

초등학생의 자동안굴절계와 iTrace로 측정한 굴절검사 값의 비교

김효진 · 이군자* · 김샘이 · 김세름

백석대학교 보건학부 안경광학과

*을지대학교 안경광학과

투고일(2010년 1월 30일), 수정일(2010년 3월 11일), 게재확정일(2010년 3월 19일)

목적: 아산지역에서 일부 초등학생들을 대상으로 자동안굴절계를 이용한 굴절검사 값과 조절마비제를 사용하지 않고 iTrace로 조절력을 배제하여 굴절력을 측정한 값을 비교하고자 하였다. **방법:** 2009년 9월부터 12월까지 12~13세 42안을 대상으로 현성굴절상태에서 자동 안굴절계를 이용한 자동굴절검사와 iTrace를 이용한 굴절검사를 실시하였다. iTrace를 이용한 굴절검사는 원거리(5 m 이상)와 근거리(눈 앞 30 cm)를 주시하도록 한 후 측정하였다. 모든 측정치는 등가구면 굴절력으로 나타냈고, 굴절이상의 정도에 따라 그룹 1(-0.50D < ~ < +1.00D)과 2(-0.50D 이하)로 분류하였다. **결과:** 자동굴절검사, iTrace를 이용해서 측정한 원거리 및 근거리 주시시의 평균 등가구면 굴절력은 각각 $-1.08 \pm 0.77D$, $-0.29 \pm 0.95D$ 와 $-2.34 \pm 0.67D$ 였다($p < 0.001$). 대상자의 52.4%에서 원거리 주시시 보다 자동굴절검사의 결과는 근시인 $-0.50D \sim -1.00D$ 로 측정되었다. 그룹 1과 2에도 검사방법 간의 평균 등가구면 굴절력은 자동굴절검사로 측정한 값이 원거리 주시시의 측정치에 비해 두 그룹 모두 통계적으로 유의하게 근시방향으로 측정되었다. **결론:** 자동굴절검사와 5 m 이상의 원거리를 응시한 후 iTrace로 측정한 굴절검사의 굴절력은 $-0.79 \pm 0.34D$ 의 차이를 보여 자동굴절검사 값이 통계적으로 유의하게 감소된 굴절력을 나타냈다.

주제어: 근시, 자동굴절검사, 조절마비제, 초등학생, iTrace

서 론

학동기 아동의 시력 저하는 대개 굴절 이상이 원인이며, 그중 근시인 경우가 대부분이다. 우리나라의 소아 및 학동기 청소년들을 대상으로 근시에 대해 조사한 소규모 역학 연구는 전반적으로 과거에 비해 최근 높은 유병률을 보이고 있다^[1]. 이러한 굴절 이상을 일찍 발견하여 적절히 교정하지 않으면 정상적인 시력 발달에 장애가 발생하여 약시로 발전할 수 있다^[2]. 따라서 정확한 굴절검사를 통한 굴절 이상의 교정이 반드시 필요하다. 이러한 소아에게 시행할 수 있는 굴절검사로는 자동 안굴절계를 이용한 타각적 굴절검사, 자각적 굴절검사 및 조절마비 굴절검사 등이 있으며, 이 중 자동 안굴절계는 현재 안경원과 안과 외래에서 많이 사용하고 있다.

그러나 성인에 비해 조절력이 강한 소아에게는 적합하지 않은 것으로 알려져 있고^[3,4], 소아의 조절력으로 인해 현성굴절검사 값은 조절마비제를 사용한 굴절검사 값과 유의한 차이가 있다고 알려져 있다^[3,5,6]. 소아에서 시행되는 자동굴절검사는 조절작용에 따른 안 굴절력의 변화가

