

2D와 3D입체 영상 시청에서 나타난 자각 증상과 입체시

이육진 · 손정식 · 곽호원 · 김인수* · 유동식

경운대학교 안경광학과

*경운대학교 신소재에너지학과

투고일(2011년 1월 31일), 수정일(2011년 3월 3일), 게재확정일(2011년 3월 19일)

목적: 일반 2D영상과 anaglyph 3D입체 영상을 시청했을 때 나타나는 자각 증상과 입체시 관련성을 비교 평가하고자 하였다. **방법:** 20~30세의 대학생 70명(남 38명, 여 32명)을 대상으로 2D영상과 적록안경방식의 anaglyph 3D영상을 각각 30분 시청한 후 자각 증상을 설문 조사하였고, 2D영상과 3D영상 시청 전·후의 Titmus circles 및 TNO 입체시를 평가하여 시각적 자각 증상과 입체시의 상관관계를 평가하였다. **결과:** 2D영상과 3D영상 시청 후의 시각과 비시각적 자각 증상 모두 3D영상에서 높게 나타났다. 편광방식의 Titmus circles 입체시는 2D 및 3D영상 시청 전과 후의 변화는 없는 것으로 나타났지만 적록안경방식의 TNO 입체시는 3D영상을 시청 후 더 좋은 것으로 나타났다. 3D영상 시청 후 시각적 자각 증상과 TNO 입체시는 증가하였고, 뚜렷한 상관관계($r=0.605$)를 보였다. **결론:** 시청 전의 입체시가 좋으면 3D영상 시청에서 상대적으로 시각적 자각 증상은 낮았다. 그러나 단시간 anaglyph 3D영상 시청에서 자각 증상이 증가되며, TNO 입체시의 향상은 시각적 자각 증상 완화와 관련성이 낮은 것으로 평가된다. 이러한 경향은 적록안경방식의 anaglyph 3D영상에 대한 적응 과정의 하나로 여겨진다.

주제어: 2D, 3D, 영상, 애너글리프, 자각 증상, 입체시

서 론

입체 영상은 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 서로 다른 영상을 노출시켜 입체감을 갖도록 한다. 이러한 영상은 적록안경과 같은 색 필터를 이용한 anaglyph방식, 편광 필터를 이용한 편광방식, 헤드 마운트 디스플레이(binocular head mounted display, HMD)방식, 시분할(time sharing)에 의한 액정 셔터(liquid crystal shutters, LCS)방식, 패럴랙스 배리어(parallax barrier) 등을 이용한 무안경방식 등이 있다^{1,2)}.

3D영상은 현재 일반 가정에서도 접할 수 있게 되었고 입체 영상에 대한 관심도가 점진적으로 증가하고 있다. 그러나 3D영상 시청에서 눈의 피로를 호소하고 있으며 심한 경우 두통 및 구토 등의 증세를 보이기도 한다. 이러한 부작용은 입체 안경에 대한 눈의 적응 과정에서 일어나며, 3D 디스플레이를 사용하여 가상 영상(virtual image)을 시청했을 때 나타나는 가상(virtual image)과 실상(real image)의 미묘한 차이로 인해 시각적 및 비시각적 자각 증상(부작용)이 나타난다고 보고하고 있다. 따라서 이러한 불편을 최소화하기 위해 3D영상에 관한 입체 영상의 구현 방법이나 그래픽과 관련된 디스플레이 분야, 시각적 기능과 관련

된 인간공학(human factors 또는 ergonomics)분야에서 다양한 연구를 진행하였다³⁻⁵⁾.

