

## Evaluation of Reliability for Spectacles Prescription Using Auto Phoropter and Trial Lens

Hyung Kyun Lee<sup>1</sup>, Won Young Jung<sup>2</sup>, and Mijung Park<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Bichoomglasses, Optometrists, Seoul 02724, Korea

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

<sup>3</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science & Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received February 27, 2019; Revised March 15, 2019; Accepted March 20, 2019)

**Purpose:** The present study aimed to evaluate the difference in the corrected visual acuities between the prescription using an auto phoropter/trial lens and the spectacles dispensed. **Methods:** One hundred and ten eyes were tested with an auto phoropter, trial lens/spectacles with same dioptrical power; their corrected visual acuities were then measured. **Results:** The corrected visual acuity decreased in the following order: spectacles, trial lens, and auto phoropter and the differences in the acuities were statistically significant. The visual acuity using spectacles, trial lens, and phoropter coincided in only 29% of the cases, and the visual acuity using trial lens and phoropter coincided in only 39.7% of the cases. As the spherical power and cylindrical power increased, the differences in the corrected visual acuity using spectacles, trial lens, and phoropter also increased. When the correlation between spherical power and corrected visual acuity was analyzed according to the degree of cylindrical power, the difference between trial lens and spectacles was not significant in cases with no astigmatism, and trial lenses were more accurate than the phoropter. **Conclusions:** The findings of this research indicate the state of over refraction changes, according to the vision testing method, spherical power, and cylindrical power. To minimize the differences in corrected visual acuity, it is necessary to provide and use the information for correction of error.

**Key words:** Auto phoropter, Trial lens, Spectacles, Corrected visual acuity, Spherical power, Cylindrical power, Vision testing method

### 서 론

현재 안경원에서 안경 처방 시 이용되는 검안 방법은 검사자마다 다소 차이가 있다. 타각적 굴절검사 장비인 자동안굴절력계(auto refractometer) 측정값을 그대로 이용하는 경우부터 자각적 굴절검사 장비인 포롭터(phoropter), 시험렌즈 세트(trial lens set)를 이용하는 경우가 있다. 어떠한 검안 방법을 사용하든 오차가 발생할 수밖에 없다. 검사값을 기준으로 안경이 처방되고 조제 및 가공되기 때문에 이러한 오차를 최소화하는 것이 기본적으로 중요하고, 어쩔 수 없이 발생하는 오차에 대해서는 정확히 인지하고 있어야 한다. 실제로 Park 등<sup>[1]</sup>이 10세~60세 남, 여를 대상으로 시행한 소비자의 안경 구매 행태 및 만족도 분석에서 안경 구매 시 만족으로 대답한 경우가 45.6%로 절반에 미치지 못하였고, 안경사 주요 개선사항으로 정확한 안경처방을 45.0%로 가장 많이 선택한 것은 일정 부분 이러

한 검안에서의 오차와 관련이 있을 가능성이 있으며 개선의 여지가 있음을 의미하는 것이다.

검사자는 검사장비의 측정값을 신뢰한 상태에서 처방을 내리고 안경을 조제 및 가공하게 된다. 하지만 장비의 측정값이 정확하지 않을 경우 오차가 발생하며, 그 오차값이 커질 경우 소비자의 검사자에 대한 신뢰도 하락뿐만 아니라, 안경 착용자에게 저교정이나 과교정이 생길 수 있는 문제점도 있다. 본 연구진의 선행연구에서 시험테와 시험렌즈로 검안할 때에는 구면렌즈와 원주렌즈의 중첩 순서에 따라 굴절력에 차이가 있다고 보고한 바 있다.<sup>[2]</sup> 또한 자동포롭터 내부의 구면렌즈와 원주렌즈의 합성에서, 합성된 렌즈의 실측 굴절력이 실제 표기 굴절력보다 작으며 굴절력이 증가할수록 그 차이가 증가하기 때문에 고도의 근시안 또는 근시성 난시안에서 자동포롭터로 검안하여 처방할 경우는 과교정이 될 가능성도 배제할 수 없다고 밝힌 바 있다.<sup>[3]</sup> 굴절검사에서의 오차와 관련된 연구는 본

\*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: [mjpark@seoultech.ac.kr](mailto:mjpark@seoultech.ac.kr)

연구진의 연구에서 뿐만 아니라 다른 연구진에서도 관심을 가지고 수행되어 왔다.<sup>14)</sup> 그러나 대부분 시험렌즈 자체의 굴절력 오차의 문제 제기가 주였으며 실제로 오차가 있는 굴절력 측정이 최종 처방된 안경의 교정시력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 수행된 바 없다.

이에 본 연구에서는 동일한 굴절력의 렌즈가 장입된 자동포롭터, 시험렌즈, 완성된 안경을 통해서 교정된 시력을 비교하여 포롭터 및 시험렌즈를 이용한 시력검사 결과가 완성된 안경의 구면굴절력 및 원주굴절력에 따라 어떻게 반영되는지를 확인하고자 하였다. 본 연구를 통하여 시력검사 방법에 따른 처방값의 신뢰성을 평가하고 오차 개선에 대한 배경 자료를 제시하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

20~50세(평균 29.94±6.67세)의 남녀(남 30)명, 여 25명) 55인 총 110안을 대상으로 하였다. 실험 대상자들이 착용하고 있는 안경의 굴절력을 기준으로 하여 동일한 굴절력의 렌즈가 장입된 자동포롭터, 시험렌즈 세트 및 완성된 안경 세 가지를 이용한 검사에서 모두 최저 0.1이상~1.2이하의 교정시력을 갖는 근시 또는 근시성 복성 난시였으며, 시력에 영향을 끼칠 수 있는 내분비계 질환 및 기타 안질환이 없었다. 대상자의 평균 구면굴절력은  $-5.94 \pm 3.44$  D ( $-9.38 \sim -2.50$  D)였으며 원주굴절력은 평균  $-0.88 \pm 1.01$  D ( $-1.89 \sim 0.13$  D)였다.

### 2. 사용 장비

본 연구에서는 Lianyungang tiannuo (Lianyungang tiannuo optical, PL232BI, China) 시험렌즈와 SKY시험테(Keongsung optics, SKY model, Korea), 자동포롭터(Huvitz, CDR-3100, Korea), 미러차트(Huvitz, CDC-4000, Korea)가 사용되었다. 실험에 사용된 광학기기는 장비에서 발생하는 오차를 줄이기 위해 사용 전 전문업체에 의뢰하여 영점 교정을 하였다. 비교평가에 사용된 완성된 안경렌즈는 굴절률에 무관하게 멀티코팅이 들어가고 착색이 되지 않은 단초점 렌즈로 제한하였다.

