

## 가상 굴절검사 교육에 대한 평가

유동식 · 손정식 · 추병선\*

경운대학교 안경광학과, \*Centre for Eye Research School of Optometry Queensland University  
투고일(2008년 4월 25일), 수정일(2008년 5월 23일), 게재확정일(2008년 6월 10일)

**목적:** 실제 굴절검사(PR, Practical Refraction)를 위한 교육용 시뮬레이터인 가상 굴절검사(VR, Virtual Refractor)의 효과를 평가하는데 있다. **방법:** 안경광학과 3학년에 재학 중인 24명이 VR교육에 지원하였다. 학생 스스로 VR교육에 참가하여 연습을 하였고, 1개월 후 학생들은 가상 굴절검사서 가상 피검자 3명과 실제 굴절검사서 실제 피검자 1명에 대해 굴절검사를 실시하여 평가 결과를 제출하였고, 가상과 실제 굴절검사의 평가 결과를 비교하였다. 또한 5점 리커 척도를 기준으로 한 자가 평가 설문지 자발적 참여도, 굴절검사에 대한 기여도, VR과 PR의 일치도 및 VR의 필요성과 같은 영역에 대하여 실시하였다. **결과:** 가상 굴절검사와 실제 굴절검사의 평가에서 Spearman 상관계수는 0.71( $p < 0.01$ )로 뚜렷한 상관관계를 보였다. 설문에서 영역들의 평균은  $3.67 \pm 0.96$ 로 VR 이용이 유익한 것으로 나타났고, 이들 영역 간에 0.91~0.68( $p < 0.01$ )의 높은 상관관계를 보였다. **결론:** VR은 연습의 집중도를 높이고 실제 상황에 맞는 체계적 접근과 역할이 되도록 보완이 필요하지만, VR과 실제 굴절검사 사이에 높은 상관성을 보였으며 VR은 실제 굴절검사에 도움이 되는 긍정적 평가를 보였다.

**주제어:** 굴절검사, 가상 굴절검사, 실제 굴절검사, 교육

### 서 론

눈과 관련된 통상적인 검사단계<sup>1</sup>는 1) 신상, 증상 및 환 자력 등에 관련된 문진 2) 시력, 시야, 안구운동, 외안부에 관계된 예비검사 3) 눈의 굴절이상도와 관계된 굴절검사 4) 안위 이상과 감각기능에 관련된 양안시 기능검사 단계 등으로 나눌 수 있다. 위의 검사 단계에서 특히 눈의 굴절 이상도를 측정하고 교정하는 굴절검사(refraction)는 배우는 학생들의 많은 시간과 노력이 필요하며, 효과적으로 이론과 실무적인 완성도를 가져야 한다.

굴절검사는 일반적으로 포토퍼(phoropter)로 하거나 최근에는 자동화된 장비(computerized vision tester)를 사용하게 된다. 그러나 실습인원의 과다와 반복 학습의 부족으로 완성도 높은 교육이 어려운 실정이다<sup>2</sup>. 이를 극복하기 위하여 Martin<sup>3,4</sup> 등은 가상 굴절검사(Virtual Refractor, VR)를, Zarwell<sup>5</sup>은 Refraction and Retinoscopy Simulator를, Kikuchi<sup>6</sup>대학에서는 Vision Test Simulator를 개발하였으며, 임<sup>2</sup> 등은 '자기 주도적 체험학습'이 가능한 가상현실기법의 시뮬레이션 학습법을 연구하였다.

그러나 개발된 프로그램의 교육 효과에 대한 평가가 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 학생들에게 가상 굴절

검사(VR) 교육을 실시하고, 실제 굴절검사(Practical Refraction, PR)와 설문을 통하여 가상 굴절검사에 대한 교육효과를 평가하고자 하였다.

### 연구방법

#### 1. 연구 절차

본 연구는 참가 희망자를 대상으로 1개월 동안 굴절검사에 필요한 기본 지식, VR의 구조와 내용 구성을 설명하고, 학생의 자발적 연습과 자가 평가를 실시하게 하였고, 최종적으로 통제된 시간에 VR평가, 실제 굴절검사 평가 및 설문 조사 순으로 그림 1과 같이 진행하였다.

#### 2. 연구 참여자

연구 참여자는 안경광학과 3학년 재학생으로 굴절검사와 관련하여 1학기 동안 주당 2시간의 이론 수업과 주당 2시간의 실습을 한 학생을 대상으로 25명을 계획하였으나 끝까지 참여한 학생은 24명(남 14명, 여 10명)이었다.

