

근시성 굴절부등에 대한 임상적 고찰

주석희 · 심문식* · 심현석**

대불대학교 안경광학과, *광주보건대학 안경광학과, **광양보건대학 안경광학과
투고일(2009년 1월 29일), 수정일(2009년 2월 22일), 게재확정일(2009년 3월 6일)

목적: 굴절부등의 발생률과 근시성 굴절부등의 양안 조절반응량, 각막굴절력 등을 알아보았다. **방법:** 안질환이 없는 5세에서 89세의 남녀 808명 중 양안 근시성 굴절부등이 1.00D이상인 67명을 대상으로 하였으며, 양안개방형 자동굴절검사기(Nvision K-5001)를 이용해 검사를 실시하였다. **결과:** 굴절부등이 있는 경우는 85명(10.5%)이었고, 그 중 67명(78.8%)이 근시성 굴절부등으로 나타났다. 근시성 굴절부등의 굴절이상인 강한 쪽과 약한 쪽으로 분리하여 양안 차이를 비교해 본 결과 등가구면굴절력은 $-1.22D \pm 0.94$ 로, 조절반응량은 $-0.25D \pm 0.72$ 로, 각막굴절력은 $0.04D \pm 0.68$ 로 나타났다. 또한 양안의 조절반응량이 같은 경우가 33명(49.3%), 근시가 약한 쪽이 많은 경우가 25명(37.3%), 근시가 강한 쪽이 많은 경우가 9명(13.4%)으로 나타났다. **결론:** 근시성 굴절부등은 각막굴절력에 영향을 받지 않았으며, 양안 등가구면굴절력 차이에 비해 조절반응량의 차이가 적었다.

주제어: 근시성 굴절부등, 양안개방형 자동굴절검사기, 각막굴절력, 조절반응량

서 론

굴절부등(anisometropia) 즉, 부동시는 Keiser, H(1867)에 의해 명명되었고, 양안의 굴절이상 정도가 같지 않고 한 눈 또는 한 경선의 굴절력이 1.00D이상 차이가 나는 경우를 말한다. 굴절부등은 1600년대부터 Kohlhaus와 Dechaes에 의해 지적되어졌다^[1-3].

굴절부등의 종류는 양안 굴절이상 종류가 다른 이종굴절부등과 굴절이상 종류가 같은 동종굴절부등으로 나눌 수 있고, 동종굴절부등은 근시성 굴절부등과 원시성 굴절부등으로 분류할 수 있다. 또한 한 쪽 눈이 정상인 경우는 단순굴절부등으로 양안 모두 같은 비정상인 경우는 복합굴절부등이라고 한다. 양안의 특정 경선의 굴절력이 차이가 나는 경우도 있는데 이를 경선굴절부등이라고 한다. 일반적으로 소아의 경우는 원시성 굴절부등이 많고, 성인의 경우는 근시성 굴절부등이 많다^[1-3].

양안에 정도의 차이를 가지는 굴절부등은 거의 정상과 마찬가지로 별다른 증상을 보이지 않는 생리적인 것으로 생각되지만, 그 차이가 양안 1.50-2.00D이상인 경우에는 시력교정을 하더라도 망막상의 크기 또는 형태가 다르게 되며 렌즈의 프리즘 효과가 달라 부등상과 부등사위가 유발된다^[4].

굴절부등은 소아에게는 약시의 원인이 되고, 성인은 안정피로의 원인이 되기 때문에 매우 중요한 문제이다. 또한 심한 굴절부등은 한쪽 눈을 주로 사용하므로 약시를 초래하고 중심시력발달의 실패로 인해 사시로 진행될 가능성도 있다^[1].

이런 증상을 최소화하기 위해 현재 안경원에서는 굴절부등의 원인이 굴절성인지 축성인지 등을 고려하여 안경 또는 콘택트렌즈를 처방하기도 하지만, 굴절이상이 강한 쪽 눈을 희생시켜 환자의 양안시를 유지하는 가운데 일정 시력을 갖도록 처방하고 있다. 그러나 이러한 처방은 환자의 안정피로 경감으로 어느 정도 시 생활에 만족할 수는 있지만, 차칫 단안 저교정으로 인한 양안시 기능저하를 유발할 것으로 생각된다.