### 3. 실험 방법

표기상으로 동일한 디옵터가 장입된 시험렌즈와 자동포롭터, 완성된 안경을 실험 대상자에게 적용시키고 각각의 교정시력을 측정하여 비교하였다.

시력검사에 사용된 미러차트는 0.1 과 0.2 시표의 경우 3개의 숫자시표로 구성되어 있으며 시표가 0.3 이상 일 때는 5개의 숫자시표로 구성되어 있었다. 시력의 판정은 한

국산업규격(K8 P 1808596)에 따라 숫자시표가 3개인 경우에는 중 2개 이상을 읽을 때를 해당시력으로 판단하였고 숫자시표가 5개인 경우는 3개 이상의 시표를 읽을 수 있을 때 해당시력으로 판단하였다.<sup>18)</sup>

자동포롭터에서는 정간거리를 12 mm로 고정하여 검사하였고 시험테와 안경을 착용하여 시력검사를 할 때는 평면렌즈가 장입된 자동포롭터의 검사 창을 통해 시력검사를 실시하여 시표와의 간격을 맞췄다. 본 연구에서 개인별로 적용된 포롭터 및 시험테 렌즈의 굴절력은 실험 대상자가 평상시 사용하고 있는 안경 렌즈의 굴절력을 기준으로 하였다. 시험테에 장입되는 렌즈의 순서는 구면렌즈가 안쪽, 원주렌즈가 바깥쪽에 장입되었으며 2매의 구면렌즈가 장입되는 경우에는 추가되는 약한 구면굴절력의 렌즈를 시험테의 후면의 칸에 장입하였고 원주렌즈가 2매가 되는 경우에는 시험테의 가장 바깥쪽 칸에 장입하였다. 시력검사에 앞서 실측한 시험렌즈와 자동포롭터의 합성굴절력을 참고로 하여 과교정이 되지 않는 범위임을 확인하고 시력검사에 임하였으며 운무를 통해 조절이 개입하지 않도록 주의하였다. 각 검사간의 시간간격은 눈의 피로를 막고 시표를 외우는 현상을 최소화하기 위해 적어도 5분 이상의 휴식을 가지고 실시하였으며 단안씩 측정하였다.

측정된 소수시력은 Snellen 분수시력으로 변환 후 다시 LogMAR 시력으로 환산하였으며 Colenbrander의 LogMAR score으로 점수화하여 비교하였다(Table 1).<sup>19-11)</sup> LogMAR 시력은 음수값이 나오지만 Colenbrander의 LogMAR score로 점수화할 경우 음수값이 나오지 않으며 110점 만점으로 점수들을 나열하여 순위를 매기기 용이하여 Colenbrander의 LogMAR score로 점수화하여 비교하였다.

### 4. 통계처리

구면굴절력에서 포롭터와 안경, 안경과 시험렌즈, 시험

Table 1. Visual acuity and Colenbrander's LogMAR score

Decimal	Visual acuity		Colenbrander's LogMAR score
	Snellen	LogMAR	
1.60	200/125	-0.20	110.0
1.25	20/16	-0.10	105.0
1.00	20/20	0.00	100.0
0.80	20/25	0.10	95.0
0.63	20/32	0.20	90.0
0.50	20/40	0.30	85.0
0.40	20/50	0.40	80.0
0.32	20/63	0.50	75.0
0.25	20/80	0.60	70.0

렌즈와 포롭터의 시력을 비교하기 위해 대응표본 t검정을 사용하였고, 난시굴절력 구간별 구면굴절력 증가에 따른 안경, 포롭터, 시험렌즈의 시력 비교를 위해 회귀분석을 실시하였다. P값이 0.05 이하일 경우 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다(SPSS 25.0 for window).

변환하였을 때 포롭터는 평균 87.6±9.4, 시험렌즈는 90.3±6.5, 안경은 94.4±4.2로 안경의 교정시력이 가장 높았으며, 포롭터에서의 교정시력이 가장 낮았다(Fig. 1). 포롭터, 시험렌즈 및 안경의 교정시력은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

**결과 및 고찰**

**1. 동일한 굴절력 장입 시 교정시력 비교**

측정된 교정시력을 Colenbrander의 LogMAR score으로

전체 110안 중 안경의 교정시력이 다른 두 경우보다 높게 나온 경우가 63안(57.3%)이었고, 시험렌즈가 포롭터보다 높은 경우는 42안(38.2%)인 반면에 시험렌즈가 포롭터보다 높은 경우는 7안(6.4%)에 그쳤다. 세 경우 모두 동일한 점수를 받은 경우가 32안(29.1%)이었으며, 시험렌즈가

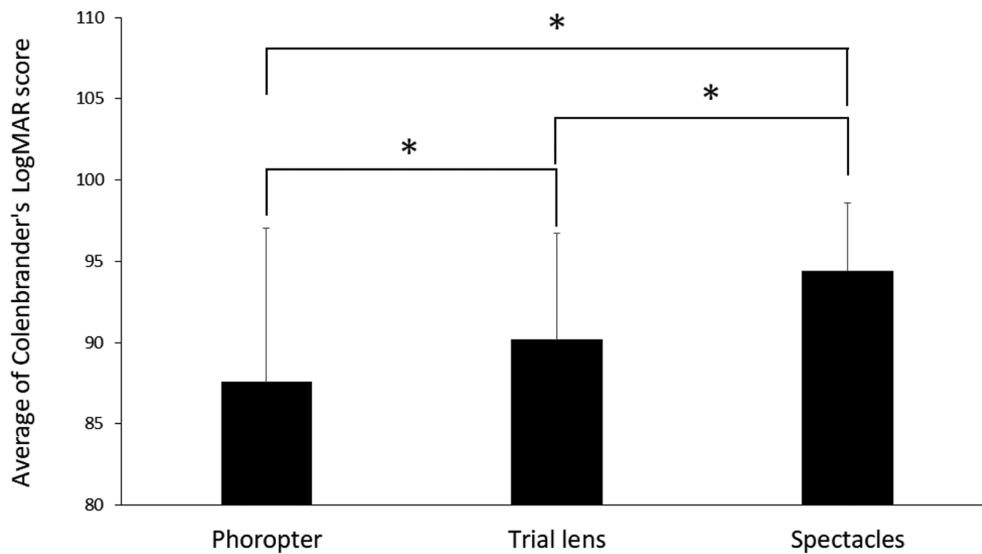


Fig. 1. The corrected visual acuities estimated with a phoropter, trial lens and spectacles.