#### 3. 연구도구와 평가방법

본 연구에서는 학생 스스로 연습한 결과에 대한 평가가

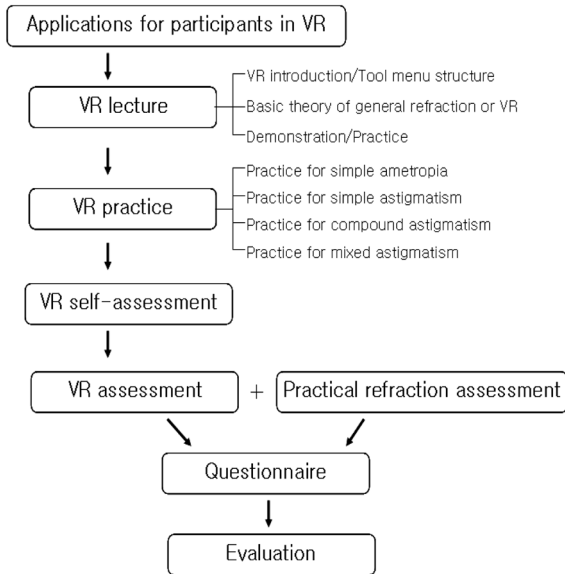


Fig. 1. Procedure of this study.

가능한 가상 굴절검사(VR)를 선정하였다. 가상 굴절검사의 평가는 24명이 동시에 20분간 실시하고 3건을 제출하도록 하였다.

실제 굴절검사는 Topcon사의 수동포로미터 VT-10, 자동굴절력계 KR-8800, 미러 차트 MC-3로 실시하였다.

연구 참여자를 대상으로 실시한 설문은 표 1과 같으며 VR 준비도에 관한 항목으로 굴절검사에 대한 이론적 수준에 관한 문항(no. 1), VR 프로그램과 컴퓨터의 작동에 관계된 문항(no. 2-4)으로 하였다. 또한 VR 활용에서 기대되는 효과를 알아보는 항목에서는 영역별 항목으로 VR 연습에 대한 자발적 참여도(no. 5-7), 굴절검사에 대한 기여도(no. 8-11), VR과 굴절검사의 일치도(대응성, no. 12-17) 및 VR의 필요성에 관한 문항(no. 18-20)으로 세분하였다. 이외 VR 연습에 필요한 시간, 연습에서 실력이 향상된 검사 단계, 실습에서 부족한 부분 등을 자유롭게 서술하게 하였다. 설문에서 20개의 문항은 Likert<sup>7</sup> 5점 척도로서 “매우 그렇다.”(5점), “그렇다.”(4점), “그저 그렇다.”(3점), “그렇지 않다.”(2점), “매우 그렇지 않다.”(1점) 중에서 선택하도록 하였다.

4. 통계 처리

자료 분석은 SPSS version 10.0을 이용하였고 상관분석은 Spearman으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 가상과 실제 굴절검사의 평가 비교

가상 굴절검사에서는 노안이 아닌 경우를, 실제 굴절검

Table 1. The self-reporting questionnaire items

1	Do you think you had enough theoretical background of the concepts of refraction required for using VR?
2	Do you think you had enough instructions on how to use VR?
3	Do you think that competency of computer use is not an issue in terms of using the VR software?
4	Do you think the menu of VR is relatively easy to navigate?
5	Do you think you were actively involved in VR practice?
6	Do you think you have done enough VR practice?
7	Did you have interactive discussion/study with other students during the VR practice time?
8	Do you think practicing VR was useful for improving your real refraction skills?
9	Do you think your understanding of refraction is improved by the VR practice?
10	Do you think having a variety of subjects in the VR program is the most advantageous aspect?
11	Do you think the VR helped you to have a systemic approach in practicing refraction?
12	Do you think the VR includes enough theoretical background?
13	Do you think the VR includes enough practical background?
14	If the school would use the VR as an evaluation form of refraction, would you agree to this?
15	Do you think that better performance in VR translates to better practical refraction ability?
16	Do you think that better practical refraction ability translates to better performance in VR?
17	Do you think the more theoretical background of refraction translates to better performance in VR?
18	Would you like to recommend the VR to others?
19	Would you like to recommend practicing VR as an alternative method of practicing refraction?
20	Do you think the VR program needs to be continued in the future for better refraction outcomes?
	1) How much time do you needs for VR practice? _____
	2) What do you think of the best step in the refraction you can do to improve by using VR? _____
	3) What is the insufficiency in the practical refraction? Choose one from the following: ① practice time ② instrument ③ subject
	4) Your opinion about VR :

사에서는 20대를 검사 대상으로 하였다. 검사 대상자의 눈의 굴절이상 상태의 분포는 표 2과 같다.