지금까지의 굴절부등에 관해 해외에서는 발생률, 원인, 진행, 증상, 평가 등 많은 연구가 이루어지고 있지만, 국내에서는 인위적 유발에 의한 굴절부등, 굴절부등에 의한 약시 등에 관한 연구만 일부 이루어지고 있는 실정이다^[3-7].

따라서 본 연구에서는 가장 기초적인 굴절부등의 발생률과 근시성 굴절부등의 각막굴절력, 조절반응량을 측정 양안 차이를 비교하여 굴절부등의 증상을 최소화하는 검사와 처방을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

대상 및 방법

본 연구는 2004년 2월부터 2006년 9월까지 건강검진 프로그램을 통해 굴절검사를 받은 광양시민 5세에서 89세의 남녀 808명 중 양안 근시성 굴절부등이 1.00D이상인 67명(남자 38명, 여자 29명)을 대상으로 하였다.

검사에 사용한 기기는 양안이 개방되어 자연시 상태에서 굴절이상을 측정할 수 있는 Nvision- K5001(shin-nippon)을 사용하였다. 측정은 자동측정모드를 이용하여 정확한 조준정렬이 이루어 질 경우 조이스틱 측정버튼을 누르지 않아도 자동으로 측정되게 하였다. 원거리검사는 Chart projector ACP-8 (Topcon)의 적록시표를 5 m 앞에 켜고 실시하였으며, 근거리검사는 40 cm 앞에 십자시표의 중앙지점을 주시케 하고 측정하였다.

원근거리 등가구면굴절력의 차를 계산해 조절반응량으로 하였고, 원거리 각막굴절력의 평균값을 이용해 비교하였다. 두 검사 모두 측정자 한 사람이 실시하였으며, 측정 에러를 제외하고 각각 3회씩 측정하여 대표 값을 이용하였고, 통계는 Microsoft사의 Excel(2003) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

양안 차이가 1.00D이상을 굴절부등으로 할 때, 발생률은 전체대상 808명 중 85명 10.5%로 나타났으며, 이 중 2.00D이상은 11명으로 1.3%로 나타났다. 근시성 굴절부등은 67명 8.3%로 나타났다. 굴절부등의 종류별 분포는 Table 1에서와 같이 복합근시성 굴절부등이 39명(4.8%)으로 가장 많았고, 이종굴절부등이 4명(0.5%)으로 가장 적었다. 특이점은 경선 굴절부등이 14명(1.7%)으로 단순근시성 굴절부등과 같은 분포로 나타난 것을 알 수 있었다.

굴절부등의 발생률은 연구자들이 양안차이의 기준을 1.00D, 1.50D, 2.00D 등으로 다양하여 발생률의 차이가 있지만, 1D를 기준으로 한 몇몇 연구를 살펴보면, 1세 아이를 대상으로 한 Ingram^[8]과 Abrahamsson 등^[9]은 2.7%에서 11%를 보고하고 있고, Hirsch^[10]는 학생기 2.5%와 16세~19세 5.6%를 보고했다. Laatikainen과 Erkkila^[11]는 7세~15세 대상에서 3.6% 보고했다. 본 연구와 대상이 5세~85세로 유사한 Phelps와 Muir^[12]는 양안 1.50D를 기준으로 할 때, 발생률을 3.6%, 1.25D~2.00D일 때 4%, 2.00D이상은 3.1%를 보고하고 있다. 또한 Fledelius^[13]은 불 특정한 성인을 대상으로 9.0%를, Woodruff와 Samek^[14]은 온타리오 아메리카 인디언을 대상으로 7.24%로 보고하고 있다. 우리나라 사람과 체형과 굴절이상의 분포가 유사한 일본에서는 야마시타 등^[15]이 6세에서 11세까지 시골에 사는

Table 1. Distribution of anisometropia and isometropia

Term	subject (%)	sex		Age (year)
		male	female	
simple myopic anisometropia	14 (1.7%)	9	5	29.9±16.4
compound myopic anisometropia	39 (4.8%)	20	19	26.4±12.9
meridian anisometropia	14 (1.7%)	9	5	31.6±18.9
simple hyperopic anisometropia	8 (1.0%)	4	4	37.0±22.7
compound hyperopic anisometropia	6 (0.7%)	5	1	54.7±19.2
mixed anisometropia or antimetropia	4 (0.5%)	2	2	45.0±32.5
anisometropia total	85 (10.5%)	49	36	28.8±15.6
isometropia	723 (89.5%)	305	418	33.9±16.7
total	808 (100%)	354	454	32.0±18.3

일본학생 350명을 대상으로 한 연구에서 1.00D 이상 구면 굴절력에 의한 굴절부등은 3.1%로, 1.00D 이상의 난시에 의한 굴절부등은 4.3%로 보고하고 있다.