일반 디스플레이를 이용하여 가정에서 쉽게 접할 수 있는 입체 영상은 적록안경을 이용한 anaglyph 3D방식이다. 이 방식은 접근성과 저비용 등의 이유로 교육용이나 시기능 훈련용으로 많이 활용되고 있다⁶⁾. 한편, 이 방식을 이용할 경우 두 눈의 망막상에서 적록 색상 차이로 인해 양안경합(binocular rivalry)을 일으킨다는 것은 널리 연구되었으나 눈에 대한 영향은 별로 알려진 것이 없다^{7,8)}. 따라서 본 연구에서는 anaglyph 3D영상과 2D영상을 시청했을 때 나타나는 자각 증상과 입체시의 관계를 비교평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

연구는 전신질환과 안질환 등의 병력이 없고, 원용 양안 교정시력 1.0~1.2, 굴절부등 2.00D 미만, 시청 전 문진에서 설문 항목에 증상이 나타나지 않은 자에 한하여 만 20~30세의 대학생 70명(남 38명, 여 32명)을 대상으로 검사하였다.

2. 방법

1) 영상 시청 방법

동영상 강의 평균 시청 시간이 30분 이상인 것과 방송통신위원회에서 실시한 3D시범방송 설문 조사⁹⁾에 적용한 15~30분 시청 기준을 참고하여 2D, 3D영상 시청 시간은 단시간 즉 30분으로 설정하였고, 시청 거리는 70 cm로 하였다¹⁰⁾. 실험에 사용된 2D 및 3D영상은 2008년 제작한 미국 Warner Bros.사의 'Journey to the center of the earth'이며, 사용된 디스플레이는 미국 Apple사 21.5 인치 LED로 하였다. 2D영상을 먼저 시청하게 하였고 하루가 지난 뒤 3D영상을 시청하게 한 다음 곧바로 각 영상 시청에 따른 설문과 입체시를 평가하였다.

2) 설문 조사

자각 증상은 Ames 등의 연구에서 적용한 23개 설문 항목 중 가장 빈도가 높은 13개 항목을 기준하여 무증상을 0점으로 하고 가장 심한 증상을 6점으로 부여하여 평가하였다⁵⁾. 설문 항목은 시각적 자각 증상(ocular symptoms)과 비시각적 자각 증상(nonocular symptoms)으로 크게 분류하였고, '눈이 피로했다', '눈이 아팠다', '눈이 안정적이지 않았다', '사물이 흐리게 보였다', '초점 잡기가 힘들었다' 등의 5개의 시각적 자각 증상과 '일반적으로 몸이 불편했다', '피로했다', '지루했다', '졸렸다', '머리가 아팠다', '현기증이 났다', '속이 메스꺼웠다', '집중하기 어려웠다' 등의 8개의 비시각적 자각 증상으로 평가하였다.

3) 입체시 검사

Titmus circles 입체시 검사(Stereo Optical, USA)는 편광안경을 이용한 입체시 검사로 마름모 형태로 배치되어 있는 4개의 원들 중 앞으로 나와 있는 느낌이 든다거나 나머지 3개의 원들과 다른 느낌이 드는 원을 선택하도록 하여 800 sec, 400 sec, 200 sec, 140 sec, 100 sec, 80 sec, 60 sec, 50 sec, 40 sec 등급으로 나누어 기록하였다.

TNO 입체시 검사(Lamris Ootech, Netherlands)는 적록안경을 이용한 입체시 검사로 TNO 검사 차트에서는 입체시를 단계별로 나눈 Plate chart를 사용하였고, 구별 능력에 따라 480 sec, 240 sec, 120 sec, 60 sec, 30 sec, 15 sec 등급으로 나누어 기록하였다.

4) 자료 분석

자료의 분석은 SPSS(Ver. 12.0 for windows)를 이용하여 2D영상과 3D영상에서 나타난 설문 점수의 연관성과 입체시 변화에 대하여 paired t-test와 Pearson 상관분석을 이용하였고, 95%의 신뢰구간으로 $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의성이 있다고 판단하였다.

결 과

1. 영상 시청 후의 자각 증상

2D와 3D영상 시청 이후 나타나는 시각적 및 비시각적 자각 증상의 변화는 각각 Fig. 1, Fig. 2에 나타내었다. 시각적 자각 증상에서 눈 피로(tired eye)가 가장 높게 나타났으며 2D, 3D영상 시청 후 각각 1.59 ± 0.93 과 3.35 ± 1.20 이었으며, 눈이 아픈(sore/aching) 경우가 각각 0.22 ± 0.54 , 1.41 ± 1.60 , 눈이 안정적이지 않은(eyestrain) 경우가 각각 0.30 ± 0.55 , 2.00 ± 1.40 증상을 보였다. 그 외의 초점 잡기가 힘든(difficulty focusing) 경우와 흐림(blurred vision) 경우를 포함한 모든 항목에서 2D영상보다 3D영상을 시청했을 때 더 많은 증상을 호소한 것으로 평가되었다.

