

단안 구면 끝점검사의 반복성 검증

김상엽, 문병연, 조현국*

강원대학교 안경광학과, 삼척 245-907

투고일(2012년 5월 9일), 수정일(2012년 5월 29일), 게재확정일(2012년 6월 16일)

목적: 검영법, MPMVA법(maximum plus maximum visual acuity), 적녹이색법, 크로스실린더법의 단안 구면 끝점 검사 반복성을 분석하고자 하였다. **방법:** 평균연령 23.0세의 남녀 20명(40안)을 대상으로 4가지 검사법(검영법, MPMVA법, 적녹이색법, 크로스실린더법)으로 끝점 구면굴절력을 측정하였다. 일주일 간격으로 재검사를 실시하고 Bland-Altman plot 분석을 이용하여 검사-재검사 간 반복성을 분석하였다. **결과:** 각 검사법의 검사-재검사 평균은 검영법이 가장 적은 -0.03 D이었고, 적녹이색법이 가장 큰 -0.19 D이었다. 검사-재검사의 95% 일치도 상/하한선은 검영법이 가장 좁았고 크로스실린더법이 가장 넓었다. 각 검사안의 검영법 끝점값과 다른 세 검사법의 끝점값을 비교하였을 때 전체 검사안의 ± 0.25 D 이내 오차 비율은 MPMVA법 85%, 적녹이색법 80%, 크로스실린더법 24%로 나타났다. **결론:** 검영법의 반복성이 가장 높았으며, 검영법, MPMVA법, 적녹이색법은 단안 구면 끝점검사를 위한 적합한 검사법으로 나타났다.

주제어: 단안 구면 끝점, 반복성, 검영법, MPMVA, 적녹이색법, 크로스실린더법

서 론

굴절 이상이 있는 경우 검사를 통해 시력을 교정하는 방법은 여러 가지가 있으나 일반적인 자각적 검사과정은 단안 난시검사, 단안 난시 정밀검사, 단안 구면 끝점검사(단안 구면 정밀검사), 그리고 양안 균형검사로 이루어진다. 단안 원거리 굴절교정을 위한 자각적 검사에서 난시정밀검사가 끝난 상태는 난시교정이 정확히 이루어진 것을 의미하며, 원주렌즈에 의해 최소착난원이 초점 또는 거의 초점에 가까운 상태를 의미한다.^[1] 이러한 상태가 되면 구면렌즈를 이용하여 조절이 이완된 상태에서 초점을 망막의 바깥경계막에 일치시키는 과정(단안 구면 끝점검사; monocular spherical endpoints test)이 필요하다.^[1,2] 단안 구면 끝점을 구하기 위해 사용되는 검사법으로는 MPMVA(maximum plus to maximum visual acuity) 검사법과 적녹이색 검사법이 가장 일반화 되어 있으며, 검사자에 따라 크로스실린더, 조명이나 대비감도, 그리고 시험테를 이용한 검사법들이 사용되고 있다.^[1,3-6] 이렇게 다양한 검사법들을 사용하여 끝점검사를 하는 목적은 난시정밀교정 후 형성된 초점을 구면렌즈를 이용하여 망막에 위치시켜 광학적 정시안으로 교정하기 위한 것이다. 따라서 끝점검사가 잘못되면 광학적으로 근시안이나 원시안의 상태가 되

어 원거리 최고의 시력을 얻을 수 없거나 조절을 해야 하는 문제가 발생된다.^[1]

본 연구에서는 안경사들이 임상 원거리 굴절검사에서 흔히 사용하는 단안 구면 끝점검사법들의 반복성을 측정하여 가장 안정적인 임상 검사법을 제시하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구에는 평균연령 23.0세의 20명(남 6명, 여 14명)이 참여하였으며, 단안 교정시력은 1.0 이상이었고, 검사 당시 눈 혹은 전신질환과 관련된 약물은 복용하지 않았으며, 눈 관련 질환 병력도 없었다.