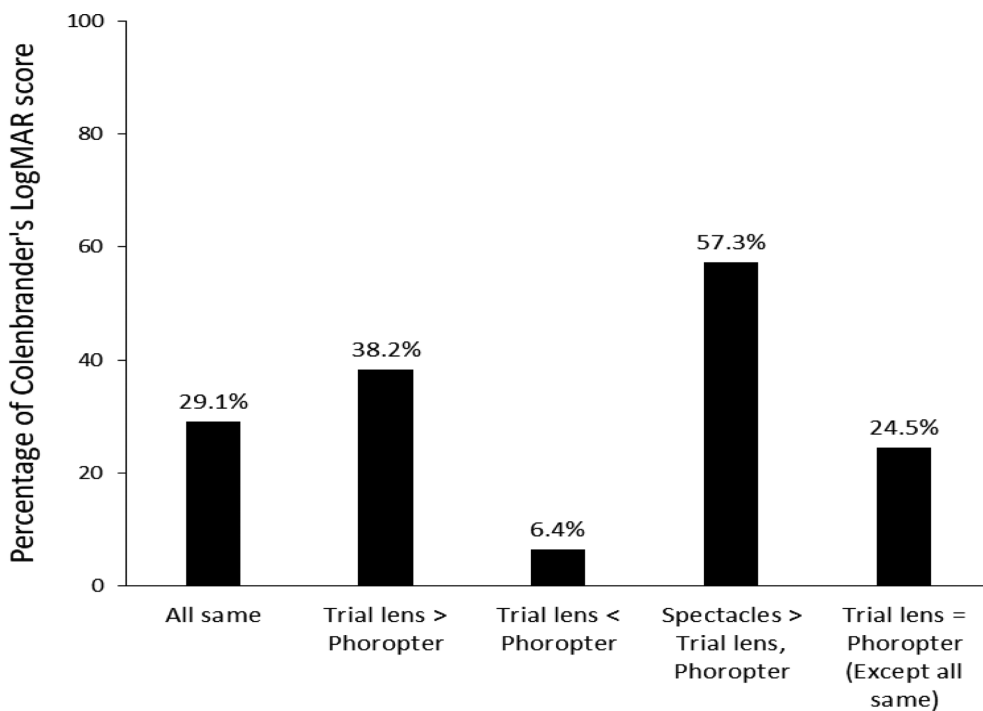


Fig. 2. Distribution of differences in the corrected visual acuities using a phoropter, trial lens, and spectacles.

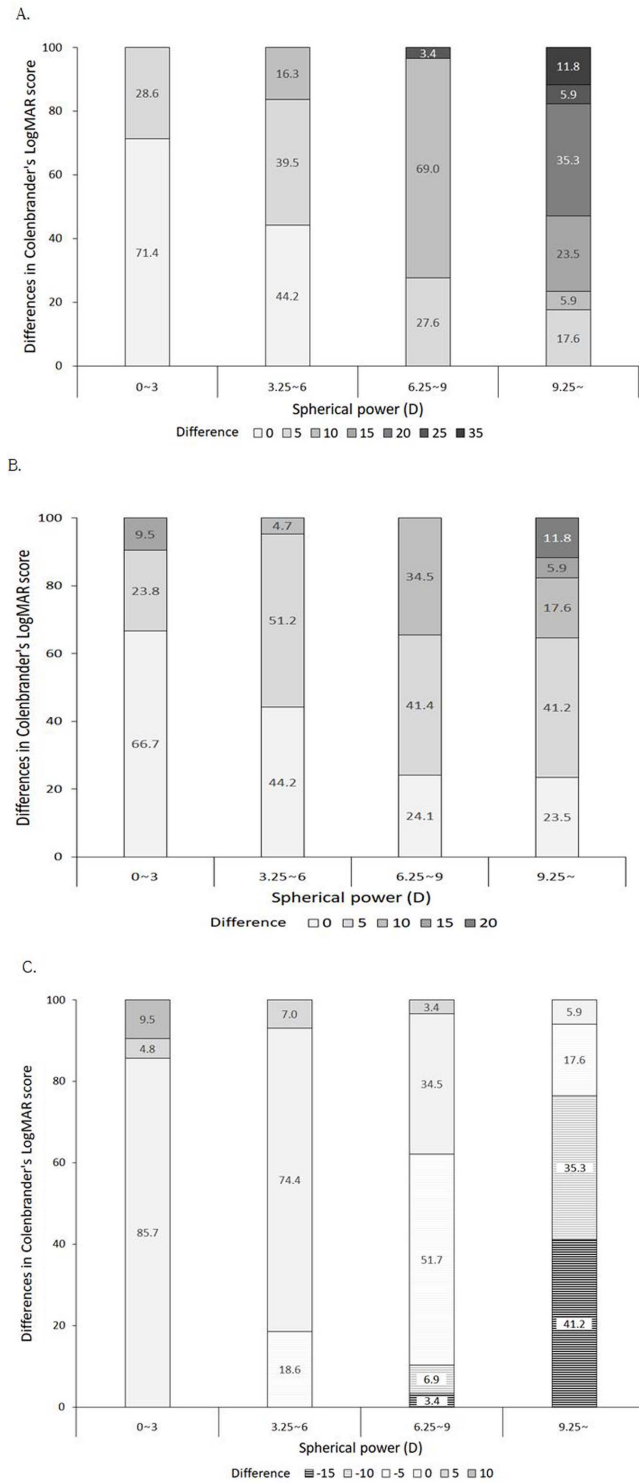


Fig. 3. Differences in Colenbrander's LogMAR score according to spherical power.  
 A. CLS of spectacles minus CLS of phoropter  
 B. CLS of spectacles minus CLS of trial lens  
 C. CLS of phoropter minus CLS of trial lens  
 CLS: Colenbrander's logMAR score

포롭터와 동일한 점수를 받은 경우는 모두 동일한 경우를 제외하고 27안(24.5%)이었다(Fig. 2).

2. 구면굴절력 정도에 따른 교정시력 차이

구면굴절력을 S-3.00 D이하, -3.25 ~ -6.00 D, -6.25 ~ 9.00 D, -9.25 D 이상의 4 군으로 나누어 교정시력 차이를 분석하였다.