비시각적 자각 증상에서 일반적으로 몸이 불편한(general discomfort) 경우가 2D, 3D영상 시청 후 각각 0.31 ± 0.55 와 1.57 ± 1.22 , 졸린(drowsiness) 경우 각각 1.06

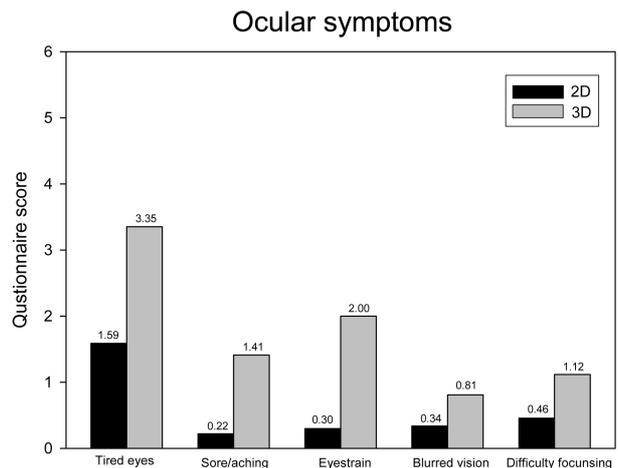


Fig. 1. Comparison of ocular questionnaire score after watching a 2D/3D image.

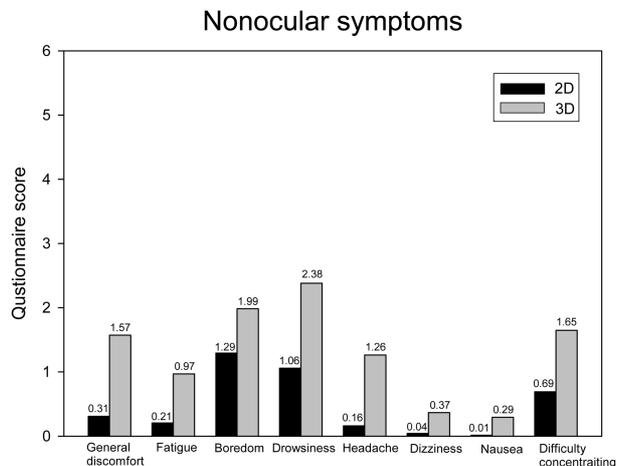


Fig. 2. Comparison of nonocular questionnaire score after watching a 2D/3D image.

Table 1. Comparison of Titmus circles and TNO stereopsis before and after watching a 2D/3D image (unit: sec)

Stereopsis		2D		3D	
		M±SD	p	M±SD	p
Titmus circles (n=70)	Before	76.32±58.10	0.321	74.12±54.99	0.681
	After	74.56±54.78		73.38±56.18	
TNO (n=70)	Before	137.06±106.71	0.321	139.71±106.63	0.000
	After	135.29±105.97		84.35±69.65	

±0.80과 2.38±1.39, 두통(headache)이 각각 0.16±0.40과 1.26±1.41의 증상을 보였으며 2D영상보다 3D영상을 시청했을 때 더 많은 비시각적 자각 증상을 호소하였다. 이외도 피곤함(fatigue), 지루함(boredom), 현기증(dizziness), 속이 메스꺼움(nausea), 집중의 어려움(difficulty concentrating)에서 3D영상 시청 후의 비시각적 자각 증상이 2D영상보다 더 크게 나타났다.