2. 방법

검사 대상자는 자각적 굴절검사법에 의한 원거리 굴절 교정 과정을 거치지 않고 검영법에 의한 타각적 굴절검사를 실시하여 원거리 단안 구면 끝점 값을 구하였고, 검영법에 의한 끝점 값을 기준으로 적녹이색법, MPMVA법, 그리고 크로스실린더법을 순서대로 실시하여 구면 끝점굴절력 값을 구하였다. 처음 검사가 끝나고 1주일 후 동일 시간대에 같은 방법으로 재검사를 실시하였다. 처음 검사

*Corresponding author: Hyun Gug Cho, TEL: +82-33-540-3411, E-mail: hyung@kangwon.ac.kr

Table 1. Mean \pm standard deviation for the monocular spherical endpoints for each method and the mean of the test-retest (n=40)

Methods	Spherical Powers (D)		Mean	Mean Difference
	Test	Retest		
Retinoscopy	-3.23 \pm 2.590	-3.21 \pm 2.642	-3.22 \pm 2.600	-0.03
MPMVA	-3.31 \pm 2.488	-3.38 \pm 2.576	-3.35 \pm 2.517	+0.06
R/G duochrome	-3.39 \pm 2.445	-3.21 \pm 2.642	-3.30 \pm 2.531	-0.19
Crossed cylinder	-4.11 \pm 2.537	-4.00 \pm 2.739	-4.05 \pm 2.624	-0.11

MPMVA: maximum plus to maximum visual acuity, R/G: red and green

와 재검사간의 반복성 검증은 MedCalcTM (Med-Calc Software, Maria Kerke, Belgium) 프로그램을 이용하여 Bland-Altman plot 분석⁷⁾을 실시하였다.

1) 검영법

검사실 조도 약 50 lx, 시표 조도 약 200 lx 상태에서 포롭터(Ultramatic RX Master, Reichert, USA)의 보조렌즈를 R(+1.50 D)로 맞추고 검영기(Welch-Allyn, USA)를 이용하여 검사거리 67 cm에서 타각적 굴절검사를 실시하고 모든 경선에서의 중화점 구면굴절력 값을 구하고 기록하였다. 검사거리의 오차를 없애기 위해 포롭터 근거리 시표 막대에 67 cm 거리를 표시하고 항상 동일거리에 검영기를 위치시켰다.

2) 적녹이색법

검사실 조도 약 100 lx, 시표 조도 약 200 lx 상태에서 타각적 굴절검사값에 S+0.50 D를 더한 후 적녹이색 시표를 보게 한 다음, S \pm 0.25 D 단위로 조정하여 피검사자가 적색바탕의 문자와 녹색바탕의 문자가 동일하게 보인다고 할 때 구면굴절력 값을 기록하였다. 적녹 바탕의 문자가 동일하게 보이는 기준은 최초로 녹색바탕의 문자가 더 잘 보이는 구면굴절력 값에서 S+0.25 D를 더해 적녹 바탕의 문자가 동일하게 보이는 굴절력 값을 끝점으로 하였다.

3) MPMVA법

검사실 조도 약 100 lx, 시표 조도 약 200 lx 상태에서 타각적 굴절검사값에 S+1.00 D를 더한 후 -0.25 D씩 내리면서 최초 최대시력을 보이는 구면굴절력 값을 기록하였다. 최대시력은 -0.25 D를 내릴 때마다 시력 향상이 동반되는 경우로 하였으며, 만일 피검사자가 -0.25 D를 내린 후 시력의 변화없이 더 작아 보이거나 더 진하게 보인다고 할 경우 다시 +0.25 D를 더한 굴절력 값을 끝점으로 하였다.

4) 크로스실린더법

검사실 조도 약 100 lx, 시표 조도 약 200 lx 상태에서

타각적 굴절검사값에 S+0.50 D를 더한 후 포롭터의 보조렌즈를 \pm 0.50 D로 맞추고 5 m 거리에 십자시표를 보이게 한 다음, S \pm 0.25 D 단위로 조정하여 피검사자가 십자시표의 수직선과 수평선이 동일한 선명도로 보인다고 할 때 구면굴절력을 끝점으로 하였다.

