

Journal of Korean Clinical Health Science. <http://kschs.or.kr>

Vol. 10, No. 2, December 2022, pp. 1587-1593

DOI: <http://doi.org/10.15205/kschs.2022.12.31.1587>

자동굴절검사기를 이용한 시력측정 자세에 따른 굴절이상도 분석

김봉환*, 한선희, 안세현, 신창섭, 장원정, 황인선, 김형수

춘해보건대학교 안경광학과

Analysis of refractive error according to the position of vision measurement using an automatic refractor

Bong-Hwan Kim*, Sun-Hee Han, Se-Hyeon An, Chang-Seop Sin, Won-Jeong Jang,
In-Seon Hwang, Hyung-Soo Kim

Department of Optometry, Choonhae College of Health Sciences

(Received September 27, 2022; Revised October 13, 2022; Accepted November 02, 2022)

Abstract

Purpose. This study was to investigate the degree of refractive error that occurs depending on the measurement location of the subject when performing a refraction test using the automatic refractor.

Methods. When performing the auto-refraction test, measurements were taken while increasing the distance between the forehead and the forehead rest, and the measurements were made by tilting the head clockwise and counterclockwise.

Results. During the auto-refraction test, significant refractive error occurred when the forehead was not attached to the forehead support or the subject's head was turned clockwise or counterclockwise.

Conclusions. When performing a refraction test using an automatic refractor, the examiner will have to pay attention to whether the subject's forehead is in close contact with the forehead rest, and whether the head is tilted.

Key words : Automatic refractor, Measurement position, Refractive error, Vision.

*Corresponding author : bhkim@ch.ac.kr

“본 논문의 일부 내용은 2021년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음”

1. 서 론

자동굴절검사기는 안구의 렌즈계에서 반사된 빛을 해석하여 안구의 굴절이상도를 측정하는 기기이다.¹⁾ 시력교정을 위해서 정확한 굴절검사는 19세기 초반부터 계속 강조되어왔고, 굴절검사는 검영법, 다이내믹 검영법, 사진굴절검사법, 자동굴절검사법 등의 여러 굴절검사 방법들이 시행되고 있다.²⁾ 1970년대부터 널리 보편화된 자동굴절검사기는 검영법과 비교하였을 때 오차가 크게 발생하기에 정확도가 떨어지지만, 검사에 필요한 시간이 짧고, 전문가가 아니라 하더라도 쉽게 사용할 수 있으며 시간이 많지 않은 안과 외래진료에서도 마찬가지로 안경과 콘택트렌즈를 처방하려 할 때 자동굴절검사기를 사용하는 것을 볼 수 있다.³⁾ 그만큼 자동굴절검사기를 사용하는 것으로 안경 처방에 필요한 시간 또한 단축할 수 있다는 것이다. 그리하여 자동굴절검사기는 여러 안경원 등에서 굴절이상도 측정에 사용되고 있으며 안경을 처방할 때의 중요한 참고사항으로 사용되고 있다.⁴⁾ 탁상형 자동굴절검사기를 이용하여 피검자의 굴절이상도를 측정할 때 기계 앞에 앉아 있어야 하며 얼굴을 올려놓은 뒤 찍어야 하는 방식 때문에 협조가 어려운 아동이나 몸을 가누기 힘든 환자에게는 검사가 순조롭지 않을 수 있다.⁵⁾ 굴절이상은 크게 근시, 원시, 난시로 나뉘는데 근시는 무한 원방에서 입사하는 빛이 조절을 하지 않는 정적굴절 상태에서 망막 전방에 상이 맺히는 굴절 상태이다. 이러한 눈의 원점은 눈 앞 유한거리에 위치해 있다. 원시는 무한 원방에서 입사하는 빛이 조절을 하지 않는 정적굴절 상태에서 망막 후방에 상이 맺히는 굴절 상태이다. 이러한 눈의 원점은 눈 뒤 유한거리에 위치해 있다. 난시는 전방향의 굴절력이 일정하지 않고 눈의 경선에 따라서 다른 굴절력을 가지는 상태를 말하며, 안구를 향해 평행하게 입사한 빛이 한 점으로 모이지 않고, 두 점이나 그 이상의 초점을 가진다.