2. 입체시 평가

입체시 평가는 측정 원리가 서로 다른 즉, 편광 방식의 Titmus circles 입체시 검사와 적록안경방식의 TNO 입체시 검사를 실시하였다. TNO 입체시 검사는 주로 어린이에게 적용되는 검사이지만 anaglyph 3D영상과 같은 적록안경방식이므로 이 검사를 실시하는 것이 유익할 것으로 판단되었다. 2D와 3D영상 시청 전후의 Titmus circles와 TNO 입체시 검사 결과는 Table 1과 같다.

Titmus circles 입체시 검사에서 2D영상 시청 전 76.32±58.10 sec, 시청 후 74.56±54.78 sec이었고, 3D영상에서는 시청 전 74.12±54.99 sec, 시청 후 73.38±56.18 sec으로 2D·3D영상 시청 이후 변화가 없는 것으로 나타났다 (Fig. 3과 4).

TNO 입체시 검사에서 2D영상 시청 전 137.06±106.71 sec, 시청 후 135.29±105.97 sec이었고, 3D영상에서 시청 전 139.71±106.63 sec, 시청 후 84.35±69.65 sec으로 3D영상 시청 이후 TNO 입체시가 좋아지는 경향을 보였다 (p<0.05, Fig. 5와 6).

Titmus circles와 TNO 입체시의 2D영상 시청 전·후와

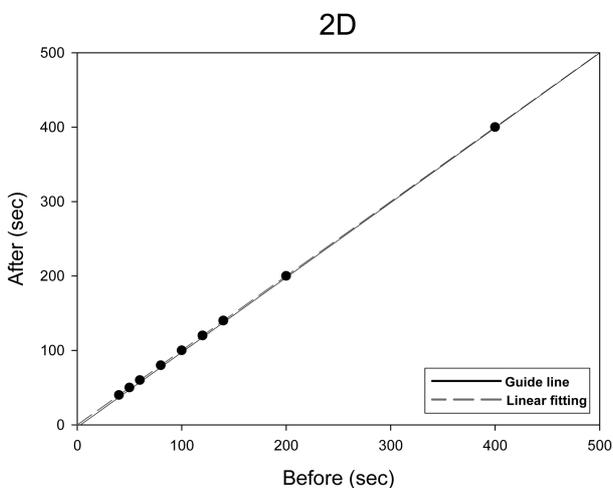


Fig. 3. Comparison of Titmus circles stereopsis before and after watching a 2D image.

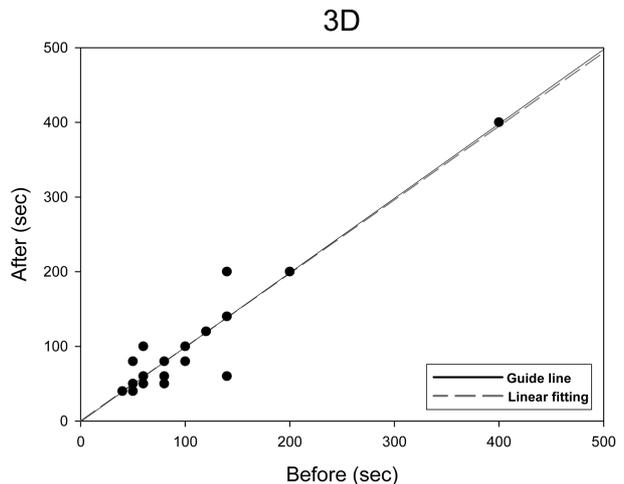


Fig. 4. Comparison of Titmus circles stereopsis before and after watching a 3D image.

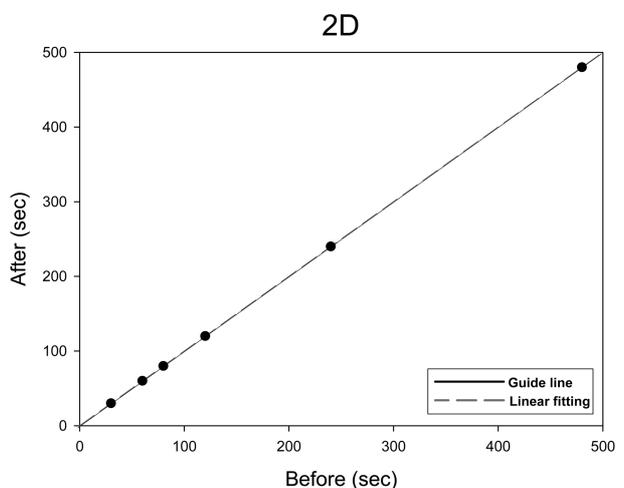


Fig. 5. Comparison of TNO stereopsis before and after watching a 2D image.