결 과

1. 검사법에 따른 검사-재검사의 끝점 굴절력

검사법에 따른 검사-재검사 각각의 끝점 굴절력과 평균 굴절력, 그리고 평균차이는 Table 1과 같다. 검사-재검사 평균값은 검영법이 -3.22 D, MPMVA 검사법이 -3.35 D, 적녹이색 검사법이 -3.41 D, 그리고 크로스실린더 검사법이 -4.05 D로 측정되었다. 검사-재검사 굴절력 값의 평균차이는 검영법이 -0.03 D, MPMVA 검사법이 0.06 D, 적녹이색 검사법이 -0.19 D, 그리고 크로스실린더 검사법이 -0.11 D로 나타났다.

2. 검사법에 따른 검사-재검사의 신뢰성

검영법의 검사-재검사의 신뢰성 결과(Fig. 1)는 검사 간

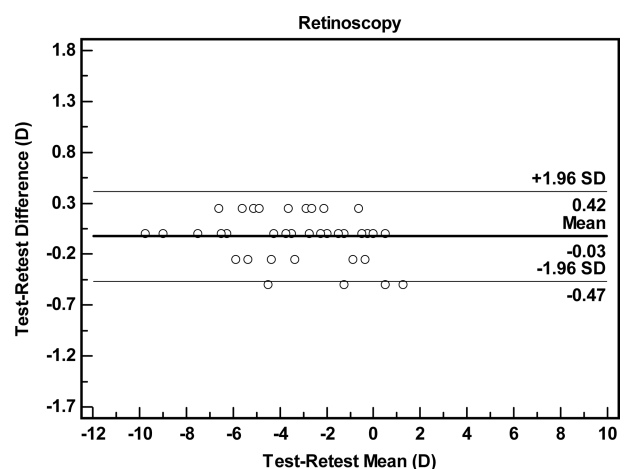


Fig. 1. Test-retest difference plotted against the test-retest mean for retinoscopy. The upper/lower lines show 95% limits of agreement as $1.96 \times$ S.D. of mean difference.

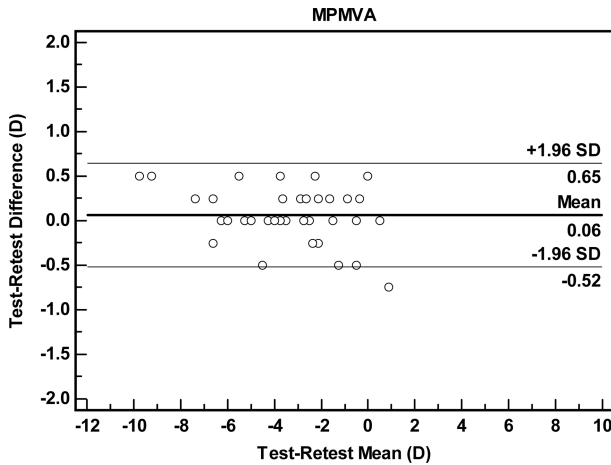


Fig. 2. Test-retest difference plotted against the test-retest mean for MPMVA method. The upper/lower lines show 95% limits of agreement as $1.96 \times S.D.$ of mean difference.

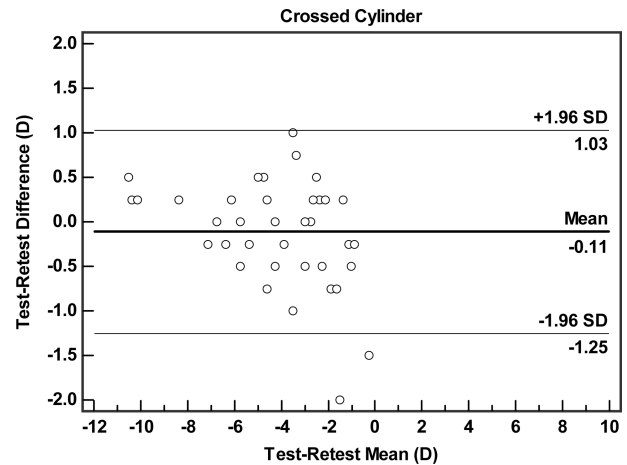


Fig. 4. Test-retest difference plotted against the test-retest mean for crossed cylinder method. The upper/lower lines show 95% limits of agreement as $1.96 \times S.D.$ of mean difference.