실제 굴절검사의 대상은 모두 근시이며 이 중 근시성복난시, 단순근시 순의 비율로 나타났지만, 가상 굴절검사에서는 근시와 원시가 혼재하며 이 중 근시성복난시, 원시성복난시, 단순근시 순으로 대상자의 다양성이 확보되고 있는 상태다. 여러 연구에서 굴절 이상의 빈도<sup>8</sup>는 다양하게

Table 2. Refractive error of subject's eyes

Refractive error	Subject's eye (%)	
	VR	PR
EM	1 (0.7)	none
SM	16 (11.1)	10 (20.8)
SH	2 (1.4)	none
SMA	4 (2.8)	2 (4.2)
SHA	2 (1.4)	none
CMA	87 (60.4)	36 (75.0)
CHA	31 (21.5)	none
MA	1 (0.7)	none

EM: emmetropia, SM: simple myopia, SH: simple hyperopia, SMA: simple myopic astigmatism, SHA: simple hyperopic astigmatism, CMA: compound myopic astigmatism, CHA: compound hyperopic astigmatism, MA: mixed astigmatism.

Table 3. The score of VR and PR assessment (n=24)

Assess-ment	Mean±SD	Min.	Max.	
VR	VR1	88.63±7.97	62.00	97.00
	VR2	91.21±3.67	81.00	98.00
	VR3	89.33±5.33	75.00	93.00
	Avg.	89.71±3.57	82.00	96.00
PR	82.17±5.39	73.00	93.00	

나타난 만큼 학생들의 실습 과정에서 다양한 대상자에 대한 굴절검사의 경험 축적이 필요하다. 실제 실습 과정에서는 대부분 20대로 대상자의 다양성이 부족한 실정이다. 하지만 가상 굴절검사에서 대상자의 다양성이 확보된 만

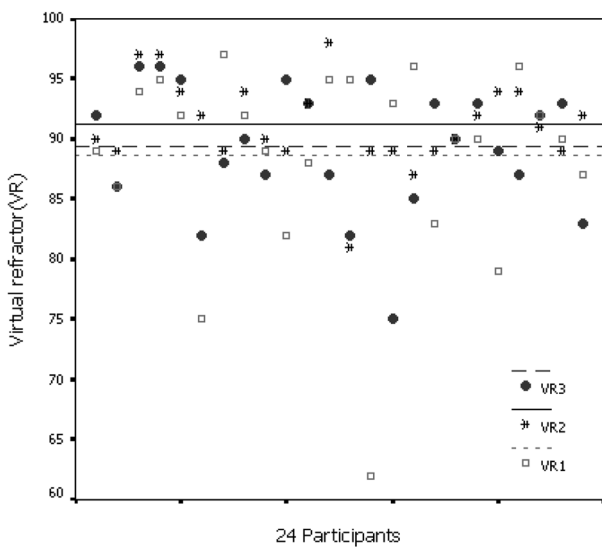


Fig. 2. Scatter graph of VR assessment of 3 cases per participant (horizontal lines are mean values).

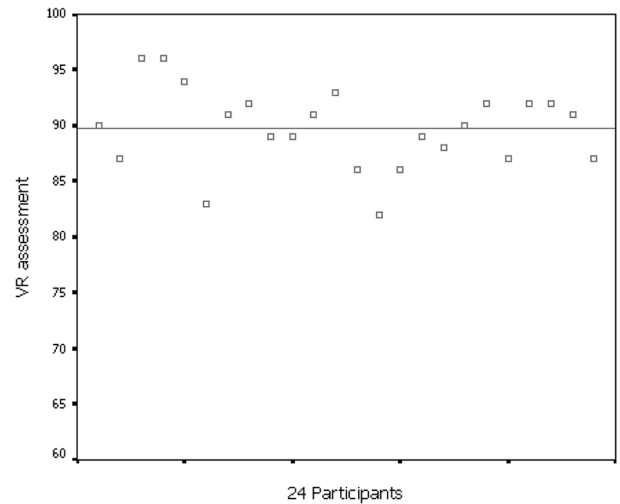


Fig. 3. Scatter graph of average value per participant on VR assessment.

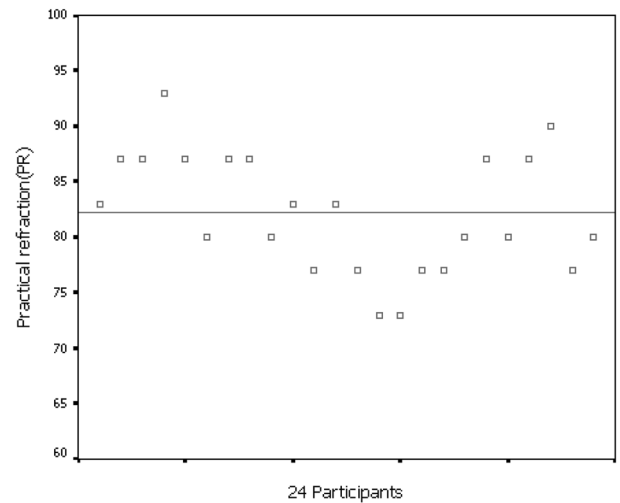


Fig. 4. Scatter graph of PR assessment of 24 participants.