굴절부등의 종류별 분포는 Jampolsky 등^[16]은 양안의 굴절력 차이가 1.00D 이상이고 연령이 55세 이하였던 207명을 대상으로 성별 차이는 없고, 근시군이 137명(66.2%), 원시군이 70명(33.8%)으로 보고했다. 국내에서는 이 등^[17]이 전체 72안 중 원시군이 50안(69.4%), 근시군이 22안(30.6%)으로 원시성 굴절부등이 더 많은 것으로 보고하고 있는데, 이것은 대상이 종합병원 소아안과에 방문한 15세 이하였기 때문으로 사료된다. 또한 타 연구와 연령과 기준이 달라 직접 비교는 어렵지만, 타 연구의 발생률에 비해 본 연구 결과가 비교적 높은 것은 14명의 경선굴절부등이 포함된 것 때문으로 사료된다.

Table 2와 같이 근시성 굴절부등은 전체 굴절부등 85명 중 67명(78.8%) 남자 38명, 여자 29명으로 나타났으며, 양안 굴절부등의 정도별로는 2.00D미만이 83.6%로 대부분을 차지했다. 근시성 굴절부등의 굴절이상량은 $-3.17D \pm 2.80$ 이며 분포는 고도근시가 20안, 중등도근시는 40안, 경도근시는 74안으로 나타났다. 양안에서 근시가 강한 쪽의 굴절이상량은 $-4.05D \pm 2.86$ 로 정도별 분포는 고도근시가 14안, 중등도근시는 20안, 경도근시는 33안으로 나타났으며, 약한 쪽의 굴절이상량은 $-2.50D \pm 2.63$ 이었다. 난시의 경우 1.00D미만이 71안으로 가장 많은 분포를 보였다.

굴절부등의 근시 정도별로 조절반응량과 각막굴절력은

Table 2. Distribution of myopic anisometropia

Subject	male	38(76eye)
	female	29(58eye)
Age(year)	male	27.5±15.3
	female	29.2±14.7
Degree of anisometropia (subject)	3.00D~4.50D	4(6.0%)
	2.00D~2.87D	7(10.4%)
	1.00D~1.87D	56(83.6%)
Refractive error of myopic anisometric eye subject(%)	high -6.00D~	20eye (14.9%)
	mid. -3.00D~-5.87D	40eye (29.7%)
	low 0.25D~-2.87D	74eye (55.3%)
Refractive error of myopic anisometric eye (D)	high -6.00D~	-8.16±1.77
	mid. -3.00D~-5.87D	-4.47±0.81
	low 0.25D~-2.87D	-1.11±1.04
Refractive error of high anisometric eye subject (%)	high -6.00D~	14eye (20.9%)
	mid. -3.00D~-5.87D	20eye (29.9%)
	low 0.25D~-2.87D	33eye (49.2%)
Refractive error of high anisometric eye(D)	high -6.00D~	-8.20±1.97
	mid. -3.00D~-5.87D	-4.66±0.84
	low 0.25D~-2.87D	-1.54±0.88
Refractive error of low anisometric eye(D)	high -6.00D~	-6.25±1.89
	mid. -3.00D~-5.87D	-3.19±1.06
	low 0.25D~-2.87D	-0.42±0.74
Astigmatism error subject(%)	high -2.00D~	28eye (20.9%)
	mid. -1.00D~-1.87D	35eye (26.1%)
	low 0.00D~-0.87D	71eye (53.0%)
Astigmatism error (D)	high -2.00D~	-2.70±0.58
	mid. -1.00D~-1.87D	-1.34±0.32
	low 0.00D~-0.87D	-0.46±0.26

Table 3에 제시한 것처럼 양안에서 근시가 약한 쪽이 전체적으로 조절반응이 크게 나타났고, 각막굴절력은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 근시가 강한 쪽과 약한 쪽 양

안의 조절반응량과 각막굴절력 차이는 각각 0.26D±0.71, 0.06D±0.80이었다.