더 크므로 조절의 변화에 의해 합병되지 않도록 피검자에게 무한대를 주시하도록 하거나 조절마비제를 사용하여 굴절검사를 해야 한다^[7,8]. 만약 검사시 조절력이 관여하게 되면 정확한 교정 굴절력의 산출에 방해요소가 되어 마이너스 구면도수를 과하게 교정시키는 상황이 발생하게 된다. 그 결과 조절 과다로 인한 눈의 긴장감과 피로감 증가, 두통 등으로 조절성 안정피로를 호소하게 되며, 안경 착용의 순응도가 감소되고 근시 진행까지 유발시킬 수 있는 부작용을 가져오게 된다. 이러한 마이너스 구면렌즈의 과교정 문제를 줄이기 위해서는 원거리 시력 교정을 위한 굴절검사 시에 피검사자를 5 m 이상 떨어진 곳을 응시하게 하거나 피검사자의 눈을 조절 마비 시켜놓고 검사하는 것이 우선이겠으나 현실적으로 조절마비 굴절검사를 시행하기란 어려운 실정이다^[4].

최근 조절마비제를 사용하지 않고 5 m 이상을 응시하게 한 후 굴절력을 측정할 수 있는 타각적 굴절검사기인 iTrace(Tracey Technologies, Houston, Tex)가 개발되어 조절마비제를 사용하지 않고 조절력을 배제한 상태에서 조절휴지상태의 굴절검사를 국내 처음으로 시도해 보고자

하였다. iTrace는 광선추적시스템을 기반으로 각막지형도까지 측정할 수 있는 기기로 조절마비제를 사용하지 않고도 조절력이 배제된 상태의 굴절력을 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다¹⁾.

이에 본 연구에서는 아산시의 일부 초등학생을 대상으로 자동굴절검사 값과 조절마비제를 사용하지 않고 조절력을 배제한 상태에서 iTrace로 측정한 굴절검사 값을 비교해 보았다.

대상 및 방법

1. 검사대상자

2009년 9월부터 12월까지 아산시에 위치하고 있는 4개 초등학교의 학생들을 대상으로 안질환과 사시나 약시가 없고, -2.00D 미만의 난시를 갖고 있는 21명(42안)을 대상으로 조사하였다. 대상자의 평균연령은 12.96±0.19세(12~13세)였다. 현성상태의 자동굴절검사를 기준으로 하여 측정한 대상자의 등가구면굴절력(Spherical Equivalence=sphere+cylinder/2)의 굴절이상도는 -2.75D~ +0.875D의 범위로 평균 -1.08±0.77D를 보였다(Fig. 1). 이 중 근시안은 35안(83.3%)이었고, 7안(16.7%)은 정시안이었다

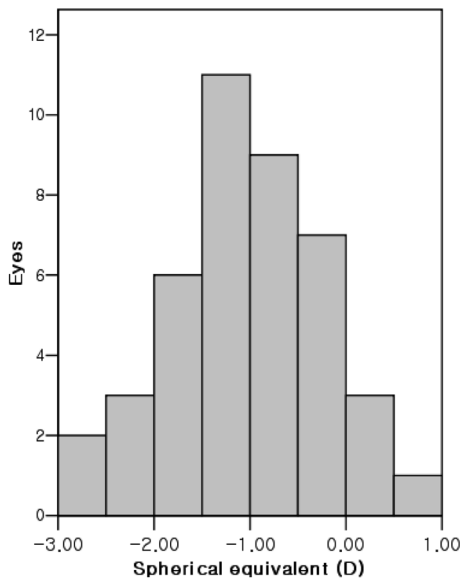


Fig. 1. Distribution of refractive errors in autorefractometry.

Table 1. Distribution of total subjects

Age (years)	Refractive errors (D)	Eyes	
		Emmetropia	Myopia
12.96 ± 0.19	-1.08 ± 0.77	7 (16.7%)	35 (83.3%)

SD: Standard deviation

(Table 1).

2. 검사방법

원거리 나안 및 교정시력 검사 후 자동안굴절계(Auto Ref-Keratometer REKTO ORK-II)를 사용하여 자동굴절검사를 실시하였고, iTrace를 이용하여 원거리 주시시와 근거리 주시시의 굴절력을 측정하였다. 본 연구에서는 5 m 이상의 원거리를 주시하도록 하게 한 후 원거리 주시시의 굴절력을 측정하여 이때의 굴절력을 정적굴절상태에서의 굴절력이라 정의하고, 눈 앞 30 cm의 근거리를 주시하도록 한 후 근거리 주시시의 굴절력을 측정하였다. 모든 피검자는 조절마비제를 사용하지 않은 상태에서 굴절력을 검사하였고, 정점간 거리는 12 mm로 통일하였으며 모든 검사는 단안으로 3회씩 측정하여 평균값을 구하였다.