큼 간접 경험을 통한 학습 효과가 있을 것으로 생각된다.

24명의 참여자가 각각 3건씩 총 72건의 가상 굴절검사 (VR)와 24건의 실제 굴절검사를 실시한 결과는 표 3과 같다.

가상 굴절검사에서 72건의 검사에서 이들 점수간의 산포도는 그림 2와 같으며, 최저 점수는 62점, 최고점수는 98점으로 나타났다. 72건에 대해서 개인별 3회 평균을 기준할 경우 이들 점수간의 산포도는 그림 3과 같으며, 최저 82점, 최저 96점이며 평균 89.71±3.57점으로 평가되었다.

실제 굴절검사에서 이들 점수간의 산포도는 그림 4와 같으며, 최저 73점, 최고 93점, 평균 82.17±5.39로 평가되었다.

## 2. 가상과 실제 굴절검사의 관계분석

가상과 실제 굴절검사에 대한 연관성을 알아보기 위하

Table 4. Points of assessment on virtual refraction

Items	Points
A. Right prescription point	60
B. Left prescription point	60
C. Mark for Add	10
D. Point for number of questions	20
E. Point for time	20
Final point (/100) : (Least of A and B)-(10-C)+D+E	

여 두 평가 항목을 우선 비교하였다. 가상 굴절검사에서 평가 점수 배분은 처방 굴절력, 가입도, 질문 횟수 및 시간으로 구분되며 표 4와 같다.

피검자를 대상으로 하는 실제 굴절검사의 평가는 굴절검사 단계별로 평가 항목을 설정하였고 처방 굴절력을 결정하는 중요성과 실제 소요되는 시간의 비중에 따라 표 5와 같다.

가상 굴절검사서 평가는 결과 중심, 즉 처방 값에 기준한 평가라면, 학생들이 실제 굴절검사에 대한 평가는 실습 목적상 과정 중심으로 계획되는 것이 바람직함으로 실제 굴절검사서 평가는 굴절검사 단계별 거의 동등한 가중치로 점수가 분배된 과정 중심의 평가로 되어 있다. 표

Table 5. Items and points of assessment on practical refraction

Items	†Points (30)
a. History & Symptoms	2
b. Subjective automated refraction	1
c. Visual acuity	2
d. Pinhole acuity	2
e. Ametropia identification	2
f. Fogging procedure	3
g. Best vision sphere (BVS)	3
h. Astigmatic axis and power	3
i. *Astigmatism refinement	3
j. Binocular balance test	2
k. *Sphere power refinement	3
l. Keeping procedure	2
m. Skills (‡time limit : 15min.)	2

†These points were used to convert to percentile scores for statistical analysis. \*Tolerance for items i and k:  $\pm 0.50D$  for sphere and cylinder power;  $\pm 15^\circ$  axis for  $\leq 1.00$  Cyl,  $\pm 10^\circ$  axis for 1.25-2.00Cyl,  $\pm 5^\circ$  axis for  $\geq 2.25$ Cyl. ‡Determining time based on Part III on the National Board of Examination in Optometry.

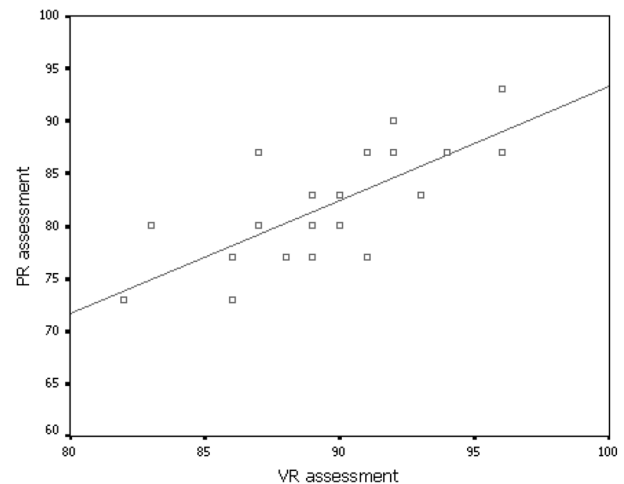


Fig. 5. The correction between VR and PR assessment (Spearman's correlation coefficient=0.71,  $p < 0.01$ , 4 data are overlapped).