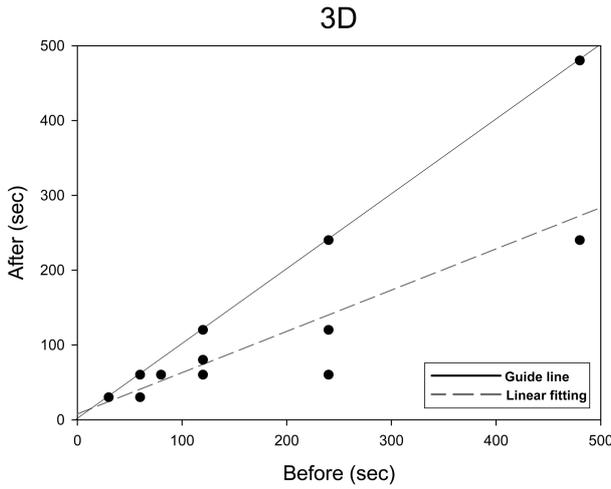


Fig. 6. Comparison of TNO stereopsis before and after watching a 3D image.

3D영상 시청 전 · 후의 Pearson 상관관계(r)는 Table 2와 같다. Titmus circles와 TNO의 2D영상 시청 전 상관관계는 0.638, 시청 후 0.635로 시청 전 · 후에서 비슷한 상관관계가 나타났다. 3D영상에서는 시청 전 0.631로 2D영상 시청 전후의 결과와 비슷한 상관관계를 가졌다. 그러나 3D영상 시청 후 Titmus circles 입체시와 TNO 입체시의 상관관계는 0.742로 높았다.

3. 3D영상 시청의 시각적 자각 증상과 TNO 입체시의 상관성

3D영상 시청에서 나타난 시각적 자각 증상과 TNO 입체시와의 상관관계는 Table 3과 같다. 3D영상 시청 전 TNO 입체시와 시청 이후 나타나는 자각 증상을 비교분석한 결과 TNO 입체시가 좋을수록 anaglyph 3D영상에 대한 시각적 자각 증상은 낮은 결과를 보였고 이들 관계는 뚜렷한 상관성을 보였다($r=0.642$, Fig. 7). 또한 시청 전의

Table 2. Pearson correlation of Titmus circles and TNO stereopsis

Subject	Titmus circles / TNO test		
	Session	2D	3D
n=70	Before	$r=0.638$	$r=0.631$
	After	$r=0.635$	$r=0.742$

Table 3. Pearson correlation of ocular symptoms and TNO stereopsis

Subject	Ocular symptoms / TNO test	
	Session	3D
n=70	Before	$r=0.642$
	After	$r=0.605$

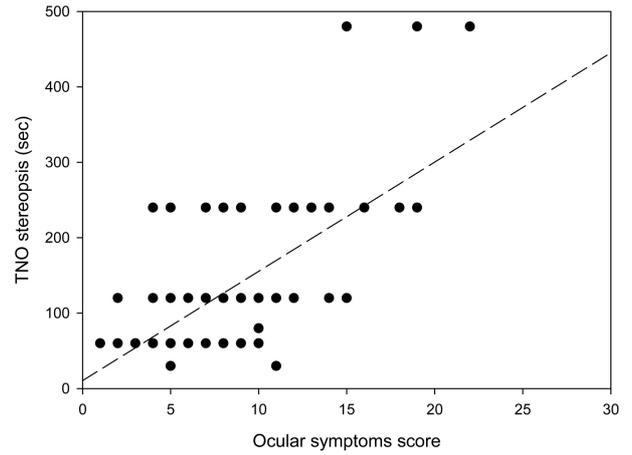


Fig. 7. Comparison of ocular symptoms score and TNO stereopsis before watching a 3D image.