안경과 포롭터의 교정시력을 비교하였을 때(Fig. 3A), 모든 대상안에서 안경의 교정시력이 포롭터와 동일하거나 더 좋은 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p=0.000). S-3.00 D이하는 대상자가 총 21안이었고 71.4%가 포롭터와 안경의 교정시력이 동일하였으며, 나머지 28.6%는 5점 차이가 나 -3.00 D이하의 포롭터 상에서의 교정시력과 안경의 교정시력에 차이가 없는 경우가 많으며 있더라도 큰 차이가 아닌 것으로 나타났다. S-3.25 ~ -6.00 D는 43안이었으며, 그 중에서 안경과 포롭터의 교정시력이 동일한 경우는 44.2%였으며, 안경이 5점 더 높은 경우는 39.5%, 10점 높은 경우는 16.3%로 안경의 교정시력이 더 높은 경우가 55.8%로 S-3.00 D이하 보다 교정시력에서 차이가 나는 대상안의 수가 많아졌고, 차이 값도 더 컸다. S-6.25 ~ 9.00 D는 모두 29안이었고, 포롭터와 안경의 교정시력에 차이가 없는 경우는 없어 모든 대상안에서 안경의 교정시력이 더 높았다. 안경이 5점 더 높은 경우는 27.6%, 10점 높은 경우는 69.0%, 25점 높은 경우가 3.4%로 근시굴절력이 높은 경우에는 포롭터와 안경의 교정시력 차이가 더 커졌다. S-9.25 D 이상은 17안으로 안경과 포롭터의 교정시력이 동일한 경우는 없었으며, 안경이 5점 높은 경우는 17.6%, 10점은 5.9%, 15점은 23.5%, 20점은 35.3%, 25점은 5.9%, 35점은 11.8%로 20점 이상 차이가 나는 경우가 52.9%에 달하였고, 35점 차이가 나는 경우까지 발생하였다.

시험렌즈와 안경의 교정시력을 비교하였을 때(Fig. 3B), 모든 대상안에서 안경의 교정시력이 동일하거나 더 좋은 것으로 나타났다(p=0.000). S-3.00 D이하에서는 66.7%가 시험렌즈와 안경의 교정시력이 동일하였고, 23.8%가 5점 차이가 났으며, 9.5%가 15점 차이를 보였다. S-3.00 D이하에서는 10%미만이긴 하였지만 15점 차이를 보이는 경우가 있어 포롭터와 안경의 교정시력 차이보다 시험렌즈와 안경의 교정시력 차이가 다소 크게 나타나는 경우가 있었다. S-3.25 ~ -6.00 D는 시험렌즈와 안경이 동일한 경우가 44.2%, 안경이 5점 더 높은 경우가 51.2%, 10점 높은 경우가 4.7%였다. S-6.25 ~ -9.00 D는 시험렌즈와 안경이 동일한 경우가 24.1%, 5점 차이가 41.4%, 10점 차이가 34.5%로 굴절력이 증가함에 따라 시험렌즈의 교정시력에 비해 안경의 교정시력이 더 커졌다. S-9.25 D 이상은 시험렌즈와 안경이 동일한 경우가 23.5%, 5점 차이가 41.2%, 10점 차이가 17.6%, 15점 차이가 5.9%, 20점 차이가 11.8%로 안경과 포롭터 사이의 교정시력 차이만큼 심

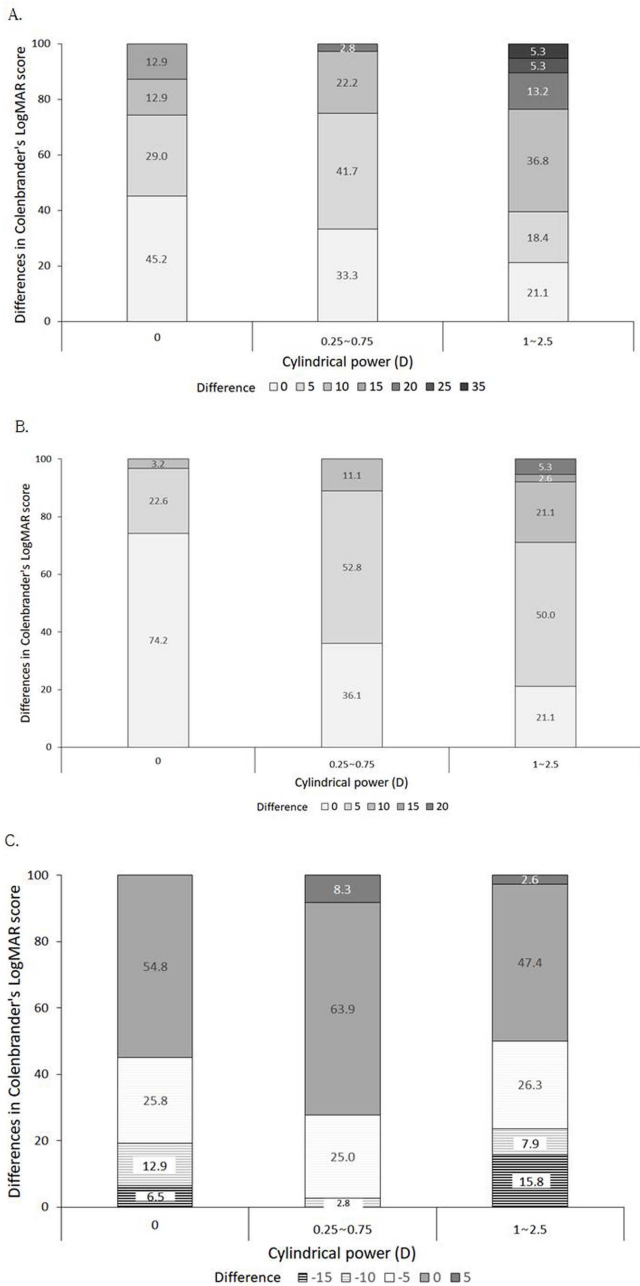


Fig. 4. Differences in Colenbrander's LogMAR score according to cylindrical power.  
 A. CLS of spectacles minus CLS of phoropter  
 B. CLS of spectacles minus CLS of trial lens  
 C. CLS of phoropter minus CLS of trial lens  
 CLS: Colenbrander's logMAR score

한 차이는 없었으나 높은 굴절력에서는 낮은 굴절력에 비해 시험렌즈와 안경 사이의 차이가 더욱 벌어지는 것으로 나타났다.