면적으로 나타난 평가의 항목과 가중치가 서로 달라도 검사 과정의 정확성이 확보되어야 정확한 처방 값을 얻을 수 있고 반대로 정확한 처방 값은 검사 과정의 철저한 준수에서 비롯되는 것으로 볼 수 있다. 따라서 두 평가 사이의 점수는 일대일의 대응성은 갖지 않으나 학생들의 검사 수준이나 순위 척도에는 별 문제가 없을 것으로 보인다. 따라서 가상 굴절검사와 실제 굴절검사간의 각각에 대한 순위를 구하고 두 평가 간에 관련성을 확인한 결과 그림 5와 같으며 유의확률  $p < 0.01$  수준(양쪽 검정)에서 Spearman 상관계수가 0.71로 높게 나타나 뚜렷한 상관관계가 있는 것으로 평가된다. 위 결과를 종합하면 평가 방법이 다르더라도 결과에서는 서로 연관성이 많은 것으로 보인다.

### 3. 설문을 통한 VR평가

20문항에 대한 설문 결과는 표 6과 같으며, 문항들의 배열과 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 표 7과 같다. 준비도의 신뢰도 0.25는 0.5이상의 최소 기준을 만족시키지 않았으나, 그 외 영역별 신뢰도는 0.61~0.77, 전체 문항의 신뢰도는 0.85로 나타나 20개 문항의 신뢰성은 확보되었다.

VR연습에 관련된 학생들의 준비도에 관계된 영역별 척도 a)는 4개의 문항으로 나누었으나 문항간의 신뢰도가 낮아 각 문항별로 비교하였다. 굴절검사의 이론에 대한 수준(문항 1)에서는 “그렇다”가 79.2%이고, 응답자 모두 “그저 그렇다.” 이상을 선택한 것으로 보아 이론적 지식이 상당히 높은 상태에서 VR를 실시한 것으로 보인다. VR 내용과 사용법에 대한 이해와 관련된 문항 2에서는 “그렇다.” 이상이 79.2%로 이해도가 높은 것으로 평가된다.

컴퓨터 활용 능력이 VR연습에 영향 없을 것이라고 묻

Table 6. The score of questionnaire 20 items (n=24)

Domains/ item no.	Frequency of scores					Mean±SD	
	5	4	3	2	1		
a) Readiness	1	3	19	2		4.04±0.46	
	2	6	13	5		4.04±0.69	
	3	5	5	5	9	3.25±1.19	
	4	2	14	3	4	3.50±1.02	
	Sum	16	51	15	13	1	3.70±0.95
b) Participation	5	9	13	2		4.29±0.62	
	6	5	17	1	1	4.08±0.65	
	7	10	13	1		4.38±0.58	
	Sum	24	43	4	1		4.25±0.62
c) Contribution	8	6	12	4	2	3.92±0.88	
	9	6	12	6		4.00±0.72	
	10	13	8	1	2	4.33±0.92	
	11		14	6	4	3.42±0.78	
	Sum	25	46	17	8		3.92±0.88
d) Conformity	12	3	9	9	3	3.50±0.88	
	13	2	10	9	1	3.38±1.01	
	14	1	8	7	6	3.00±1.06	
	15	1	7	9	6	3.04±0.95	
	16	3	7	9	5	3.33±0.96	
	17	3	10	8	2	3.50±0.98	
	Sum	13	51	51	23	6	3.29±0.98
	18	7	7	9	1		3.83±0.92
e) Necessity	19	1	7	12	2	3.12±0.95	
	20	2	11	9	1	3.50±0.88	
	Sum	10	25	30	4	3	3.49±0.95
Sum (b-e)	72	165	102	36	9	3.66±0.96	
Total sum	88	216	117	49	10	3.70±0.95	

The scores of 5-point Likert-scale question are 1=SD “strongly disagree”, 2=D “disagree”, 3=N “neutral”, 4=A agree”, 5= SD “strongly agree”.

는 문항 3에서는 37.7%가 “그렇지 않다.”라고 한 것으로 보아 컴퓨터 활용 능력이 VR의 효과적 연습에 한 요인으로 작용하는 것으로 보인다. VR 메뉴 구성의 용이성에 관한 문항 4에서는 부정적 대답이 37.5%, 긍정적 대답이 41.6%, 중립적인 의견이 20.8%로 그다지 용이성이 좋지 않은 것으로 평가된다.