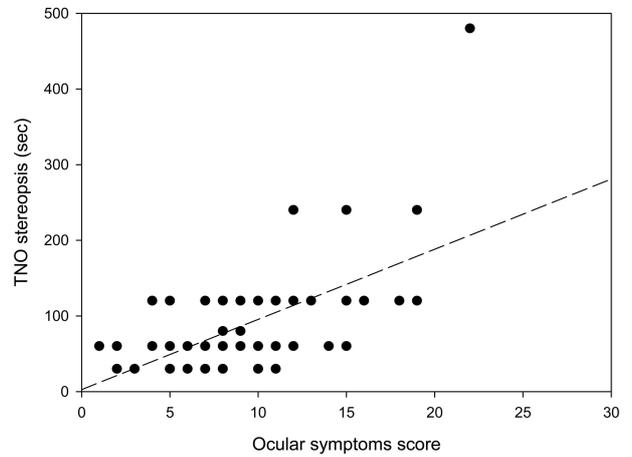


Fig. 8. Comparison of ocular symptoms score and TNO stereopsis after watching a 3D image.

TNO 입체시보다 시청 후의 입체시가 더 좋은 결과를 보였으며, 3D영상 시청 후 TNO 입체시와 시각적 자각 증상 상관성은 시청 전의 입체시보다 다소 낮아진 것으로 평가되었다($r=0.605$, Fig. 8).

고 찰

입체감은 두 눈이 서로 떨어져 있어 양안주시의 차이가 나타나고 그 결과 좌우 망막의 비대응점에 결상하여 입체감을 느끼게 된다. 그러나 3D영상은 인위적으로 좌우 영상을 공간분할 또는 시분할하여 인위적으로 입체감을 느끼게 하므로 이에 따른 시각적 피로(visual fatigue)를 유발시킨다. 일반 가정용 2D에서 컴퓨터 화면을 바라볼 경우 근거리 주시 시 나타나는 근점반사운동 즉 조절, 폭주, 축동이 나타나게 되는데 이들은 눈의 기능을 제어하기 위해 지속적인 상호작용으로 양안단일시를 유지한다^[11]. 그러나

디스플레이 화면을 시청함에 따라 나타나는 안정피로 현상은 눈과 눈 주위 근육의 과도한 긴장에 의한 통증과 일시적 근시 현상 등을 포함한다^[12,13]. 최근의 3D TV 영상의 보급 확대에 따라 시각적 불편함은 2D보다 더 많고 다양한 것으로 보고되고 있다. 이러한 시점에서 2D와 3D입체 영상 시청에서 나타난 자각 증상과 입체시를 평가하고자 하였다.

Anaglyph 방식에 의한 3D영상의 이미지는 다른 방식의 3D영상 기술보다 시청하기가 간편하지만, 이미지의 밝기와 색감의 정확도가 떨어지는 단점이 있다^[14]. 하지만 현재까지는 일반 가정에서 접근하기 가장 쉬운 방법이며, 색을 이용한 강한 자극을 통해 디스플레이를 주시해야 하기 때문에 다른 방식의 3D영상을 시청했을 때보다 짧은 시간 이내에 많은 시각적 불안정성을 보일 것이며, 그에 따른 눈에 미치는 영향을 평가하는 데 접근성이 좋은 것으로 본다^[15].

Ames 등은 0~6점으로 구성된 설문 조사를 이용한 연구에서 3D영상 시청이 시각적 및 비시각적 자각 증상에 영향을 준다고 하였으며^[5], 이러한 결과는 본 연구에서도 3D영상 시청에서 자각 증상이 2D영상보다 크다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 본 연구는 3D영상의 단시간 시청에서 입체시 증가에도 불구하고 자각 증상은 완화되지 않았다. 이러한 자각 증상은 가상체험 경험이 있거나 적응 시간이 지나면 감소할 것으로 본다. 이와 같은 예상은 Saladin^[16]과 Ijsselsteijn^[17]의 연구결과에서 찾을 수 있으며 그들의 연구는 3D영상을 장시간 시청했을 때 자각 증상은 줄어든다고 보고하였다.