두 가지 시력교정 방법에 따른 시력 비교를 위해 포롭터와 시험렌즈 사이의 교정시력 차이를 분석하였을 때 (Fig. 3C), 통계적으로 유의하게 시험렌즈의 교정시력이 동일하거나 더 좋은 것으로 나타났다(p=0.011). S-3.00 D

이하에서 포롭터와 시험렌즈의 교정시력이 동일한 경우가 85.7%, 포롭터가 5점 높은 경우가 4.8%, 10점 높은 경우가 9.5%로 대상안 모두에서 포롭터와 시험렌즈의 교정시력이 같거나 포롭터가 더 높았다. S-3.25 ~ -6.00 D에서는 포롭터와 시험렌즈가 동일한 경우가 74.4%, 포롭터가 5점 높은 경우가 7%, 시험렌즈가 5점 높은 경우가 18.6%로 동일한 교정시력이 대부분을 차지했다. 가장 큰 차이값은 5점으로, 다른 구간에 비해 차이가 크지는 않았으며 시험렌즈가 포롭터보다 교정시력이 높은 경우가 조금이나마 더 많았다. S-6.25 ~ -9.00 D 구간에서는 포롭터와 시험렌즈의 교정시력이 동일한 경우가 34.5%, 포롭터가 5점 더 높은 경우는 3.4%였으며, 시험렌즈가 5점 더 높은 경우는 51.7%, 10점 더 높은 경우는 6.9%, 15점 더 높은 경우가 3.4%로 굴절력이 증가함에 따라 시험렌즈가 더 높은 교정시력을 얻을 수 있었다. S -9.25 D 이상의 구간에서는 포롭터와 시험렌즈가 동일한 경우가 5.9%, 시험렌즈가 5점 높은 경우가 17.6%, 10점 높은 경우가 35.3%, 15점 높은 경우가 41.3%로 이 구간의 모든 대상안에서 시험렌즈의 교정시력이 포롭터의 교정시력과 같거나 높은 것으로 나타났다.

포롭터와 시험렌즈 사이의 교정시력 차이 비교에서 S-3.00 D이하에서 포롭터와 시험렌즈가 동일한 경우가 많았으나 교정시력 차이가 있는 경우는 포롭터의 교정시력이 더 높았던 반면에 S-3.25 D를 초과하는 모든 군에서 시험렌즈의 교정시력이 높은 경우가 더 많았다.

### 3. 원주굴절력 정도에 따른 교정시력 차이

난시값을 단순근시안, C-0.25 ~ -0.75 D, C-1.00 ~ -2.50 D의 3 군으로 나누어 교정시력 차이를 분석하였다.

안경과 포롭터의 교정시력을 비교하였을 때(Fig. 4A), 모든 대상안에서 안경의 교정시력이 포롭터와 동일하거나 더 높았다. 단순근시안인 31안 중 안경과 포롭터가 동일한 경우는 45.2%, 5점 차이는 29%, 10점은 12.9%, 15점은 12.9%이었다. C-0.25 ~ -0.75 D인 36안 중 안경과 포롭터가 동일한 경우가 33.3%, 5점 차이는 41.7%, 10점은 22.2%, 20점은 2.8%이었다. C-1.00 ~ -2.50 D인 38안 중 안경과 포롭터의 교정시력이 동일한 경우가 21.1%, 5점 차이는 18.4%, 10점은 36.8%, 20점은 13.2%, 25점은 5.3%, 35점은 5.3%로 난시 굴절력이 높아질수록 교정시력 차이가 더 커졌다.

안경과 시험렌즈의 교정시력을 비교하였을 때(Fig. 4B), 모든 대상안에서 안경의 교정시력이 시험렌즈와 동일하거나 더 높았다. 단순근시안에서 안경과 시험렌즈가 동일한 경우가 74.2%, 5점 차이는 22.6%, 10점 차이는 3.2%였으며, C-0.25 ~ -0.75 D에서 안경과 시험렌즈가 동일한 경우