구면굴절력, 원주굴절력 및 등가구면 굴절력(Spherical Equivalence=sphere+cylinder/2)을 분석하고, 굴절이상의 정도에 따라 -0.50D < ~ < +1.00D인 경우를 정시, -0.50D 이하인 경우를 근시로 구분하여 그룹 1, 2로 분류하였다.

3. 자료분석

통계학적인 분석은 SAS 8.01 프로그램을 사용하여 자동굴절검사, iTrace에서의 원거리 및 근거리 굴절력의 평균 측정값을 비교하기 위하여 unpaired t-test를 실시하였다. 또한 검사 방법 간의 상관관계를 분석하고자 pearson correlation analysis을 실행하였고, 단순회귀방정식을 도출하였다. 모든 분석은 유의수준이 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

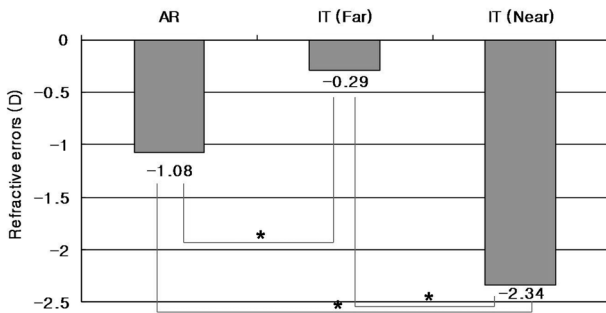
결 과

1. 등가구면 굴절력의 비교

자동굴절검사, iTrace를 이용해서 측정한 원거리 및 근거리 주시시의 평균 등가구면 굴절력은 각각 -1.08±0.77D, -0.29±0.95D와 -2.34±0.67D였고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.001, Fig. 2).

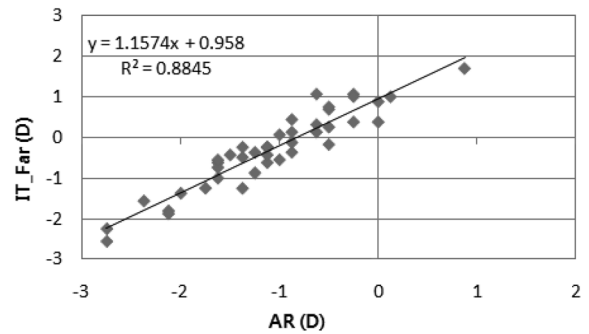
이때 자동굴절검사의 등가구면 굴절력과 5 m 이상의 원거리를 바라본 정적굴절상태의 등가구면 굴절력 간에는 -0.79±0.34D 만큼의 차이를 보여 자동굴절검사로 측정된 굴절력은 정적굴절상태에서 측정한 굴절력 보다 근시방향으로 측정되었다. 자동굴절검사와 근거리 주시시의 굴절력은 1.27±0.79D의 차이를 보였고, 원거리 주시시와 근거리 주시시의 평균 등가구면 굴절력의 차이는 2.63±0.68D였다(Table 2).

2. 자동굴절검사와 iTrace의 등가구면 굴절력 차이 값의



AR: Autorefractometer, IT: iTrace, D: Diopter
*: unpaired t-test, p<0.001

Fig. 2. Comparison of Autorefractometer and iTrace in refractive errors.



AR: Autorefractometer, IT: iTrace, D: Diopter

Fig. 4. Correlation analysis between Autorefractometer and iTrace (Far).