입체시 검사에서는 일반적으로 Titmus circles 입체시가 TNO 입체시보다 좋다는 조와 노의 연구^[18]와 같이 2D영상을 시청했을 때의 입체시는 Titmus circles 입체시가 더 좋게 나타났다. 그러나 3D영상 시청 후에는 Titmus circles 입체시는 변화가 없는 반면 TNO 입체시 변화는 증가하였다. Titmus circles 입체시와 TNO 입체시의 상관관계에서 2D영상 시청 전후와 3D영상 시청 전의 경우 $r=0.631\sim 0.638$ 로 큰 변화가 없었으나 3D영상 시청 후에는 0.742로 상당히 높은 상관관계의 변화를 보였다. 이러한 변화들은 3D시청 후에는 적록안경방식의 anaglyph 3D영상에 대한 적응으로 anaglyph방식의 TNO 입체시가 좋아짐으로써 일반적으로 높은 입체시를 갖는 Titmus circles test와의 상관관계가 더 높아진 것으로 판단된다.

적록안경방식의 anaglyph 3D 시청에서 나타난 시각적 자각 증상과 TNO 입체시의 상관관계는 의미 있는 것으로 생각한다. 즉, 시청 전의 입체시가 시청에서 나타나는 시각적 자각 증상을 예측하는데 중요한 요소가 될 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 입체시와 시각적 자각 증상과의

상관관계를 파악한 결과 시청 전의 입체시는 시청에서 나타나는 증상과 뚜렷한 상관관계($r=0.642$)를 나타냄으로써 입체시가 좋을수록 3D영상 시청에서 증상이 낮을 것으로 예측 가능하다. 그러나 3D영상 시청 후의 시각적 자각 증상과 TNO 입체시와의 상관관계는 0.605로 다소 낮아졌는데 이러한 결과는 3D영상 시청에서 입체시는 좋아지는 반면 시각적 자각 증상은 완화되지 않음을 암시하며, 단순히 입체시와 시각적 자각 증상의 관계 외에 이향과 조절의 불일치(vergence-accommodation conflict)^[19] 등을 고려할 필요성이 있을 것이다. Kuze^[20]는 3D와 관련된 영화, 휴대용 디스플레이, TV와 모니터 사용에 따른 인체 피로를 유발시킬 수 있다 하였고, 편안한 3D영상 시청을 위한 가장 중요한 인자는 조절과 폭주라 하였다.

본 연구에서 3D영상을 단시간 시청 시 나타나는 시각적 자각 증상의 중요한 요인으로 조절과 폭주 인자 외에 입체시 또한 중요한 요인으로 작용하는 것을 알 수 있었다. 그러나 장시간 3D영상을 시청할 경우 조절과 폭주의 불균형, 조절력의 변화, 안위의 변화 등이 나타날 수도 있으며, 이러한 주요 문제들은 안정피로의 원인이 될 수 있을 것으로 본다^[21,22]. 따라서 사위, 조절 및 이향운동과 같은 다양한 눈 기능에 대한 평가도 진행할 필요성이 있다.

결론

2D와 3D영상 시청에서 나타난 자각 증상은 3D에서 크게 나타났다. 편광 방식의 Titmus circles 입체시에서 2D 및 3D영상 시청 전후의 변화가 없었지만, 적록안경방식의 TNO 입체시는 3D영상 시청 후 증가하였는데 이는 입체 검사에서 3D영상과 동일한 방식의 입체시 검사 방법을 선택하는 것이 중요하다는 것을 의미한다. 시청 전의 입체시가 낮은 것에 비해 높은 입체시가 3D영상에서 나타나는 증상이 낮은 경향을 보였다. 단시간 anaglyph 3D영상 시청에서 자각 증상은 증가한 반면 TNO 입체시는 좋아지는 현상을 보였다. 입체시가 좋아지면 자각 증상은 낮아질 것이라는 예상과는 다른 결과이다. 이러한 현상은 anaglyph 3D영상 시청에서 적록안경에 대한 적응 과정 및 시기능 훈련 효과가 있는 것으로 보인다. 그러나 3D영상의 적응 과정을 충분히 거치는 장시간 시청에서 나타나는 자각증상과 입체시의 관계를 충분히 검토해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Ukai K. and Howarth P. A., "Visual fatigue caused by viewing stereoscopic motion images: background, theories, and observations", *Displays*, 29(2):106-116(2008).