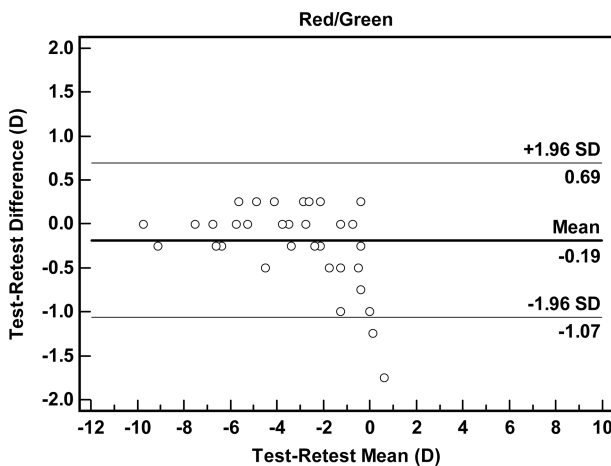


Fig. 3. Test-retest difference plotted against the test-retest mean for R/G duochrome method. The upper/lower lines show 95% limits of agreement as $1.96 \times S.D.$ of mean difference.

평균차이가 -0.03 D이었고 검사값의 95% 일치도의 상/하한선(upper/lower 95% limits of agreement)은 $+0.42$ D/ -0.47 D로 나타났다. MPMVA법(Fig. 2)은 검사 간 평균차이가 $+0.06$ D이었고 검사값의 95% 일치도 상/하한선이 $+0.65$ D/ -0.52 D, 적녹이색법(Fig. 3)은 검사 간 평균차이

가 -0.19 D이었고 검사값의 95% 일치도 상/하한선은 $+0.69$ D/ -1.07 D, 그리고 크로스실린더법(Fig. 4)의 검사 간 평균차이는 -0.11 D, 검사값의 95% 일치도 상/하한선은 $+1.03$ D/ -1.25 D로 나타났다.

3. 검사법 간의 끝점값 일치도

검사-재검사의 평균차이와 95% 일치도 상/하한선의 폭이 가장 좁게 나타난 검정법의 측정값과 MPMVA법, 적녹이색법, 그리고 크로스실린더법에 의한 측정값들의 차이를 각 검사안별로 빈도분석을 실시한 결과(Table 2), MPMVA법은 45%(36안), 적녹이색법은 33%(26안), 그리고 크로스실린더법이 9%(7안)가 차이가 없이 검정법의 끝점값들과 일치하였다. MPMVA법의 경우 검정법의 끝점값과 비교해 볼 때 ± 0.25 D의 차이를 보인 경우가 40%(32안), -0.50 D 차이가 11%(9안)로 나타났다. 적녹이색법에서는 ± 0.25 D의 차이를 보인 경우가 48%(38안), -0.50 D 차이가 6%(5안)였고, 크로스실린더법은 ± 0.25 D의 차이를 보인 경우가 15%(12안), -0.50 D 차이가 23%(18안)인 것으로 나타났다. 특히 크로스실린더법에서 -1.00 D 이상의 차이를 보인 경우가 43%(34안)으로 나타났다.

Table 2. The number of the eyes having a difference from retinoscopic measurement in spherical endpoints measured by MPMVA, R/G duochrome, and crossed cylinder methods (n=80)

Method	Difference of spherical endpoints (D)							
	>-1.25	-1.00	-0.75	-0.50	-0.25	0	$+0.25$	$+0.50<$
MPMVA	-	2	1	9	22	36	10	-
R/G duochrome	4	1	6	5	24	26	14	-
Crossed cylinder	22	12	9	18	11	7	1	-