Table 2. Difference of between Autorefractometer and iTrace in refractive errors

Type	Mean±SD
Difference of between AR and IT_Far	-0.79±0.34
Difference of between AR and IT_Near	1.27±0.79
Difference of between IT_Far and IT_Near	2.63±0.67

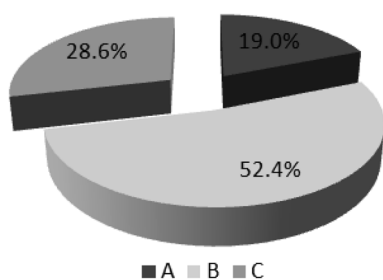
AR: Autorefractometer, IT: iTrace, D: Diopter

분석

자동굴절검사의 등가구면 굴절력은 정적굴절상태의 등가구면 굴절력보다 -0.50D에서 -1.00D 미만의 근시방향으로 측정된 경우가 52.4%로 가장 많았고, -0.50D 미만인 19.0%, -1.00D 이상 근시로 측정된 경우는 28.6%였다 (Fig. 3).

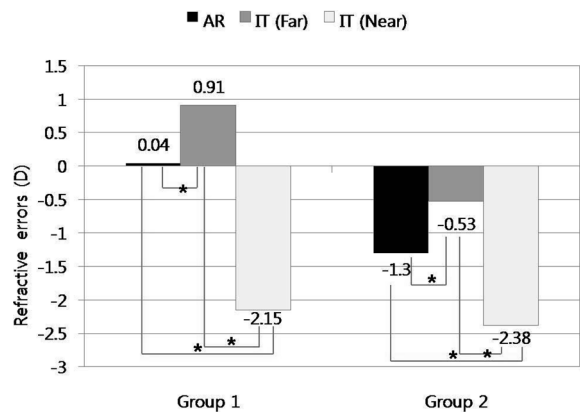
또한 자동굴절검사와 iTrace로 측정된 정적굴절상태의 등가구면 굴절력 간의 회귀식을 분석한 결과 [정적굴절상태의 등가구면 굴절력=(1.1574×자동굴절검사의 등가구면 굴절력)+0.958]로 나타났고, 두 굴절력 간의 상관계수는 0.8845를 보였다(P<0.001, Fig. 4).

3. 굴절이상 정도에 따른 등가구면 굴절력의 측정방법 간 차이



(A: <-0.5D, B: -0.5D≤~<-1.0D, C: -1.0D≤)

Fig. 3. Distribution of difference between Autorefractometer and iTrace (Far).



AR: Autorefractometer, IT: iTrace, D: Diopter
*: unpaired t-test, p<0.001

Fig. 5. Comparison of Autorefractometer and iTrace according to refractive errors.

굴절이상도의 정도에 따라 나눈 그룹별 검사방법 간의 평균 등가구면 굴절력에서도 자동굴절검사로 측정된 값은 정적굴절상태에서 iTrace로 측정된 굴절검사 값에 비해 두 그룹 모두 통계적으로 유의하게 - 방향으로 측정되었고, 근거리 주시시의 굴절력 보다는 + 방향으로 측정되어 전체 대상자의 검사방법 간의 경향과 동일하였다(Fig. 5).

고찰 및 결론

우리나라 초등학생의 안 굴절상태는 50~60%가 굴절이상 안을 보이고, 이중 근시가 약 32%, 원시가 13~25%로 근시의 비중이 높은 실정이며^[10], 학교 내 근시발생의 빈도가 계속 증가하고 있는 추세이다^[11]. 이러한 소아 근시는 초등학교 4~6학년 시기에 시작되는 것이 보통이지만 근시진행도는 교육 및 경제적인 여건을 비롯하여 다른 요인과 관련이 있고^[12], 특히 최근에는 컴퓨터 사용과 TV 시청시간의 급속한 증가, 교육에 대한 부모들의 높은 관심과 경쟁적인 조기교육으로 인해 근시의 시작시기가 빨라지고 있는 것으로 나타났다^[13]. 또한 타이완에서는 6세, 12세 15

세의 근시 유병률이 각각 12%, 56%, 76%로 급격하게 증가되었고^[14], 중국 남부지역에서 13세의 근시 유병률을 조사한 결과에서도 36.8%의 높은 유병률을 보여, 시력검사를 통해 눈의 상태를 진단하고 관리하는 것이 필요하다고 주장하였다^[15].