본 연구는 탁상형 자동굴절검사기의 정확도를 높이기 위해 굴절검사기의 이마 받침대와 환자의 이마가 밀착하지 않거나, 고개가 시계방향이나 반시계 방향으로 틀어진 상태인 채로 자동굴절검사

기를 이용해 굴절검사를 실시한 경우 발생하는 굴절이상도에 대해 알아보려고 하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구 대상

안과적 질환이 없고 눈 수술 경험이 없는 교정시력이 1.0 이상인 42명(평균 25.25세)의 우안(42안)을 대상으로 하였다.

2.2. 연구 방법

이마를 이마 받침대에 완전히 밀착시킨 각도 0도 자세에서 먼저 굴절이상도를 측정한 후 0도부터 20도까지 5도 단위로 머리 각도를 기울이면서 굴절이상도를 반복 측정하였다. 이때 시계 방향과 반시계 방향을 각각 측정하였다. 이를 통해 자세에 따른 굴절이상도의 변화가 나타나는지 평가하였다. 이때 각도를 측정하기 위해서 모자에 수직방향으로 우드락을 접착시킨 뒤 스마트폰을 우드락 측면에 밀착시켜 각도를 측정하였다(Figure 1, Figure 2).

이때 자동굴절검사에 사용된 기기는 Huvitz사의 HRK-8000A 모델이다.



Figure 1. Positioning the woodlock on the forehead rest for accurate measurements.

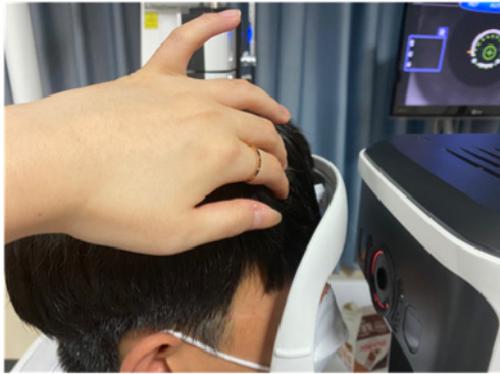


Figure 2. Measure the refractive power using an automatic refractor while placing the woodlock between the forehead and the forehead support.

이마 받침대에 이마를 완전히 밀착시킨 거리 0 mm 자세에서 먼저 굴절이상도를 측정한 후 3 mm부터 15 mm 단위로 이마 거리를 늘리면서 굴절이상도를 반복 측정하였다. 이를 통해 거리에 따른 굴절이상도의 변화가 나타나는지 평가하였다. 이때 정확한 거리 측정을 위해서 우드락을 15 mm 까지 3 mm단위로 5개를 제작하여 이마와 이마 받침대 사이에 위치시켰다(Figure 3, Figure 4).

이때 각도 측정에 사용된 어플은 Protector App이다.



Figure 3. Wear a hat with a vertical bar and tilt your head using a measuring tool.

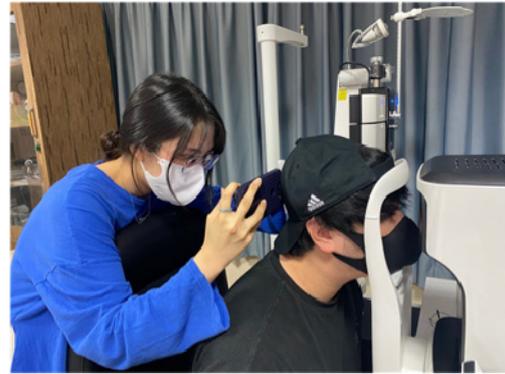


Figure 4. Measure the refractive power using an automatic refractor in a tilted state.

3. 결 과

자동굴절력계를 측정할 때 이마가 이마 받침대에서 떨어진 검사거리 오차에 따른 구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -2.83 D였으며, 3 mm 오차에서 -4.36 D, 6 mm 오차에서 -4.59 D, 9 mm 오차에서 -4.21 D, 12mm 오차에서 -4.25 D, 15 mm에서 -4.16 D로 6 mm 오차까지는 구면굴절력이 급격하게 증가하는 경향을 보였으며, 9 mm 이상부터는 다시 구면굴절력이 감소하는 경향을 나타냈다(Figure 5).

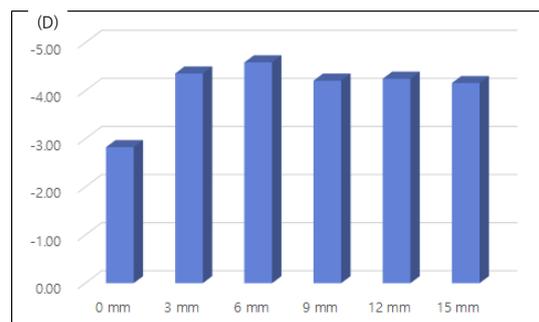


Figure 5. Change of spherical refractive power according to inspection distance error.