MPMVA: maximum plus to maximum visual acuity, R/G: red and green

고 찰

국내 안경원 현장에서 자각적 굴절검사는 주로 시험렌즈나 포토퍼를 통해 이루어지고 있다. 안경사마다 단안 구면 끝점검사는 다양한 방법으로 실시되고 있지만, 일반적으로 고정식이나 차트식 모두에 적녹이색 시표가 있어서 적녹이색법과 일반 시력표를 이용한 MPMVA법이 많이 사용되고 있으며, 사용빈도는 낮지만 십자시표를 이용한 크로스실린더법도 사용되고 있다. 특히 자동굴절력계를 제외한 타각적 굴절검사가 이루어지지 않고 있는 실정이라서 자각적 굴절검사의 교정상태를 확인하는 것은 어렵기 때문에 검사법에 따른 올바른 단안 구면 끝점 결정 방법을 숙지하는 것이 중요하다. 본 실험에서는 단안 구면 끝점검사에 흔히 사용되는 적녹이색법, MPMVA법, 그리고 크로스실린더법에 의한 구면 끝점값들을 타각적 굴절검사인 검영법에 의한 끝점값과 비교해 보고 검사-재검사에 의한 반복성 검증을 통해 안정적인 임상 검사법을 검색해 보고자 하였다.

실험 결과, 검사-재검사의 평균 단안 구면 끝점값은 검영법이 -3.22 D, MPMVA법이 -3.35 D, 적녹이색법이 -3.41 D, 그리고 크로스실린더법이 -4.05 D로 나타났다. 결과적으로 검영법, MPMVA법, 그리고 적녹이색법은 검사법 간의 평균차이가 0.19 D 이내로 나타나 검사법간의 임상적으로 큰 의미가 없는 것으로 나타났지만, 크로스실린더법의 경우 다른 검사값들과 비교하여 0.64 D~ 0.83 D의 평균차이를 보여 임상적으로 단안 원시안으로 교정될 가능성이 높은 것으로 나타났다. 검영법, MPMVA법, 그리고 적녹이색법이 비록 0.19 D 이하의 평균차이를 보였지만, 검사-재검사의 반복성을 분석해 본 결과 검영법은 평균차이가 -0.03 D로 가장 적었고, 95% 일치도 범위는 ± 0.44 D로 가장 좁게 나타났다. MPMVA법은 평균차이 0.06 D, 95% 일치도 범위 ± 0.58 D, 적녹이색검사는 평균차이 -0.19 D, 95% 일치도 범위 ± 0.88 D이었고, 크로스실린더법은 평균차이 -0.11 D, 95% 일치도 범위 ± 1.14 D로 나타나 크로스실린더법의 반복성이 가장 낮은 것으로 분석되었다. Bland와 Altman의 95% 일치도 범위 분석은^[7] 검사방법의 신뢰성을 평가하기 위해 많이 이용되는 방법으로써,^[8-10] 상한선과 하한선의 간격이 좁을수록 신뢰성이 높다는 것을 의미한다. 따라서 검영법에 의한 끝점검사가 가장 높은 신뢰성을 보였으며 크로스실린더법이 가장 낮은 신뢰성을 보였다. 그러나 윤^[11]은 정밀구면검사서 ± 0.25 D 크로스실린더법이 적녹법보다 더 세밀한 측정결과를 보인다고 하였다. 본 실험에서 타각적 검사인 검영법이 평균차이도 가장 적고 95% 신뢰도 범위가 가장 좁게 나타났기 때문에 각 검사안의 검영법에 의한 구면 끝점값

들을 기준으로 하여 MPMVA법, 적녹이색법, 그리고 크로스실린더법의 끝점값과의 오차 정도를 분석한 결과, 검사-재검사를 실시한 총 80안 중 ± 0.25 D 이내의 차이를 보인 비율은 MPMVA의 경우 85%(68안), 적녹이색법의 경우 80%(64안)이었으나, 크로스실린더법의 경우 24%(19안)에 불과하였다.

따라서 본 실험을 통하여 볼 때 검영법이 단안 구면 끝점검사서 반복성이 가장 높은 안정한 검사방법인 것으로 나타났지만, 검영법, MPMVA법, 적녹이색법 모두 끝점검사에 적합한 것으로 판단되었다. 부가적으로 자각적 검사의 경우 검사자의 기대와는 달리 피검사자에 의한 측정 오차가 발생할 수 있다는 것을 항상 고려하여야 할 것이다.