이러한 시력검사를 통한 눈의 상태와 굴절이상도를 판단함에 있어 임상적으로는 망막검영법을 이용한 현성굴절검사와 조절마비제를 이용한 조절마비굴절검사를 이용하는 것이 정확성이 높겠으나, 현실적인 어려움과 기기의 편리함, 반복 측정과 검사 소요 시간의 단축등의 이유로 임상에서는 자동굴절검사기기가 널리 사용되고 있다^[16]. 그러나 조절력이 강한 소아 근시에게는 적합하지 않은 것으로 알려졌고^[3,4], 정 등^[17]도 자동굴절검사와 조절마비굴절검사의 굴절이상도가 의미 있는 차이를 보였다고 보고하였다. 최근에는 파면 측정기술을 포함한 안광학적인 측정 기술의 발달로 안구전체의 광학적인 지도를 얻을 수 있는 각막지형도 및 수차계가 보급되어 현성굴절검사를 포함한 다양한 안 상태를 측정할 수 있게 되었고, 현재까지 국내에서 iTrace를 사용한 결과에서는 OPD Scan(Nidek)^[5] 이나 Zywave(Bausch & Lomb)^[18]와 같은 다른 수차계와 수차값을 비교하여 유사한 값을 보인다고 하였다. 본 연구에서 사용한 iTrace는 다양한 수차계 중에서 수차 이외에 주시점의 거리를 변경하여 조절마비제를 사용하지 않고 굴절상태를 측정하는 원리로 굴절수술 전 굴절이상도를 파악하는데 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 보이는 장비이다. Iida 등^[19]은 주시거리를 변화시켜 0~4D 까지 조절력을 1D씩 올려가면서 조절요구에 따른 안구의 굴절력 변화를 측정하였는데, 이때 조절마비제 굴절검사로는 조절요구를 볼 수 없으므로 이 기기를 이용하였다. 국내에서는 iTrace를 고위수차에 주력하여 사용하였으나 본 연구에서는 주시점을 변화시킬 수 있다는 장점을 살려 5m 이상의 원거리를 주시하도록 하게 한 후 이때의 굴절력을 측정하여 조절력을 배제한 정적굴절상태에서의 굴절력으로 구하였고, 이 값을 현성상태에서 측정한 자동굴절검사의 굴절력 값과 비교하는데 이용해 보았다.

본 연구의 결과에서는 자동굴절검사로 측정한 굴절력 수치보다 iTrace를 이용해서 측정한 정적굴절상태의 굴절력은 전체적으로 -방향으로 감소함을 보였다. 또한 굴절이상도의 정도에 따라 구분한 그룹별 비교에서도 동일한 경향의 결과를 보였다.

현성굴절검사와 자동굴절검사를 비교한 이전 연구에서도 조절마비제를 사용한 근시안의 굴절검사에서 0.49D의 근시도가 감소되었다고 보고하였고^[20], 이 등^[21]은 5~13세 사이의 근시안에서 현성굴절검사와 조절마비굴절검사의 차이는 -0.50D 이하라고 발표하였다. 8~10세의 근시안에

서 조절마비제 전후의 굴절검사를 실시한 연구에서도 구면도수는 각각 -1.59D와 -1.11D로 측정됨이 보고되었고^[17], 2007년도에 8~13세까지의 근시안을 조사한 조절마비제 전후의 등가구면 굴절력은 각각 $-1.40 \pm 1.04D$ 와 $-0.77 \pm 1.32D$ 로 모두 조절마비제를 사용하지 않았을 경우에 더 근시로 측정됨을 알 수 있었다^[22]. 본 연구에서도 자동굴절검사와 정적굴절상태에서 측정한 등가구면 굴절력은 각각 -0.29D와 -1.08D를 보여 이러한 경향을 확인할 수 있었고, 자동운무법이 내장되어 있어 오차를 줄이는 자동굴절검사가 사용되고 있으나 기계 속을 들여다 볼 때 발생하는 조절에 따른 오차가 굴절력의 변화를 완전히 배제하지는 못 한 것으로 생각된다. 이 결과는 조절마비제를 사용하지 않고 조절력을 배제하여 타각적 굴절검사를 시도해보았을 때 얻은 결과였다는 점에서 의미가 있을 것이다. 또한 정적굴절상태와 현성상태에서 측정한 굴절검사의 결과를 가지고 통계적으로 유의한 회귀식을 도출함으로써 자동굴절검사이 조절력이 강한 초등학생에서는 어느 정도로 근시가 더 측정되는지 유추해 보는데 이용할 수 있을 것이다.

