구결과와 일치함을 알 수 있었다. 시대의 흐름에 따라 모든 학령기 그룹에서 직난시의 비율이 증가함을 나타내었는데 이는 10대 그룹은 근거리를 주시할 때 강주경선의 각막굴절력이 유의한 수준으로 증가한 것으로 보고된 바 있는 선행연구결과<sup>[32]</sup>로 나타난 양상으로 추정되었다.

**결론**

2019년도 초등학생에서 대학생까지 학령기 전체의 비정시의 비율은 94.2%이었고, 그 중 근시가 83.9%로 비정시의 대부분을 차지하였으며, 경도근시가 49.5%로 가장 높은 비율로 나타났다. 난시를 포함한 굴절이상의 전체 분석에서는 학령기에서 복합근시성난시의 비율이 53.0%로 가장 높게 나타났으며, 난시량의 경우는 초등학교 고학년인 그룹 II에서 저도난시가 증가하였다가 연령이 증가할수록 중도난시가 증가하는 것으로 나타났다. 이를 1970년대와 2000년대의 선행연구결과와 비교하여 학령기 전체의 시대별 굴절이상 변화 양상을 알아본 결과, 1970년대에 비해 2000년대 이후 비정시 가운데 중도근시의 비율이 증가하였음을 알 수 있었으며, 난시의 경우는 저도난시가 감소하고 중도 및 고도난시가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 비교 결과를 종합하면 시대에 따라 근시 진행이 가속화되어 중도근시의 비율이 증가하고, 난시도가 증가함에 따라 중도 및 고도난시의 비율이 증가하여 결과적으로 복합근시성난시가 증가하게 된 것으로 생각해 볼 수 있다.

본 연구를 통하여 모바일 디지털기기의 상용화에 따른 작업거리의 단축 및 작업시간의 증가로 학령기의 근시화와 난시화가 계속해서 진행될 것을 예상할 수 있으며, 이의 결과로 복합근시성난시가 증가할 것을 예상할 수 있다. 따라서 학령기의 굴절이상 지속을 감소시키기 위하여 디지털 시대라고 불리는 현재 시환경에 적합하도록 과거보다 짧은 근거리 작업시간과 40°의 하방주시가 아닌 40°와 수평 사이의 적절한 주시각도를 새로 지정하는 등의 시생활 가이드라인이 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] Ha NR, You JK, Kim JM. Ten-year refractive error and astigmatism changes in Korean subjects. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2010;15(4):389-397.
- [2] Kim SD, Hong SK. Refraction in school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1973;14(4):341-345.
- [3] Jorge J, Almeida JB, Parafita MA. Refractive, biometric and topographic changes among Portuguese university science students: a 3-year longitudinal study. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2007;27(3):287-294. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00475.x>
- [4] Gudmundsdottir E, Jonasson F, Jonsson V, et al. "With the rule" astigmatism is not the rule in the elderly- Reykjavik eye study: a population based study of refraction and visual acuity in citizens of Reykjavik 50 years and older. *Acta Ophthalmol Scand.* 2000;78(6):642-646. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.2000.078006642.x>
- [5] Richler A, Bear JC. Refraction, nearwork and education. A population study in Newfoundland. *Acta Ophthalmol.* 1980;58(3):468-478. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1980.tb05748.x>
- [6] Sung PJ. *Optometry*, 8th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2013;127-133.
- [7] Goss DA, Cox VD. Trends in the change of clinical refractive error in myopes. *J Am Optom Assoc.* 1985; 56(8):608-613.
- [8] Hofstetter HW. Some interrelationships of age, refraction, and rate of refractive change. *Optom Vis Sci.* 1954; 31(4):161-169. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-195404000-00001>
- [9] Hirsch MJ. The changes in refraction between the ages of 5 and 14- theoretical and practical considerations. *Optom Vis Sci.* 1952;29(9):445-459. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-195209000-00001>
- [10] Young FA, Beattie RJ, Newby FJ, et al. The Pullman study: a visual survey of Pullman school children. Part I. *Optom Vis Sci.* 1954;31(3):111-121. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-195403000-00001>
- [11] Young FA, Beattie RJ, Newby FJ, et al. The Pullman study: a visual survey of Pullman school children. Part II. *Optom Vis Sci.* 1954;31(4):192-203. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-195404000-00005>
- [12] Sorsby A, Benjamin B, Sheridan M, et al. Refraction and its components during the growth of the eye from the age of three. *Spec Rep Ser Med Res Council.* 1961;301:1-67.
- [13] Sorsby A, Leary GA. A longitudinal study of refraction and its components during growth. *Spec Rep Ser Med Res Council.* 1969;309:1-41.
- [14] Tokoro A, Suzuki K. Significance of changes in refractive components for the development of myopia over seven years. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.* 1968;72(8):1472-1477.
- [15] Hong SK, Kim SD, Lee JW. Refraction in school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1967;8(2):7-10.
- [16] Chung TM, Paek HJ, Kim SD, et al. Refraction in school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1974;15(4):282-286.
- [17] Oh JH, Hong YJ, Kim SD, et al. Refractive error incidence in primary school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1975;16(1):36-42.
- [18] Hong JS, Koo KL, Lee HY. Survey on the refractive status of primary school children with subnormal visual acuity. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1999;40(11):3168-3173.
- [19] Cho CK, Choi GJ, Park BI. Study on the visual acuity and refractive state of the middle school students. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1983;24(4):695-703.
- [20] Choi HJ, Cha JW, Park MC, et al. A study of eye refractive error for high school students in Tong-Du-Cheon area;(2). *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 1998;3(1):103-113.
- [21] Kim DM. Refraction in young adults. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1983;24(4):711-715.
- [22] Choi HJ, Chen KH, Cha JW. A study of the epidemiology of refractive error in adult Korean. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 1997;2(1):133-143.
- [23] 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(1):165-181.
- [24] Lee MJ, Lee YH, Shyn KH. The progression of myopia with age. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1987;28(1):151-155.
- [25] Oh KK, Lee KY, Shim JB, et al. A study on the corneal power and refractive error of emmetropia and myopia in different ages: from elementary students to university students. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(1):59-63. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.1.59>
- [26] Van der Helm-van Mil AH, Detert J, le Cessie S, et al. Validation of a prediction rule for disease outcome in patients with recent-onset undifferentiated arthritis: moving toward individualized treatment decision-making. *Arthritis Rheum.* 2008;58(8):2241-2247. DOI: <https://doi.org/10.1002/art.23681>
- [27] Hong SK, Kim SD. Refraction in school children. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1973;14(4): 43-47.
- [28] Kim HD. Survey on the refractive status of primary school children with subnormal visual acuity in Seoul. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2001;6(1):65-69.
- [29] Kim IS, Kim HB, Lee JW, et al. Refraction in high school students(I). *J Korean Ophthalmol Soc.* 1971;12(2):67-72.