문항 간의 신뢰도가 높은 b)~e)의 영역별 척도에 대한 결과는 그림 6과 7과 같다. 영역별 만족도에서 자발적 참여도(b)가 4.25±0.62, 굴절검사에 대한 기여도(c)가 3.92±0.88로 높았으며, VR의 필요성(e)은 3.49±0.95, VR과 PR

Table 7. Reliability of questionnaire 20 items

Domains	Item number	Cronbach's α
a) Readiness	4(1-4)	0.25
b) Participation	3(5-7)	0.65
c) Contribution	4(8-11)	0.61
d) Conformity	6(12-17)	0.76
e) Necessity	3(17-20)	0.77

0.82 0.85

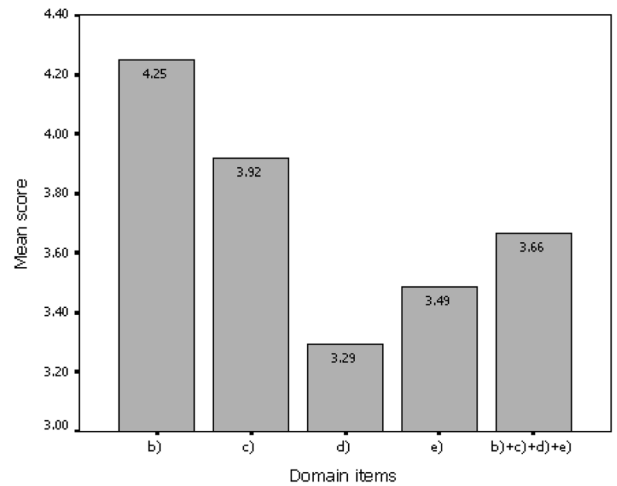


Fig. 6. Mean score of domains.

의 일치도(d)는 3.29±0.98로 긍정적 중립을 보였다. 그러나 4개 영역을 종합하면 평균은 3.67±0.96이며, “그렇지 않다.” 이하의 부정적 대답이 11.7%로 낮은 반면 “그렇다.” 이상이 61.8%로 높게 나타난 것으로 보아 VR에 대한 긍정적 인식을 갖고 있는 것으로 보인다.

각 문항별로 분석하여 보면 자발적 참여도와 관련된 문

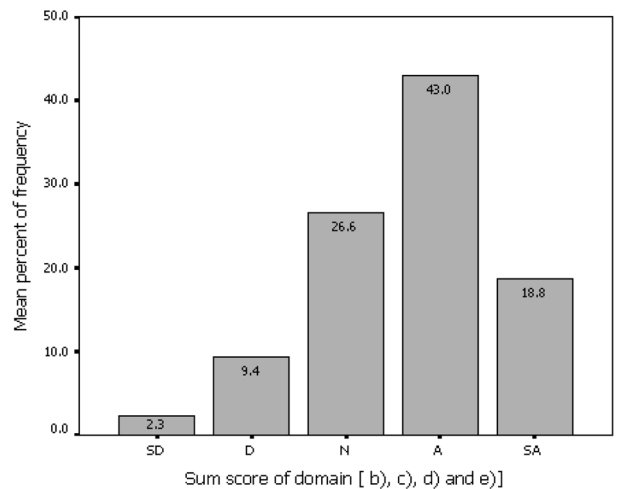


Fig. 7. Frequency of questionnaire scores of 4 domain scale. SD=strongly disagree, D=disagree, N=neutral, A=agree”, SA=strongly agree.

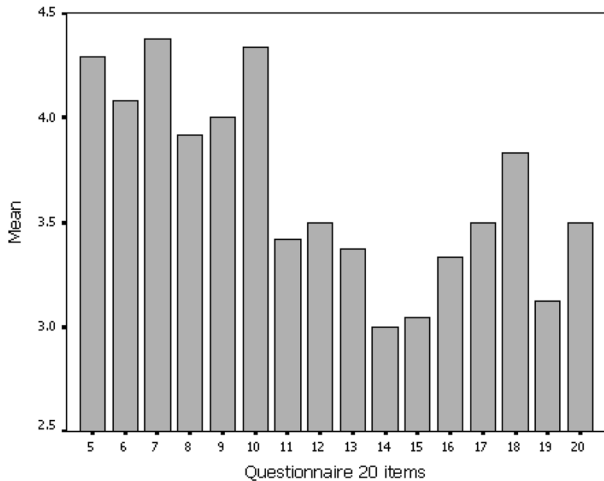


Fig. 8. Mean score of 20-item questionnaire.

항 5 “VR에 대한 능동적 참여”와 7 “VR를 통한 협동 학습”, 굴절검사에 대한 기여도 문항 10 “검사 대상자의 다양성”에서 긍정적 응답이 많았다. 그러나 VR과 PR의 일치도에 관한 문항 14와 15는 낮았다. 이 결과는 가상 굴절검사와 실제 굴절검사와의 뚜렷한 상관관계(Spearman 상관계수 0.712)를 보임에도 불구하고 굴절검사에 대한 연습으로 VR에 대한 참여도는 높지만 실무 능력 평가의 목적으로 VR를 이용하기에는 적합하지 않은 것으로 평가된다.