현재까지 자동굴절검사의 정확도와 재현성에 대해서 많은 연구^[23,24]가 있었고, 0.35D 이내의 오차가 보고되었다^[25]. 여러 기종의 자동굴절검사기의 종합적인 비교를 실시한 이전 연구에서는 0.63D 이내의 오차가 있는 경우가 80% 이상이라고 하였고^[26], 시력검사 전에 조절마비제의 효과를 얻을 수 있는 운무법을 실시해볼 것도 주장되었다^[17]. 일본에서는 초등학교 남녀 학생의 경우 원시 또는 정시인데 과도한 조절로 인해 근시상태가 된 학생이 각각 1.5%와 1.3%였다^[27]. 적절한 굴절이상 치료가 되지 않을 경우 시력장애를 유발시킬 수 있는 초등학생에서는 좀 더 정확한 굴절검사를 통한 굴절이상의 교정이 요구됨을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 이상준, 김정민, 유병철, 엄상화, 안기수, 이용환, 김신동, "2002년 부산, 울산 및 경상남도 19세 남자의 근시 유병률", 대한안과학회지, 50:1392-1403(2009).
- [2] 김혜란, 최선미, "최초 안경착용자의 현성굴절검사와 조절마비굴절검사의 비교", 한국안광학회지, 13(4):145-149(2008).
- [3] 문남주, 김재찬, 구분술, "초·중고등학교 학생 굴절검사시 조절마비제의 필요성에 관한 연구", 대한안과학회지, 29(3):377-385(1988).
- [4] Michaels D. D., "Visual optics and refraction", The C. V. Mosby Co., St. Louis, pp. 268-281, 363-401(1975).
- [5] 김민섭, 장혜란, "소아에서 조절마비전과 하에 시행한 자동굴절검사의 연령별 분석", 대한안과학회지, 39:728-