자동굴절력계를 측정할 때 이마가 이마 받침대에서 떨어진 검사거리 오차에 따른 원주굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -1.17 D였으며, 3 mm 오차에서 -1.39 D, 6 mm 오차에서 -1.50 D, 9 mm 오차에서 -1.43 D, 12 mm 오차에서 -1.57 D, 15 mm 오차에서 -1.68 D로 6 mm 까지 오차가

급격히 증가하는 경향을 보였으며, 9 mm부터는 다시 구면굴절력이 일시적으로 감소한 뒤 다시 증가하는 경향을 나타냈다(Figure 6).

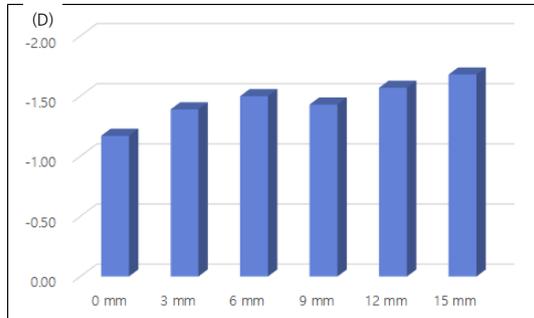


Figure 6. Change of circumferential refractive power according to inspection distance error.

자동굴절력계를 측정할 때 이마가 이마 받침대에서 떨어진 검사거리 오차에 따른 난시 축 변화는 오차가 없을 때 평균 95.46 도였으며, 3 mm 오차에서 84.43 도, 6 mm 오차에서 101.38 도, 9 mm 오차에서 77.26 도, 12 mm 오차에서 89.12 도, 15 mm 오차에서 99 도로 3 mm 오차까지는 구면굴절력이 감소하는 경향을 보였으며, 오차가 6 mm 일 때 급증하고, 9 mm 오차부터 감소한 뒤 증가하는 모습을 보였다(Figure 7).

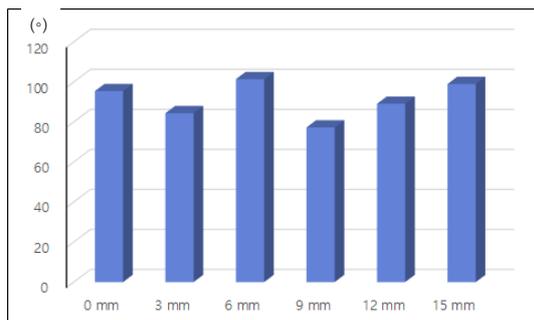


Figure 7. Astigmatism axis change according to inspection distance error.

자동굴절력계를 측정할 때 이마가 이마 받침대에서 떨어진 검사거리 오차에 따른 등가구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -3.41 D였으며, 3 mm 오차에서 -5.05 D, 6 mm 오차에서 -5.34 D, 9 mm 오차에서 -4.93 D, 12mm 오차에서 -5.04

D, 15 mm에서 -6.06 D로 6 mm 오차까지 증가하는 경향을 보였으며, 9 mm 이상부터는 감소한 뒤 다시 증가하는 경향을 나타냈다(Figure 8).

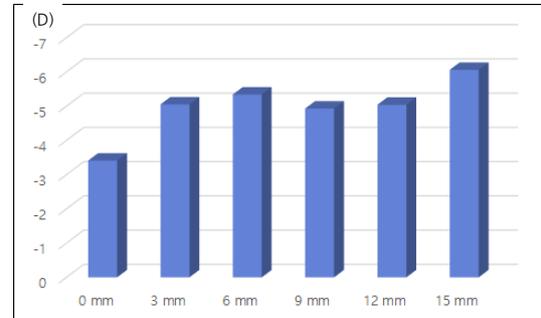


Figure 8. Changes in the equivalent spherical refractive power according to the inspection distance error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 시계 방향으로 기울어짐에 따른 구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -2.83 D였으며, +5 도 오차에서 -5.25 D, +10 도 오차에서 -4.46 D, +15 도 오차에서 -3.03 D, +20 도 오차에서 -4.97 D로 규칙적이지 않은 굴절력 변화를 보였다(Figure 9).