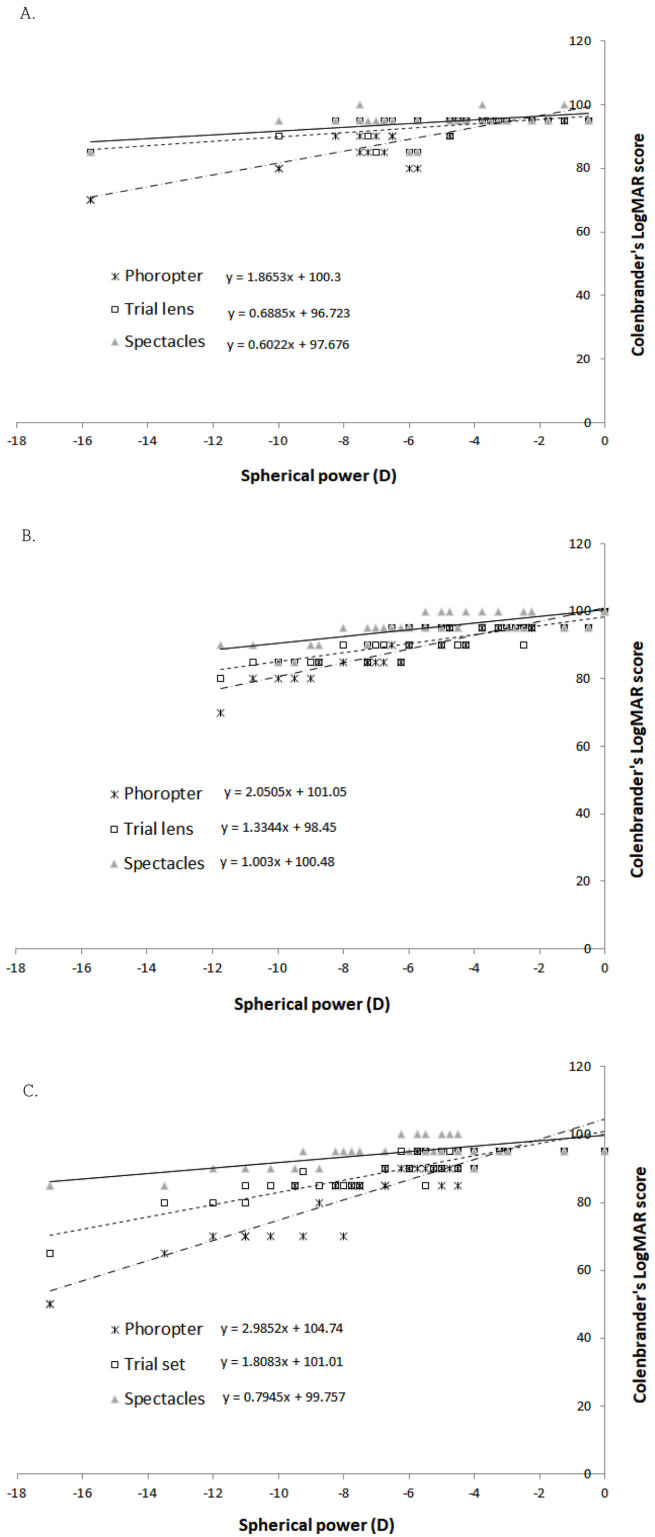


Fig. 5. Correlation between spherical power and the corrected visual acuity.  
 A. Cyl 0.00 D, B. Cyl -0.25 ~ -0.75 D, C. Cyl -1.00 ~ -2.5 D

가 36.1%, 5점 차이는 52.8%, 10점은 11.1%였다. C-1.00 ~ -2.50 D에서는 안경과 시험렌즈의 교정시력이 같은 경우가 21.1%, 5점 차이는 50.0%, 10점은 21.1%, 15점은

2.6%, 20점은 5.3%로 안경과 포롭터의 경우와 마찬가지로 난시 굴절력이 증가함에 따라 안경과 시험렌즈의 교정시력 차이도 벌어졌다.

포롭터와 시험렌즈의 교정시력을 비교하였을 때(Fig. 4C), 단순근시안에서 포롭터와 시험렌즈가 동일한 경우가 54.8%, 포롭터가 시험렌즈보다 교정시력이 높은 경우는 없었으며, 반대로 시험렌즈가 포롭터보다 5점 높은 경우가 25.8%, 10점 높은 경우가 12.9%, 15점 높은 경우가 6.5%로 단순근시안을 가진 모든 대상안에서 시험렌즈의 교정시력이 포롭터의 교정시력과 같거나 높았다. C-0.25 ~ -0.75 D에서 포롭터와 시험렌즈의 교정시력이 같은 경우가 63.9%, 포롭터가 시험렌즈보다 5점 높은 경우가 8.3%, 시험렌즈가 5점 높은 경우가 25%, 시험렌즈가 10점 높은 경우가 2.8%였으며 여전히 90% 이상의 대상안에서 시험렌즈의 교정시력이 포롭터의 교정시력과 같거나 높은 것으로 나타났다. C-1.00 ~ -2.50 D에서 포롭터와 시험렌즈가 같은 경우가 47.4%, 포롭터가 5점 높은 경우가 2.6%였으며, 시험렌즈가 5점 높은 경우가 26.3%, 시험렌즈가 10점 높은 경우가 7.9%, 시험렌즈가 15점 높은 경우가 15.8%로 낮은 난시 군보다 교정시력의 차이가 더 커졌다. 난시도에 따른 교정시력의 차이를 분석해 보았을 때, 모든 경우에서 안경의 교정시력이 포롭터의 교정시력이나 시험렌즈의 교정시력과 같거나 높았고, C-1.00 ~ -2.50 D 구간의 전체 38안 중 90% 이상의 경우에서 시험렌즈의 교정시력이 포롭터의 교정시력보다 높았다.

**4. 난시도에 따른 구면굴절력과 교정시력의 상관관계**

난시의 정도에 따른 구면굴절력과 교정시력의 상관관계를 알아보기 위해 단순근시안, C-0.25~0.75 D, C-1.00~-2.75 D인 경우로 나누어 분석하여 보았다(Fig. 5).

단순근시안인 31안을 대상으로 굴절력과 교정시력의 상관관계를 알아보았을 때, 포롭터의 추세선 기울기는 1.865, R=0.884, p=0.000이었고, 시험렌즈는 각각 0.689, R=0.634, p=0.000, 안경은 각각 0.602, R=0.546, p=0.001이었다(Fig. 5A).

난시가 0.25 ~ 0.75 D인 36안의 추세선 기울기와 상관관계는 포롭터가 2.051, R=0.906, p=0.000, 시험렌즈는 1.334, R=0.843, p=0.000, 안경은 1.003, R=0.730, p=0.000였다(Fig. 5B).

난시가 1.00 ~ 2.50 D인 38안의 추세선 기울기와 상관관계는 포롭터가 2.985, R=0.928, p=0.000, 시험렌즈는 1.808, R=0.908, p=0.000, 안경은 0.795, R=0.722, p=0.000이었다(Fig. 5C).

단순근시안에서는 포롭터, 시험렌즈, 안경 모두 구면굴절력이 커지면 교정시력이 감소하는 상관성을 보였지만 시험렌즈와 안경에 비해 포롭터의 경우에 더 크게 교정시

력이 감소하였다. 난시가 0.25 ~ 0.75 D인 실험대상안은 단순근시안인 경우보다 구면굴절력이 커지면 교정시력이 더 크게 감소하는 상관성을 보였다. 또한, 난시가 0.25 ~ 0.75 D인 경우는 단순근시안의 경우보다 안경에 비해 시험렌즈에서 구면굴절력이 커짐에 따라 교정시력이 감소하는 정도가 더 커지는 것으로 나타났다. 자동포롭터의 경우도 단순근시안일 때보다 구면굴절력이 커짐에 따라 교정시력이 더 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 난시가 1.00~2.50 D인 실험대상안은 단순근시안이거나 C 0.25~0.75 D인 경우보다 구면굴절력이 커짐에 따라 교정시력이 더 큰 폭으로 감소하였다. 이러한 결과는 자동포롭터로 검안한 처방값을 시험렌즈와 안경에 적용하였을 때 교정시력이 더 높게 나온다는 것을 의미하며 난시가 심할 경우 교정시력이 더 높게 나옴을 의미하는 것이다.