- [30] Kim DH, Shin J. The study of the abnormal refraction eye on the women middle and high school students. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 1999;4(2):135-140.
- [31] Shin YS, Kim DH, Moon JH. The refractive error eye of the Korean male adult. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 1999;4(1):77-82.
- [32] Park C, Kim H. Changes in corneal curvature according to accommodation. Korean J Vis Sci. 2016;18(1):1-7. DOI: <https://doi.org/10.17337/JMBI.2016.18.1.1>
- [33] Shim HS, Shim MS, Jung JH, et al. A study of myopia progression status for a diverse school group. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2003;8(1):29-33.
- [34] Benjamin WJ. Borish's clinical refraction, 2nd Ed. St Louis: Butterworth-Heinemann, 2006;74-84.
- [35] Kim JE, Park YH, Jo HW, et al. Impact of fixation direction on dynamic accommodative response. Korean J Vis Sci. 2020;22(2):163-171. DOI: <https://doi.org/10.17337/JMBI.2020.22.2.163>
- [36] Shaw AJ, Collins MJ, Davis BA, et al. Eyelid pressure: inferences from corneal topographic changes. Cornea. 2009;28(2):181-188. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31818a7d61>
- [37] Kim BH, Han SH, Shin YG, et al. Aided distance visual acuity and refractive error changes by using smartphone. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2012;17(3):305-309.
- [38] Kim JH. A study on variation of astigmatism axis according to the age. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2001;6(1):71-76.

## 학령기의 비정시 실태 및 시대별 변화 양상

오영근<sup>1</sup>, 이소정<sup>1</sup>, 이제영<sup>1</sup>, 박미정<sup>2</sup>, 김소라<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

<sup>2</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2021년 11월 4일), 수정일(2021년 12월 8일), 게재확정일(2021년 12월 21일)

**목적:** 본 연구에서는 학령기 비정시의 최근 국내 실태를 조사하고, 시대에 따른 변화를 알아보고자 하였다. **방법:** 2019년 1월부터 12월까지 서울 및 경기지역 안경원을 방문자 중 안질환이 없는 1,700명을 대상으로 하였으며, 연령에 따라 학령기를 총 5개의 그룹으로 분류하였다. 대상자의 안경처방전에 기록된 구면굴절력, 난시량 및 난시축 자료를 추출하였고,  $\chi^2$  test와 Kruskal Wallis test를 활용하여 통계적 유의성을 분석하였다. 시대별 굴절이상의 변화는 선행연구결과와 비교를 통하여 상대적인 추세로 확인하였다. **결과:** 2019년 분석 결과, 전체 학령기 동안의 비정시는 94.2%로 나타났으며, 복합근시성난시가 초등학교 고학년을 제외한 전 연령대 그룹에서 가장 높았으며, 연령에 따라 그 비율이 지속적으로 증가함을 알 수 있었다. 반면 혼합난시 및 단순근시성난시의 비율은 초등학교 저학년에 고학년 사이에 크게 감소하였다. 난시량은 초등학교 저학년, 고등학생, 대학생의 세 그룹에서 비슷한 분포를 나타내었고, 모든 그룹에서 직난시의 비율이 평균 92.5%로 가장 높았다. 시대별 굴절이상의 비교를 통하여 지속적인 비정시 비율의 증가는 중도근시의 증가에 기인함을 알 수 있었으며, 중학생 이상에서 직난시 비율이 증가하였음을 알 수 있었다. **결론:** 본 연구 결과, 과거 50년 대비 학령기의 비정시 가운데 중도근시, 중도 및 고도난시의 비율이 증가함이 확인되었으므로 추후 학령기의 근시화와 난시화의 지속을 예상할 수 있으며, 이의 결과로 복합근시성난시가 증가될 것이 예상 가능하다. 따라서 학령기의 굴절이상 지속을 감소시키기 위하여 현 시대에 적합한 작업시간과 주시각도를 포함하는 시생활 가이드라인의 필요성을 제안한다.

**주제어:** 학령기, 비정시, 굴절이상, 복합근시성난시