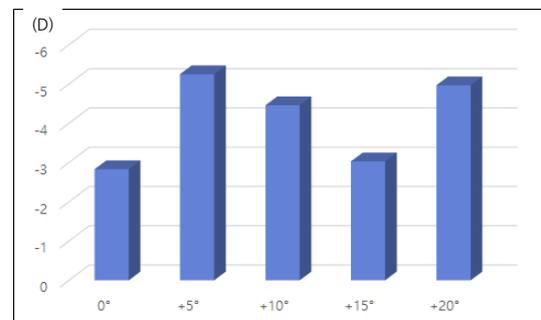


Figure 9. Spherical refractive power change according to clockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 시계 방향으로 기울어짐에 따른 원주굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -1.17 D였으며, +5 도 오차에서 -1.63 D, +10 도 오차에서 -1.54 D, +15 도 오차에서 -1.15 D, +20 도 오차에서 -1.53 D로 5°에서 변화값의 최고치를 보인 뒤, 15°에서 변화값의 최소치를 보였다(Figure 10).

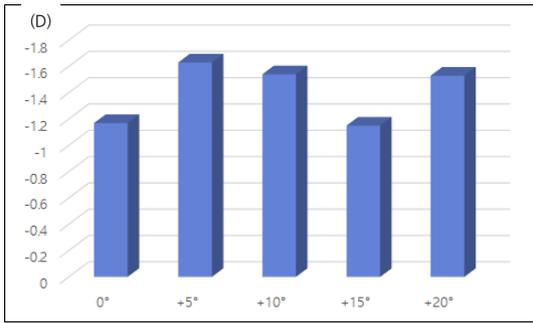


Figure 10. Change of circumferential refractive power according to clockwise error.

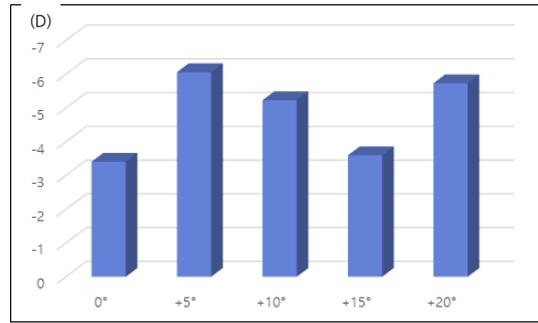


Figure 12. Changes in the equivalent spherical refractive power according to the clockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 시계 방향으로 기울어짐에 따른 난시 축 변화는 오차가 없을 때 평균 95.46 도였으며, +5 도 오차에서 62.83 도, +10 도 오차에서 67.29 도, +15 도 오차에서 69.8 도, +20 도 오차에서 53.38 도로 0 도에서 가장 큰 원주 굴절력 변화를 보인 뒤, 5 도에서 20 도까지 비슷한 정도의 굴절력 변화를 보였다 (Figure 11).

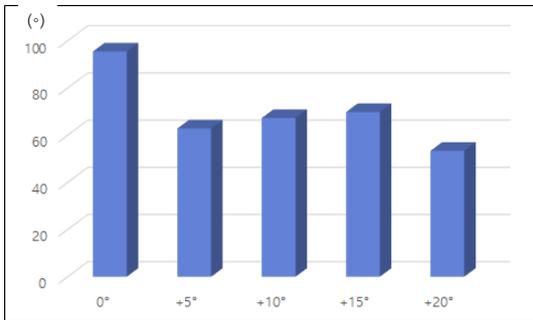


Figure 11. Astigmatism axis change due to clockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 시계 방향으로 기울어짐에 따른 등가구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -3.41 D였으며, +5 도 오차에서 -6.06 D, +10 도 오차에서 -5.23 D, +15 도 오차에서 -3.6 D, +20 도 오차에서 -5.73 D로 0 도부터 5 도까지 증가하는 모습을 보인 다음, 15 도까지 감소한 뒤 다시 증가하는 모습을 보였다 (Figure 12).

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 반시계 방향으로 기울어짐에 따른 구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -2.83 D였으며, -5 도 오차에서 -4.21 D, -10 도 오차에서 -4.08 D, -15 도 오차에서 -4.68 D, -20 도 오차에서 -4.43 D로 기울어짐의 정도에 따라 꾸준히 증가하는 모습을 보였다 (Figure 13).