- 734(1998).
- [6] 최영호, 최윤영, “소아 굴절검사방법에 따른 차이 비교 및 생활양식이 근시에 미치는 영향”, 대한안과학회지, 46: 1841-1847(2005).
- [7] Duke-Elder S., “System of ophthalmology”, Vol. 5, Mosby co., St Louis, pp. 383-398(1970).
- [8] Newell F. W., “Ophthalmology”, 5th ed. Mosby Co., St Louis, pp. 378-379(1982).
- [9] Won J. B., Kim S. W., Kim E. K., Ha B. J., and Kim T., “Comparison of Internal and Total Optical Aberrations for 2 Aberrometers: iTrace and OPD Scan”, Korean J. Ophthalmol., 22(4):210-213(2008).
- [10] 양석우, 이나영, 김소열, “굴절이상에 따른 조절마비검사 전 후의 시력변화 비교”, 대한안과학회지, 47(9):1454-1458(2006).
- [11] 정현용, “초등학생 근시 3년새 30배 늘어”, 서울신문, 2008-10-29, p. 9(2008).
- [12] Saw S. M., Nieto F. J., Katz J., Schein K. J., Levy B., and Chew S. J., “Factors related to the progression of myopia in Singaporean children”, Optom. Vis. Sci., 77(8):549-554(2000).
- [13] 남운고, 조현국, 손정식, 광호원, 문병연, “진주지역 근시 안경착용 초등학생들의 굴절교정상태와 조절기능의 검사”, 한국안광학회지, 14(1):109-114(2009).
- [14] Lin L. L., Shin Y. F., Tasi C. B., Chen C. J., and Lee L. A., “Epidemiology study of ocular refraction among school children in Taiwan 1995”, Optom. Vis. Sci., 76(5):275-281(1999).
- [15] He M., Huang W., Zheng Y., Huang L., and Ellwein L. B., “Refractive error and visual impairment in school children in rural southern China”, Ophthalmology, 114(2): 374-382(2007).
- [16] Wong E. K., Patella V. M., and Pratt M. V., “Clinical evaluation of Humphrey automatic refractor”, Arch. Ophthalmol., 102:870-875(1984).
- [17] 정미분, 이기석, 김태훈, 성아영, “소아기의 조절마비 굴절검사값 분석에 관한 연구”, 한국안광학회지, 11(3):275-280(2006).
- [18] 정진호, 김명준, 차홍원, “레이저 레이 트레이싱 방식 수차계와 섹-하트만 방식 수차계의 임상 비교”, 대한안과학회지, 47:1911-1919(2006).
- [19] Iida Y., Shimizu K., Ito M., and Suzuki M., “Influence of age on ocular wavefront aberration changes with accommodation”, J. Refract. Surg., 24:696-701(2008).
- [20] 성공제, 최익, “근거리검영법 조절마비후검영법 및 자각적굴절검사로 측정된 굴절이상의 비교 관찰”, 대한안과학회지, 28(1):143-149(1987).
- [21] 이요한, 홍승호, “학영아동에 있어서 Cycloplegic Refraction 효과의 통계적 고찰”, 대한안과학회지, 17(4):485-487(1976).
- [22] 정지원, 김태훈, 성아영, “조절마비제를 사용한 자동굴절 검사법과 검영법의 비교”, 대한시과학회지, 9(3):283-289(2007).
- [23] Gwiazda J., and Weber C., “Comparison of spherical equivalent refraction and astigmatism measured with three different models of autorefractors”, Optom. Vis. Sci., 81(1):56-61(2004).
- [24] Chat S. W., and Edwards M. H., “Clinical evaluation of the Shin-Nippon SRW-5000 autorefractor in children”, Ophthalmic Physiol. Opt., 21(2):87-100(2001).
- [26] Rosenfield M. and Chiu N. N., “Repeatability of subjective and objective refractive”, Optom. Vis. Sci., 72(8): 577-579(1995).
- [26] Rassow B. and Wesemann W., “Automatic infrared refractors a comparative study”, Am. J. Optom. Physiol. Opt., 64(9):627-638(1987).
- [27] 진용환, “굴절검사와 처방”, 울산대학교 출판부, pp. 99(2007).

Comparison of Autorefracton and Refraction with iTrace for Elementary School Children

Hyojin Kim, Koon-Ja Lee*, Sam-Yi Kim and Se-Rom Kim

Department of Visual Optics, Division of Health Science, Baekseok University

*Department of Optometry, College of Health Science, Eulji University

(Received January 30, 2010; Revised March 11, 2010; Accepted March 19, 2010)

Purpose: Difference of refraction result from the method of autorefracton and iTrace were investigated for the children of elementary school in Asan City. In iTrace method, exclusion of accommodation without cycloplegia was used. **Methods:** Manifest refractive state of 42 eyes of 12~13 years old were measured using autorefractor and iTrace. Refractions of far (more than 5 m) and near (30 cm) vision were measured using iTrace. All data showed that the spherical equivalent were classified as being in the group 1 ($-0.50D < \sim < +1.00D$) and 2 (below $-0.50D$) according to refractive errors. **Results:** Mean spherical equivalent using autorefractor and iTrace (far and near vision) were $-1.08D$, $-0.29D$ and $-2.34D$, respectively ($p < 0.001$). Compared with the far vision using iTrace, autorefracton was measured the myopia with $-0.50D \sim -1.00D$ in 52.4% of total eyes. Autorefracton also statistical significant were measured a more myopia than the far vision using iTrace in group 1 and 2. **Conclusions:** The difference of refractive errors between autorefracton and iTrace, objective refraction were measured with far vision of more than 5 m were $-0.79D$. Autorefracton showed statistically decreased refraction errors than iTrace with far vision.

Key words: Myopia, Autorefractor, Cycloplegia, Elementary school children, iTrace