굴절이상 정도별로 각막굴절력 차이는 고도근시가 경도나 중등도에 비해 약하게 나타났다.

Table 4는 근시성 굴절부등의 종류에 따른 조절반응량과 각막굴절력을 나타내는 것으로 조절반응량은 단순근시성 굴절부등이 양안에서 0.40D로 차이가 가장 크게, 경선굴절부등에서 0.06D으로 가장 작게 나타났다. 앞선 근시 정도별 결과와 유사하게 근시가 약한 쪽이 전체적으로 조절반응이 크게 나타났으며, 각막굴절력은 양안 차이가 모든 종류에서 평균 0.25D미만으로 나타났다.

Table 5는 근시성 굴절부등의 종류별로 근시가 강한 쪽과 약한 쪽 중 조절반응량이 많은 쪽의 분포를 나타낸 것이다. 양안 조절반응량 차이가 양안의 조절균형과 기계적 오차를 고려하여 0.25D를 초과할 때 다르다고 한다면, 양안의 조절반응량이 같은 경우가 33명(49.3%), 근시가 약한 쪽이 많은 경우가 25명(37.3%), 근시가 강한 쪽이 많은 경우가 9명(13.4%)으로 나타났다.

Table 6은 근시성 굴절부등의 종류별로 근시가 강한 쪽과 약한 쪽의 각막굴절력이 큰 쪽의 분포를 나타낸 것이다. 양안 각막굴절력 차이가 각막곡률반경 0.5 mm(약 0.25D) 측정단위와 기계적 오차를 고려하여 0.25D를 초과할 때 다르다고 한다면, 양안의 각막굴절력이 같은 경우가 27명(40.3%), 근시가 약한 쪽이 큰 경우가 18명(26.9%), 근시가 강한 쪽이 큰 경우가 22명(32.8%)으로 나타났다.

신경 지배는 양안에 대하여 똑같다는 헤링의 법칙 때문에 조절은 대체로 양안이 비슷하다고 알려져 있으며, 따라서 교정되지 않은 원시성 단순 또는 복합 굴절부등은 양안 사이에 비대칭적 조절을 요구하기 때문에 불편하다고 보고하고 있다¹²⁾. 또 Duke-elder¹⁸⁾는 서로 다른 조절요구 상태에서 빈번히 두 눈의 상을 융합시키려고 하는 것이 조절성안정피로를 일으킨다고 하였다.

初川嘉一¹⁹⁾은 굴절부등을 대상으로 자동굴절력계 2대를 동시에 측정하는 방법으로 조절반응량을 알아본 결과 양안이 같다고 보고하였다. 반면 石原式근점계를 이용해

Table 3. Distribution of accommodative response and corneal refraction according to degree of refractive error in anisometropia

Degree of refractive error	Age(year)	higher myopic eye		lower myopic eye	
		A.R.(D)	K-reading(D)	A.R.(D)	K-reading(D)
high -6.00D~	24.79±9.68	0.41±0.86	43.36±1.51	0.63±0.64	43.41±1.37
mid. -3.00D~-5.87D	26.20±12.43	0.25±0.65	44.03±2.09	0.60±0.59	43.85±1.97
low 0.25D~-2.87D	30.85±17.82	0.86±0.70	43.79±1.36	1.09±0.84	43.79±1.52
Total	28.19±14.97	0.59±0.76	43.99±1.58	0.85±0.76	43.92±1.53

A.R.: accommodative response.
K-reading: cornea refraction.

Table 4. Distribution of accommodative response and corneal refraction according to anisometropia classification

Classification	higher myopic eye			lower myopic eye		
	R.E.(D)	A.R.(D)	K-reading (D)	R.E.(D)	A.R.(D)	K-reading (D)
simple myopic anisometropia	-1.39±0.52	0.66±0.52	44.09 ± 1.21	0.03±0.29	1.06±0.84	43.98 ± 1.42
compound myopic anisometropia	-5.29±2.60	0.46±0.78	43.87 ± 1.68	-3.57±2.34	0.74±0.69	43.73 ± 1.58
meridian anisometropia	-3.28±2.94	0.87±0.89	44.22 ± 1.72	-2.04±2.02	0.94±0.88	44.40 ± 1.49

R.E: refractive error.
A.R.: accommodative response.
K-reading: corneal refraction.