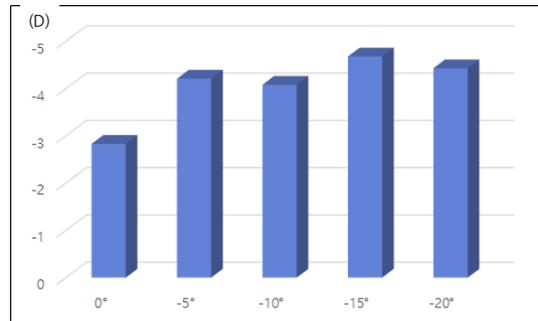


Figure 13. Spherical refractive power change due to counterclockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 반시계 방향으로 기울어짐에 따른 원주굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -1.17 D였으며, -5 도 오차에서 -1.39 D, -10 도 오차에서 -1.36 D, -15 도 오차에서 -1.61 D, -20 도 오차에서 -1.36 D로 규칙적이지 않은 변화를 보였다 (Figure 14).

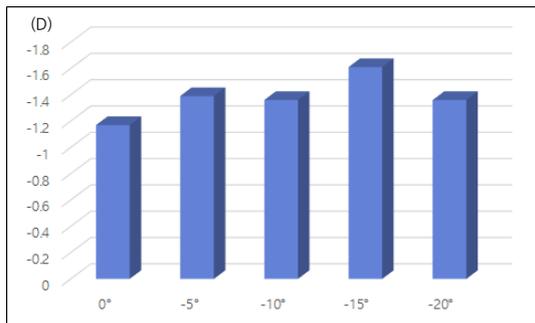


Figure 14. Circumferential refractive power change due to counterclockwise error.

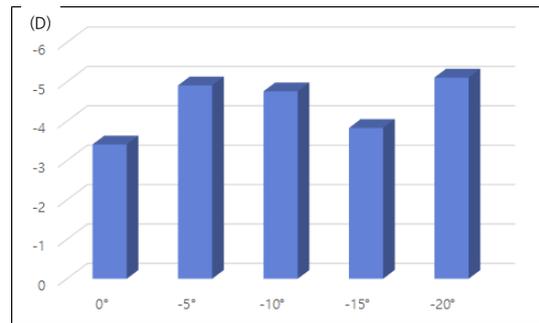


Figure 16. Changes in the equivalent spherical refractive power according to the counterclockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 반시계방향으로 기울어짐에 따른 난시 축 변화는 오차가 없을 때 평균 95.46 도였으며, -5 도 오차에서 86.14 도, -10 도 오차에서 108.44 도, -15 도 오차에서 97.86 도, -20 도 오차에서 61.86 도로 0 도부터 -15 도까지 비슷한 변화 정보를 보이다 -20 도에서 큰 격차를 보이며 감소하였다(Figure 15).

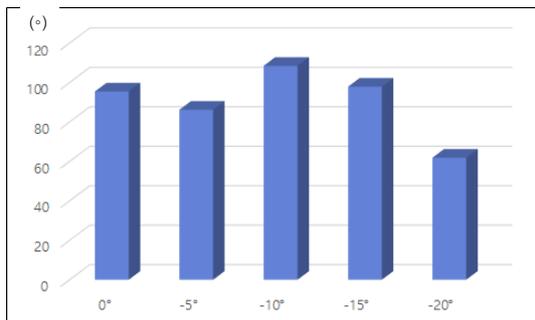


Figure 15. Astigmatism axis change due to counterclockwise error.

자동굴절력계를 측정할 때 머리의 각도가 반시계방향으로 기울어짐에 따른 등가구면굴절력 변화는 오차가 없을 때 평균 -3.41 D 였으며, -5 도 오차에서 -4.91 D, -10 도 오차에서 -4.76 D, -15 도 오차에서 3.83 D, -20 도 오차에서 -5.11 D로 -5 도까지 증가한 뒤, -15 도까지 감소한 다음 다시 증가하는 모습을 보였다(Figure 16).

4. 고 찰

본 연구에서는 탁상형 자동굴절검사기의 정확도를 높이기 위해 굴절검사기의 이마 받침대와 환자의 이마가 밀착하지 않거나, 고개가 시계방향이나 반시계 방향으로 틀어진 상태인 채로 자동굴절검사기를 이용해 굴절검사를 실시한 경우 발생하는 굴절이상도에 대해 알아보려고 하였다.

피검자의 이마가 이마 받침대에 붙어있지 않거나 머리가 시계 방향이나 반시계 방향으로 틀어진 경우 유의미한 굴절이상도가 발생하였다.