여러 선행 연구에서 시험렌즈의 오차에 대한 연구가 진행된 바 있다. 1998년에 발표된 연구에서 안경렌즈와 시험렌즈의 굴절력에 차이가 있으며, 평볼록렌즈이며 작은 직경의 얇은 시험렌즈는 상측주점과 상측정점이 가까운 반면 메니스커스 형태이면서 상대적으로 큰 직경의 두꺼운 안경렌즈는 상측주점과 상측정점 사이의 편차가 발생하여 시험렌즈로 검안을 하여 얻은 굴절력이 안경렌즈의 굴절력을 초과하는 현상이 나타남을 보고한 바 있다.<sup>[12]</sup> 이러한 시험렌즈와 안경렌즈의 형태학적인 차이에 의한 굴절력 오차뿐만 아니라 시험렌즈의 규격미달에 대한 문제 제기가 있어 왔다. 2007년과 2008년의 연이은 연구에서 국내에서 유통되는 마이너스 구면렌즈 및 원주렌즈 중 30% 정도가 국제 기준에 규격 미달이라고 보고한 바 있어 정확한 시력교정의 기본이 되어야 하는 검안에서의 신뢰 부족이 우려되었다.<sup>[4,5]</sup>

그러나 2015년에 본 연구진에 의해 진행된 연구에서 각기 제조사가 다른 2세트의 시험렌즈 총 79개 중 불과 3개만이 굴절력 표기 오차가 있음을 보고한 바 시험렌즈 자체의 규격 미달은 상당히 개선되었음을 알 수 있다. 하지만 여전히 시험렌즈와 안경렌즈의 형태 및 두께의 차이가 존재하며, 중첩해서 시력교정을 하는 시험렌즈는 구면렌즈와 원주렌즈를 중첩함으로써 인해 정점간거리가 차이가 발생하게 되며, 그로 인해 안경렌즈와 굴절력이 다를 수 있다는 문제점은 여전히 남아있게 된다.<sup>[3]</sup> 따라서 본 연구에서는 동일 굴절력의 시험렌즈와 안경으로 착용하였을 때의 교정시력 차이를 알아보아 실제로 어느 정도의 시력 차이가 유발될 수 있는지를 제시하였다.

Kim 등<sup>[13]</sup>은 -1.00 D까지는 정점간거리가 굴절력에 영향을 미치지 않았으나, -1.25 D부터는 정점간거리가 길어질수록 교정굴절력이 증가한다고 보고하였으며, 시력감소 폭 역시 커져서 정점간거리증가와 시력변화가 유의한 상

관성이 있다고 하였다. 또한, 시험렌즈 뿐만 아니라 자동포롭터를 이용한 검안 역시 오차가 발생한다는 것을 본 연구진의 선행연구에서 밝힌 바 있다.<sup>[6]</sup> 즉, 구면렌즈와 원주렌즈를 중첩하였을 때의 합성 구면굴절력은 구면렌즈 실측값과 차이가 없어서 단일렌즈만 정확한 굴절력을 가지고 있다면 자동포롭터로 검안시의 구면굴절력은 신뢰할 수 있음을 밝혔다. 하지만 합성 원주굴절력은 오차가 컸으며, 이러한 이유는 자동포롭터의 디스크에 일정 굴절력의 렌즈만이 포함되어 있어 내부에서 렌즈 간 중첩을 하게 되며 이로 인해 정점간거리가 크게 발생한 것으로 보이며 시험렌즈에서의 결과와 마찬가지로 구면렌즈와 원주렌즈가 장입되는 순서에 의해 정점간거리 발생 정도에 차이가 있어서 합성 원주굴절력에 차이가 있을 것으로 예측하였다. 포롭터는 관찰 창이 좁아서 기계근시가 개입될 수 있는 가능성도 있으나 운무를 통해 조절이 개입하지 않도록 주의하여 실험하였고, 만약 영향을 미쳤다고 하더라도 그 양이 미미하여 실험 결과에 변화를 줄 정도는 아니었을 것으로 생각된다. 본 연구에서도 낮은 난시에서는 포롭터와 안경의 교정시력 차이가 크지 않았으나, 난시가 심해짐에 따라 차이가 커지는 것으로 나타났으며, 이러한 차이는 구면굴절력이 커짐에 따라 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 포롭터로 검안시 구면굴절력의 차이는 없었다 하더라도 원주굴절력의 부정확함이 결과적으로 교정시력에도 영향을 미쳐 나타난 결과로 보여진다.

본 연구에서는 시험렌즈와 포롭터를 이용한 시력검사 결과를 비교하였다는 점에서도 큰 의의를 가진다. 시험렌즈와 포롭터의 비교에서 S -3.00 D 이하의 그룹에 속한 21안은 전부 다 포롭터 시력이 시험렌즈 시력과 동일하거나 높았다. 하지만 -3.25 D 이상의 그룹에서부터 시험렌즈 시력이 포롭터 시력을 넘어섰고 굴절력이 증가함에 따라 시험렌즈 시력과 포롭터 시력의 차이는 점점 더 증가하였다. 통계적으로 유의하게 시험렌즈가 포롭터보다 더 교정시력이 크게 나왔으며, 난시의 정도에 따라서도 차이가 있었다. 단순근시안일 때의 교정시력과 구면굴절력의 상관성은 시험렌즈의 경우 안경과 거의 유사하였으나 포롭터는 차이가 있었다. 난시가 0.25 ~ 0.75 D군과 1.00 ~ 2.50 D군에서는 안경과는 다른 상관성을 보여 난시도가 크고 근시도가 큰 경우 시험렌즈로 시력검사하였을 때 과교정될 가능성이 크다는 것을 알 수 있었다. 하지만 시험렌즈로 인한 과교정은 포롭터로 인한 과교정 정도보다는 덜한 것으로 나타나 어떤 시력검사 방법을 사용하느냐에 따라서 최종적으로 처방된 안경의 교정시력이 달라짐을 본 연구를 통해 밝혔다.

## 결 론

본 연구에서는 자동포롭터, 시험렌즈, 완성된 안경에 동

일한 굴절력이 장입되었을 때의 교정시력을 비교하였다. 안경>시험렌즈>포롭터 순으로 교정시력이 높았으며 통계적으로도 유의한 차이였다. 전체 110안 중 안경, 시험렌즈, 포롭터가 동일한 시력인 경우는 29.1%에 불과하여 안경의 교정시력이 시험렌즈와 포롭터 보다 높아서 검안시보다 과교정 상태임을 알 수 있었다. 또한, 시험렌즈가 포롭터와 동일한 교정시력인 경우는 24.5%에 불과하여 시력 검사 방법에 따라 교정시력이 달라짐을 확인하였다.