참여도, 기여도, 일치도 및 필요성에 대한 4개 영역별

Table 8. Spearman's corrections coefficient between domains (n=24)

Domains	b)	c)	d)	e)
b) Participation	1.00			
c) Contribution	0.63**	1.00		
d) Conformity	0.40	0.69**	1.00	
e) Necessity	0.54**	0.67**	0.54**	1.00

\*\* : p<0.01

상관관계와 문항별 상관관계를 구한 결과는 표 8과 9와 같다. 유의 수준 p<0.01에서 참여도와 기여도, 기여도와 일치도, 기여도와 필요성 영역의 상관관계가 각각 0.63, 0.69 및 0.67로 높은 상관관계를 보였다.

문항별 상관계수 중에서 문항 8 “굴절검사 실습에 대한 기여도”와 문항 9 “굴절검사에 대한 이론 증진”이 0.91로 VR에 대한 연습이 굴절검사의 실습과 이론에 대한 이해 증진의 작용이 많은 것을 보여주는 것이다. 문항 15 “VR의 굴절검사 실무 능력에 부합성”과 문항 16 “굴절검사 실무 능력이 VR 능력에 부합성”의 높은 상관성은 VR 능력과 실무 능력의 상호 작용이 높은 것으로 평가된다. 또한 문항 8 “굴절검사 실습에 대한 기여도”와 문항 “VR에 대한 긍정적 인식”의 관계가 높은 것으로 평가 되었다. 한편 문항 5 “VR 능동적 참여도”와 문항 6 “VR의 연습량”의 낮은 상관성은 능동적 참여에 따른 연습의 집중도를

Table 9. Spearman's corrections coefficient between items (n=24)

Item	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	1.00															
6	0.41*	1.00														
7	0.28	0.43*	1.00													
8	0.28	0.30	0.53**	1.00												
9	0.18	0.23	0.56*	0.91**	1.00											
10	0.22	0.56**	0.39	0.17	0.21	1.00										
11	0.63**	0.14	0.14	0.15	0.10	-0.08	1.00									
12	0.51*	0.22	0.04	0.39	0.27	0.23	0.28	1.00								
13	0.15	0.09	0.36	0.57**	0.53**	-0.28	0.25	0.40	1.00							
14	0.12	-0.13	-0.05	0.36	0.33	-0.33	0.22	0.17	0.54**	1.000						
15	0.34	0.28	0.20	0.56**	0.51*	0.11	0.30	0.22	0.37	0.41*	1.000					
16	0.24	0.42*	0.24	0.43**	0.38	0.03	0.40	0.16	0.34	0.22	0.68**	1.00				
17	0.04	0.01	0.12	0.38	0.46*	0.07	0.16	-0.03	-0.10	0.11	0.35	0.46*	1.00			
18	0.30	0.24	0.48*	0.68**	0.66**	0.04	0.28	0.22	0.54**	0.45*	0.34	0.23	0.27	1.00		
19	0.34	0.17	0.36	0.36	0.31	0.05	0.55**	0.30	0.48*	0.35	0.05	0.10	-0.06	0.65**	1.00	
20	0.56**	0.19	0.31	0.56**	0.39	0.04	0.41*	0.25	0.34	0.25	0.57**	0.39	0.35	0.43*	0.26	1.00

\*\* : p<0.01, \* : p<0.05

높일 필요성이 있다는 것을 보여 준다. 문항 14 “VR의 굴절검사 평가로서의 의향”과 문항 15 “VR의 굴절검사 실무 능력에 부합성”의 낮은 상관성은 아직 VR이 실제 굴절검사로서의 역할이 부족하다는 것을 시사하고 있다. 또한 문항 11 “굴절검사에 대한 체계성 기여”와 문항 20 “VR교육의 지속 필요성”의 낮은 상관성은 지속적 VR 교육을 위해서는 보다 더 실제 상황의 굴절검사에 체계적 접근이 가능하도록 할 필요성이 있는 것으로 볼 수 있다.

20문항 외의 문항을 분석해 보면 VR연습 시간에 대한 문항에서 필요한 시간은 실제 대상자들이 실제 연습한 시간인 평균 13.00(표준 편차 4.2, 최대 28, 최소 6시간)과 유사한 평균 13.3시간(표준 편차 6.7, 최대 25, 최소 4시간)으로 나타났다. VR연습을 통해 대상자가 가장 실력이 향상되었다고 생각하는 단계는 난시도와 축의 결정이 83.3%, 원시의 교정이 12.5% 나타났다. 또한 굴절검사에서 가장 부족하다고 생각하는 것과 관련된 문항에서는 검사 대상자 부족 54.2%, 장비 부족 29.2%, 실습시간 부족 16.7% 로 조사되었다.