자각식 굴절검사와 자동굴절검사를 비교한 결과를 보면, 등가구면굴절력에서 유의한 차이가 있었고($F = 62.274, p = 0.000$), 잭슨의 크로스실린더 0°에서와 45°에서의 굴절력에서도 유의한 차이가 있었다($J0; F = 10.546, p = 0.000, J45; F = 2.998, p = 0.018$). 자각식 굴절검사와 자동굴절검사의 차이 값의 평균을 비교하면, 등가구면굴절력은 자동굴절력계가 음의 방향으로 더 크게 측정되었고, 잭슨의 크로스실린더 0°에서의 굴절력은 같거나 양의 방향으로 크게 측정되었으며 잭슨의 크로스실린더 45°에서의 굴절력은 동일하거나 음의 방향으로 더 크게 측정되었다. 자각식 굴절검사와의 일치비율은 RK-2가 15.1%, ARK-530A가 21.6%, RK-F1이 15.1%, NVision-K 5001이 33.0%로 나타났다. 자동굴절력계로 얻은 자동굴절검사 결과는 자각식 굴절검사를 대체할 수 없으므로 자각식 굴절검사를 반드시 수행해야 한다. 그러나 자동굴절검사 결과는 자각식 굴절검사의

출발점으로 사용할 수 있다고 하였다.⁶⁾

포롭터를 활용한 자각적 굴절검사와 개방형 자동굴절력계 그리고 내부형 자동굴절력계의 굴절 이상을 검사한 결과, 시력검사에 활용되는 개방형 · 내부형 자동굴절력계에 의한 측정결과는 자각적 굴절검사의 굴절이상도를 처방하는데 예비시력 검사기기로 가능하다고 하였다.⁷⁾

자동굴절검사 시 조도가 눈의 굴절력과 동공크기에 미치는 영향을 알아본 결과, 조도에 따른 눈의 굴절력 변화는 유의한 차이는 보이지 않았지만, 조도변화의 일부구간에서 구면 및 원주굴절력이 다소 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 또한, 동공크기의 변화는 500Lux부터 동공의 크기가 통계적으로 유의하게 작아짐을 알 수 있었다. 따라서 이에 대한 검안실 조도의 적절한 기준이 필요할 것으로 사료된다고 하였다.⁸⁾

5. 결 론

자동굴절검사기를 이용하여 측정 시 이마와 이마 받침대 사이의 거리 오차에 따라서 구면굴절력, 원주 굴절력, 난시 축, 등기구면 굴절력 모두 오차가 발생하였다. 또한, 머리 기울어짐 상태에 따라서 구면굴절력, 원주 굴절력, 난시 축, 등기구면 굴절력 모두 오차가 발생하였다.

자동굴절검사기를 이용하여 측정 시 이마와 이마 받침대 사이 간격이 떨어지지 않도록 주의해야 하며, 머리의 기울어짐이 발생하지 않도록 주의해야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 춘해보건대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

References

1. Moon JC, Seung HB, Sang MG. Comparison of Autorefraction and Clinical Refraction with or without in Children. Journal of The Korean Ophthalmological Society, 2005;46(5): 837-846.
2. Lee JW, Lee KS, Hong HK. Research of Difference between the Refractive Powers by Autorefractometer and the Prescription using Phoropter. Journal of Korean Ophthalmic Optics Society, 2014; 19.2:231-237.
3. Lee DH, Wi HY, Kim JM. Refraction before and after LASIK. Journal of The Korean Ophthalmological Society, 2003;44.11: 2585-2590.
4. Jung JW, Kim YE, Paik HJ. Clinical Comparison of Autorefractor versus Retinoscopic Refraction in Children according to the Age. Journal of The Korean Ophthalmological Society, 2005;46.11: 1931-1935.
5. La TY, Oh JR. Reliability of Refractive Measurement by Hand-held Autorefractor. Journal of The Korean Ophthalmological Society, 2002;43.11:2241-2245.
6. Kim HS, Kim HS, Lee H. A Comparison of Subjective Refraction and Autorefrations. The Korean journal of vision science, 2010;12(4): 283-290.
7. Jeong YH. Comparison of Accuracy for Autorefraction according to Measuring methods. Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, 2018;19(8): 353-359.
8. Han SH, Kim BH, Yoon JH, et al. Change in the eye's refractive power and pupil's size following intensity of illumination using Auto Ref-Keratometer. The Korean Society Of Vision Science, 2013;15(1):1-7.