결 론

안경사들이 임상 원거리 굴절검사서 사용하는 단안 구면 끝점검사법들의 검사-재검사 반복성을 평가하기 위하여 검영법, MPMVA법, 적녹이색법, 그리고 크로스실린더법을 이용한 끝점검사를 실시하였다. 검사 결과 검영법이 가장 높은 반복성을 보였고, 그 다음이 MPMVA법, 적녹이색법, 크로스실린더법의 순서대로 나타났다. 검사-재검사 결과 검사법의 평균값은 검영법, MPMVA법, 적녹이색법이 임상적으로 큰 차이를 보이지 않아 끝점검사에 적합한 것으로 나타났고, 크로스실린더법은 다른 검사법들과 임상적으로 의미 있는 평균차이를 보여 끝점검사의 오차발생이 높은 것으로 나타났다.

REFERENCES

- [1] Benjamin WJ. Borish's Clinical Refraction: Monocular and Binocular Subjective Refraction by Borish IM, Benjamin WJ. 2nd Ed. PA: Butterworth-Heinemann, 2006; 830-836, 880-882.
- [2] Carlson NB, Kurtz D. Clinical Procedures for Ocular Examination, 3rd Ed. NY: McGraw-Hill, 2004;104-105.
- [3] Davies PH. A critical analysis of bichromatic tests used in clinical refraction. Br J Physiol Opt. 1957;14(3):170-182.
- [4] Humphriss D, Woodruff EW. Refraction by immediate contrast. Br J Physiol Opt. 1962;19:15-20.
- [5] Schneller SA. The colorless Bichrome-A distance cross cylinder test. Optom Weekly. 1966;57:38.
- [6] Brooks CW. A systematic method of trial frame subjective refraction. Optom Monthly. 1982;73:433-438.
- [7] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986;1(8476):307-310.
- [8] Wong EP, Fricke TR, Dinardo C. Interexaminer repeatability of a new, modified prentice card compared with

- established phoria tests. *Optom Vis Sci.* 2002;79(6):370-375.
- [9] Myles PS, Cui J. Using the Bland-Altman method to measure agreement with repeated measure. *Br J Anaesth.* 2007;99(3):309-311.
- [10] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci.* 1998;75(10):719-726.
- [11] Yoon KH. A study for exact spherical diopter by cross cylinder lens and red green card method. *J Korean Oph Opt Soc.* 1999;4(2):39-43.

Repeatability of Monocular Spherical Endpoints Test

Sang-Yeob Kim, Byeong-Yeon Moon and Hyun Gug Cho*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea
(Received May 9, 2012; Revised May 29, 2012; Accepted June 16, 2012)

Purpose: To assess the repeatability of the monocular spherical endpoints, a test was performed with four methods which are the retinoscopy, the MPMVA (maximum plus maximum visual acuity) method, the R/G duochrome method, and the crossed cylinder method. **Methods:** The monocular spherical endpoints was measured by four kinds of method (Retinoscopy, MPMVA method, R/G duochrome method, Crossed cylinder method) on 20 subjects (40 eyes) of average age 23.0 year-old men and women. After a week, retest was performed by same procedure and the test-retest repeatability was assessed by using the Bland-Altman plot analysis. **Results:** The test-retest mean difference of retinoscopy was the smallest diopters of -0.03 and that of R/G duochrome method was the largest diopters of -0.19 . The upper/lower 95% limits of agreement for repeatability was the narrowest in retinoscopy and was the widest in crossed cylinder method. When compared the spherical endpoints of each eye between by retinoscopy and by other three methods, the error rate of $\pm 0.25D$ in total eyes was 85% in MPMVA method, 80% in R/G duochrome method, and 24% in crossed cylinder method. **Conclusions:** Test-retest repeatability is the highest in the retinoscopy, and the retinoscopy, the MPMVA method, and R/G duochrome method are suitable for monocular spherical endpoints test.

Key words: Spherical endpoints, Repeatability, Retinoscopy, MPMVA, R/G duochrome method, Crossed cylinder method