## 결 론

가상 굴절검사(VR)에 대한 평가를 실제 굴절검사(PR)와 설문지를 통해 평가해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 가상 굴절검사와 실제 굴절검사가 평가 방법에서 차이가 있더라도 뚜렷한 상관계수를 보였다.
2. 자발적 참여도, 굴절검사에 대한 기여도, VR과 PR의 일치도 및 VR의 필요성은 평균은  $3.67 \pm 0.96$ 으로 VR에 대한 긍정적 인식을 갖고 있으며, 참여도와 기여도, 기여도와 일치도, 기여도와 필요성 영역 사이에서 높은 상관관계를 보였다.
3. VR에 대한 연습이 굴절검사의 실습과 이론에 대한 이해 증진의 작용이 많은 것으로 평가 되었고, VR 능력과 실무 능력의 상호 작용이 높은 것으로 평가된다. 또한 굴절검사 실습에 대한 기여도와 VR에 대한 긍정적 인식 사이의 관계도 높은 것으로 평가되었다.
4. VR에 대한 보완책으로 능동적 참여가 필요한 만큼

연습의 집중도를 높일 수 있도록 하거나 VR이 실제 굴절검사로서의 역할이 되도록 부족한 점을 개선하고, 지속적 VR 교육을 위한 보다 더 실제 상황의 굴절검사에 맞게 체계적 접근이 가능하도록 할 필요가 있는 것으로 본다.

5. 실제 굴절검사에서 검사 대상자의 다양성 확보가 어려운 점이 많지만 가상 굴절검사와 같은 간접 경험에 의한 학습 효과를 기대할 수 있을 것으로 본다.

## 감사의 글

가상 굴절검사와 관련된 프로그램을 제공해 주신 ICEE (International Centre for Eyecare Education)측에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Evans B. J. W., “Pickwell’s binocular vision anomalies: investigation and treatment”, 4th Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, pp. 13-40(2002).
2. Yong-Moo Lim and Dong-Hee Lee, “Development of the phoropter simulator for education using 3D virtual reality”, J. Korean Oph. Opt. Soc., 9(1):1-9(2004).
3. Martin T., Alexander J. A., “Virtual refractor: computerised teaching of refraction”, Clin Exp Optom, 83(1):37-39(2000).
4. Alexander J. A., “The virtual refractor korea manual”, Version 4 2004, ICEE, 1-32(2006).
5. Zowell T., “Refraction Tutorial”, Medrounds Publications, Inc, Feb. 28. 2006, Available at : <http://www.medrounds.org/refract/>
6. Sugiyama T., Tsumoto I., and Ito K., “VisionTester Simulator”, Kikucki college of optometry, Japan, ver 2.2, Nov. 2006.
7. Garamendi E., Pesudovs K., Stevens M. J., and Elliott D. B., “The Refractive Status and Vision Profile: Evaluation of psychometric properties and comparison of Rasch and summated Likert-scaling”, Vision Research, 46:1375-1383(2006).
8. Kempen J. H., Mitchell P., Lee K. E., Tielsch J. M., Broman A. T., Taylor H. R., Ikram M. K., Congdon N. G., and O’Colmain B. J. ; Eye Diseases Prevalence Research Group, “The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia”, Arch Ophthalmol. 122(4):495-505(2004).

## An Evaluation of the Virtual Refraction Education

Dong-Sik Yu, Jeong-Sik Son and Byoung-Sun Chu\*

Department of Visual Optics, Kyungwoon University, \*Centre for Eye Research School of Optometry Queensland University  
(Received April 25, 2008: Revised May 23, 2008: Accepted June 10, 2008)

**Purpose:** The purpose of this study is to evaluate the effect of a VR (Virtual Refractor), which is a simulator for a PR (Practical Refraction), as an educational tool. **Methods:** Twenty four third year students enrolled in the department of visual optics volunteered for VR education. Each student attended a VR training course and practiced with the VR by themselves. One month later, each student tested three virtual subjects on the VR and one real subject on the PR and were given a performance score for each refraction. And the scores for the virtual and practical refractions were compared. In addition, a self-report questionnaire based on a five point Likert-scale was designed, consisting of domains such as spontaneous participation, contribution for the refraction, confirmity of the VR and PR, and necessity of the VR. **Results:** The Spearman's correlation coefficient between the testing score of the practical and virtual refractions indicated a significantly correlation ( $R=0.71$ ,  $p<0.001$ ). In the questionnaire, the mean score of the domains was  $3.67\pm 0.96$  and it indicated that students expressed that using the VR was beneficial. The correlation value among these domains was a high significant level,  $0.91\sim 0.68$  ( $p<0.001$ ). **Conclusions:** Although the VR required certain improvements in its concentration and systematic approaches for practical situations, it showed a high correlation between the VR and the PR and represented a positive evaluation in the PR.

**Key words:** refraction, virtual refractor, practical refraction, education