구면굴절력이 증가함에 따라 포롭터와 안경의 교정시력 차이가 커졌으며, 특히 높은 굴절력으로 갈수록 그 차이는 더욱 증가함을 알 수 있었다. 두 가지 시력검사 방법인 포롭터와 시험렌즈의 교정시력 차이를 분석하였을 때 S -3.00 D이하에서 포롭터와 시험렌즈가 동일한 경우가 많았으며 교정시력 차이가 있는 경우에는 포롭터의 교정시력이 더 높았던 반면에 S-3.25 D 이상에서는 시험렌즈의 교정시력이 높은 경우가 더 많았다.

원주굴절력의 경우도 구면굴절력의 경우와 같이 원주굴절력이 높을수록 세 가지 시력검사 방법의 교정시력의 차이가 커졌다. 난시가 없는 경우에 구면굴절력이 증가함에 따라 포롭터의 교정시력이 크게 변하는 큰 상관성을 보였으나 시험렌즈와 안경은 상관성이 작아서 난시가 없는 경우에는 시험렌즈가 포롭터보다 더 정확한 시력검사 방법임을 확인할 수 있었다. 난시가 있는 경우에도 안경은 구면굴절력과 교정시력과의 상관성이 상대적으로 크지 않았으나, 시험렌즈는 상관성이 커져서 포롭터와 마찬가지로 교정시력의 변화폭이 커졌다.

본 연구를 통해 포롭터나 시험렌즈로 처방된 굴절력과 동일 굴절력의 안경을 착용하였을 때 과교정됨을 확인하였고, 구면굴절력 및 원주굴절력이 커질수록 과교정 상태가 더 심해짐을 밝혔다. 또한 자동포롭터나 시험렌즈 중 어떤 것을 시력검사에 사용하였느냐에 따라서 교정상태가 달라질 수 있음을 밝혔으며, 시험렌즈의 경우에도 구면굴절력이 높거나 원주굴절력이 높은 경우 안경과의 교정시력에서 차이가 컸으나 포롭터와 비교하여 상대적으로 안경과의 교정시력 차이가 적음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 자동포롭터, 시험렌즈, 완성된 안경의 교정시력 간 오차에 대한 연구결과를 제시하였다. 기기 제조사에서 기기 공급 시 교정시력에서의 오차를 최소화할 수 있는 방안을 강구해야 할 것이며, 오차를 보정하여 최종 처방할 수 있는 자료를 검사자에게 제공하고 검사자 역시 기기에

대한 검수를 하여 검안 시 발생할 수 있는 오차에 대한 개선이 이루어져야 함을 제안한다.

## REFERENCES

- [1] Park JH, Lee EH, Koo EH, Kim HA, Song DH, Hyun JH et al. A plan to improve consumer satisfaction and reliability of opticians by analyzing consumers' spectacles purchasing behavior. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2010; 15(1):1-7.
- [2] Lee HK, Kim SR, Park M. The evaluation of reliability for the combined refractive power of overlapping trial lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2015;20(3):263-276.
- [3] Lee HK, Kim SR, Park M. Evaluation of reliability for combined refractive power of lenses in an automatic phoropter. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2015;20(4):501-509.
- [4] Park SY, Moon BY. Research on the actual state of domestic trial lens. *Korean J Vis Sci.* 2007;9(4):401-412.
- [5] Moon BY. Comparative analysis of refractive power on trial case lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012; 17(4):321-334.
- [6] Park SY. The necessity and requirement of trial lens set standardization. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2006; 11(3):217-223.
- [7] Cho HG, Moon BY. Study on mounting status of trial case lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(4):405-411.
- [8] KS&C (Korean Standards & Certifications). KS P ISO 8596, 2006. [https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSPISO8596&tmprKsNo=KSPI-SO8596&reformNo=02\(12 March 2019\)](https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSPISO8596&tmprKsNo=KSPI-SO8596&reformNo=02(12 March 2019)).
- [9] William T, Edward AJ. *Duane's ophthalmology*, 15th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2009;21.
- [10] Paik HJ, Kang KH. The refractive errors and axial length in amblyopia. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2002;43(6): 1040-1045.
- [11] Jeong JJ, Park YG, Kim SD, Kim TW. The postoperative results and the risk factors between removed and retained intraocular foreign bodies. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2004;45(3):425-437.
- [12] Kim JK, Kang MG. A study of the power of glasses lens and that of trial lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 1998;3(1):263-267.
- [13] Kim JH, Lee HJ. Clinical estimation of corrected state with change in vertex distance. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2010;15(1):25-30.



## 자동포롭터 및 시험렌즈를 이용한 안경 처방의 신뢰도 평가

이형균<sup>1</sup>, 정원영<sup>2</sup>, 박미정<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>비춤안경, 안경사, 서울 02724

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

<sup>3</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2019년 2월 27일), 수정일(2019년 3월 15일), 게재확정일(2019년 3월 20일)

**목적:** 자동포롭터 및 시험렌즈를 이용한 검안 처방과 완성된 안경의 교정시력의 차이를 알아보고자 하였다. **방법:** 110 안을 대상으로 같은 굴절력의 렌즈가 장입된 자동포롭터, 시험렌즈 및 완성된 안경을 각각 착용하게 하고 교정시력을 측정하였다. **결과:** 안경>시험렌즈>포롭터 순으로 교정시력이 높았으며 통계적으로도 유의한 차이였다. 안경, 시험렌즈, 포롭터가 동일한 시력인 경우는 29%였고, 시험렌즈가 포롭터와 동일한 교정시력인 경우는 39.7%에 불과하였다. 구면굴절력 및 원주굴절력이 높아짐에 따라 포롭터 및 시험렌즈와 안경과의 교정시력 차이가 더 커졌다. 원주굴절력의 정도에 따른 구면굴절력과 교정시력의 상관관계를 알아보았을 때 난시가 없는 경우에는 시험렌즈와 안경의 상관관계에 큰 차이가 없었으며 시험렌즈가 포롭터와 비교하여 상대적으로 더 정확하였다. **결론:** 본 연구를 통해 검안 방법 및 구면굴절력과 원주굴절력 정도에 따라 안경의 과교정 상태가 달라짐을 밝혔다. 교정시력에서의 오차를 최소화하기 위해 오차 보정을 위한 자료 제공 및 활용이 필요함을 제안한다.

**주제어:** 자동포롭터, 시험렌즈, 안경, 교정시력, 구면굴절력, 원주굴절력, 검안 방법