Table 5. Distribution of more accommodative response according to higher myopic eye and lower myopic eye on anisometropia

Classification	more A.R. subject(%)		
	high	low	same
simple myopic anisometropia	1 (1.5%)	7 (10.4%)	6 (9.0%)
compound myopic anisometropia	6 (9.0%)	14 (20.9%)	19 (28.4%)
meridian anisometropia	2 (3.0%)	4 (6.0%)	8 (11.9%)
Total A.R.(D)	9 (13.4%)	25 (37.3%)	33 (49.3%)
	0.64D ±0.38	0.94D ±0.64	0.01D ±0.17

A.R.: accommodative response

Table 6. Distribution of more corneal refraction according to higher myopic eye and lower myopic eye on anisometropia

Classification	more K-reading subject(%)		
	high	low	same
simple myopic anisometropia	3 (4.5%)	4 (6.0%)	7 (10.4%)
compound myopic anisometropia	15 (22.4%)	6 (9.0%)	18 (26.9%)
meridian anisometropia	4 (6.0%)	8 (11.9%)	2 (3.0%)
Total A.R.(D)	22 (32.8%)	18 (26.9%)	27 (40.3%)
	0.85D ±0.53	0.87D ±0.59	0.05D ±0.18

K-reading: corneal refraction

원점과 근점을 좌우 각각 측정하여 얻은 결과로 근시성 굴절부등은 근시가 강한 쪽이 조절을 약하게 한다는 보고도 있다^[20].

굴절부등의 통계에 의하면 각막굴절력은 원시쪽으로 크

다는 보고가 있으나, 대부분은 각막굴절력과는 무관하다고 보고하고 있다^[21]. 또한 양안의 차이가 큰 굴절부등이라고 하여도 각막굴절력은 1.00D이상 차이가 보이는 경우는 드물고, 오히려 각막은 굴절부등을 감소시키는 것에 관여한다고 보고하고 있다^[22].

결론

본 연구 결과에 따르면 1.00D이상의 굴절부등의 발생률은 808명중 67명으로 10.5%였으며, 그 중 근시성 굴절부등이 67명(78.8%)으로 가장 많음을 알 수 있었다.

조절반응량은 양안 같은 경우(양안 0.25D이하)의 분포가 49.3%로 가장 많았지만, 근시가 약한 쪽 눈이 조절반응이 많은 경우도 37.3%로 상당한 분포를 보였으며, 양안의 조절반응량은 근시가 약한 쪽 눈이 강한 쪽 보다 0.26D±0.71 정도 큰 것을 알 수 있었다. 조절반응량의 양안 차이를 조사한 결과에서는 등가구면굴절력 차이에 비해서 그 차이가 적음을 알 수 있었다.

각막굴절력은 근시성 굴절부등과는 거의 상관이 없음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때, 근시성 굴절부등의 원인이 각막굴절력이 아님을 알 수 있었고, 원용안경 검사에서 양안조절 균형 유지를 위한 양안균형검사가 더욱 세밀하고 다양하게 이루어져야 하며, 근용가입도 검사에서도 조절반응의 균형 유지를 위해 동적검영법(#5,6), 자각적 조절레그검사(#14AB), 양안개방 조절반응량 검사 등이 적극 활용되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 丸尾敏夫, “屈折異常診療” 4판, 文光堂, pp. 70-71(1997).
- [2] 강현식, “안경학개론” 4판, 신광출판사, pp. 299-300 (2008).
- [3] Benjamin and William J., “Borish's Clinical Refraction”, W. B. saunders company, pp. 1134-1135(1998).
- [4] 신진아, “안기능과 임상굴절” 1판, 한미의학, pp. 217-

- 229(2003).
- [5] 박미경, 진용한, “구면렌즈로 유발된 부동시가 원거리 및 근거리입체시에 미치는 영향”, 대한안과학회지, 37(5): 862-870(1996).
- [6] 김성언, 임기환, “구면렌즈로 유발된 부동시가 동적입체시에 미치는 영향”, 대한안과학회지, 39(10):2426-2431 (1998).
- [7] 최진영, 김재민, 김현정, “유발된 부동시의 교정에 따른 입체시 변화”, 한국안광학회지, 13(4):121-126(2008).
- [8] Ingram R. M., “Refraction of 1-year-old children after atropine cycloplegia”, Br. J. Ophthalmol., 63(5):343-347 (1979).
- [9] Abrahamsson M., Fabian G., and Sjostrand, J., “A longitudinal study of a population based sample of astigmatism children: II. The changeability of anisometropia”, Acta Ophthalmol., 68(4):435-440(1990).
- [10] Hirsch M. J., “Anisometropia: A preliminary report of the Ojai Longitudinal study”, Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 44(9):581-585(1967).
- [11] Laatikainen L. and Erkkila H., “Refractive errors and ocular findings in school children”, Acta Ophthalmol. (Khh), 58:129-135(1980).
- [12] Phelps W. L. and Muir J., “Anisometropia and Strabismus”, Am. Orthopt. J., 27:131-133(1977).
- [13] Fledelius H. C., “Prevalences of asigmatism and anisometropia in adult Danes: With reference to presbyopes' possible use of supermarket standard glasses”, Acta Ophthalmol., 62(3):391-400(1984).
- [14] Woodruff M. E. and Samek M. J., “A study of the prevalence of spherical equivalent refractive states and anisometropia in Amerind population in Ontario”, Can. J. Public Health, 68(5):414-424(1977).
- [15] Yamashita T., Watanabe S. and Ohba N., “A longitudinal study of cycloplegic refraction in a cohort of 350 Japanese schoolchildren. Anisometropia”, Ophthalmic & Physiological optics, 19:30-33(1999).
- [16] Jampolsky A. Floam B. C., Weymouth F. W. and Moses L. E., “Unequal corrected visual acuity as related to anisometropia”, Arch. Ophthalmol., 54(6):893-905(1955).
- [17] 이상민, 권정윤, “부동시안에 대한 임상적 고찰”, 대한안과학회지, 41(12):118-124(2000).
- [18] Duke-elder S., “The practice of Refraction”, 7th Ed., St. Louis C. V. Mosby(1963).
- [19] 初川嘉一, “不同視調節”, 眼科, 29:621- 629(1987).
- [20] 丸尾敏夫, “屈折異常診療” 4판, 文光堂, pp. 72-73(1997).
- [21] 강현식, “안경학개론” 4판, 신광출판사, pp. 300-301 (2008).
- [22] 신진아, “안기능과 임상굴절” 1판, 한미의학, pp. 218-219 (2003).

A Clinical Study on Relation among Accommodative Amplitude, Response, and Facility in young adults

Seok-Hee Joo, Moon-Sik Shim* and Hyun-Seog Shim**

Department of Optometry and Vision Science, Deabul University

*Department of Ophthalmic Optics, Gwangju Health College

**Department of Ophthalmic Optics, Gwangyang Health College

(Received January 29, 2009; Revised February 22, 2009; Accepted March 6, 2009)

Purpose: This study has been conducted to know the prevalence of anisometropia and corneal refraction, accommodative response of myopic anisometropia. **Methods:** The study subject were 67 persons who myopic anisometropia of at least 1.00D, from among 808 total subject without ophthalmic diseases history from age 5 to 89 and the test were used to examine with both eyes open-view autorefractometer (NvisionK-5001). **Results:** The case which anisometropia were 85(10.5%) persons and myopic anisometropia were 67(78.8%) persons among the anisometropia. Difference between higher myopic eye and lower myopic eye were $-1.22D \pm 0.94$ in spherical equivalent, $-0.25D \pm 0.72$ in accommodative response, $0.04D \pm 0.68$ in corneal refraction. In addition, the same case of both eyes accommodative response were 33(49.3%) persons, the great case of lower myopic eye accommodative response were 25(37.3%) persons and the great case of higher myopic eye accommodative response were 9(13.4%) persons. **Conclusions:** Myopic anisometropia was not affected by corneal refraction and both eyes difference of spherical equivalent was less as compared with both eyes difference of accommodative response.

Key words: myopic anisometropia, both eyes open-view auto-refractometer, corneal refraction, accommodative response