- [2] Son J. Y. and Javidi B., "Three-dimensional imaging methods based on multiview images", *J. Display Technology*, 1(1):125-139(2005).
- [3] Nichols S., "Physical ergonomics of virtual environment use", *Applied Ergonomics*, 30(1):79-90(1999).
- [4] Oohira A. and Ochiai M., "Influence on visual function by a stereoscopic TV programme with binocular liquid crystal shutter and Hi-Vision TV display", *Ergonomics*, 39(11):1310-1314(1996).
- [5] Ames S. L., Wolffsohn J. S., and Mcbrien N. A., "The Development of a symptom questionnaire for assessing virtual reality viewing using a Head-Mounted Display", *Optom. Vis.*, 82(3):168-176(2005).
- [6] Zone R., "3-D filmmakers: conversations with creators of stereoscopic motion pictures", Scarscrow Press, Oxford, UK, pp. 37-44(2005).
- [7] Lee S. H. and Blake R., "Rival ideas about binocular rivalry", *Vision Research*, 39(8):1447-1454(1999).
- [8] Ooi T. L. and He Z. J., "A distribution intercortical processing of binocular rivalry: psychophysical evidence", *Perception*, 32(2):155-166(2003).
- [9] 방송통신위원회 보도자료, "지상파 3D 방송, 시청자 관심과 호응 높아 - 3D 방송 호감도 및 영향성 설문", 전파관리과, pp.1-5(2010.07.22).
- [10] Ankrum D. R., "Viewing distance at computer workstations", *Workplace Ergonomics*, 2(5):10-12(1996).
- [11] Takeda T., Hashimoto K., Hiruma. N., and Fukui. Y., "Characteristics of accommodation toward apparent depth", *Vision Res.*, 39(12):2087-2097(1999).
- [12] Bergqvist U. O. and Knave B. G., "Eye discomfort and work with visual display terminals", *Scand. J. Work Environ. Health*, 20(1):27-33(1994).
- [13] Franz O., Lennerstrand G., and Richter H., "Brain potential correlates of supraliminal contrast functions and defocus", *International Journal of Human-Computer Interaction*, 6(2):155-176(1994).
- [14] Polti A., "Visual Stress and Performance using Autostereoscopic Displays", *Laboratory for software Technology, Swiss*, pp.1-3(2006).
- [15] Peinsipp-Byma. E., Rehfeld. N., and Eck R., "Evaluation of stereoscopic 3D displays for image analysis tasks", *Proc. SPIE*, 7237,72370L:9-10(2009).
- [16] Saladin J. J., "Stereopsis from a performance perspective", *Optometry and Vision science*, 82(3):186-205(2005).
- [17] Ijsselsteijn W., de Ridder H., Hamberg R., Bouwhuis D., and Freeman J., "Perceived depth and the feeling of presence in 3D TV", *Displays*, 18(4):207-214(1998).
- [18] 조윤애, 조성원, 노경환, "Titmus-fly, Randot 및 TNO 입체시검사에서 입체시력의 기준평가", *대한안과학회지*, 40(2):532-537(1999).
- [19] Hoffman D. M., Girshick A. R., and Banks M. S., "Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue", *Journal of Vision*, 8(3):1-30(2008).
- [20] Kuze J. and Ukai K., "Subjective evaluation of visual fatigue caused by motion images", *Displays*, 29(2):159-166(2008).
- [21] Emoto M., Niida T., and Okano F., "Repeated vergence adaptation causes the decline of visual functions in watching stereoscopic television", *Journal of Display Technology*, 1(2):328-340(2005).
- [22] Richter H. and Franz O., "Reduction of visual discomfort (asthenopia) & phoria following modulation of VDT nearwork-induced accommodative hysteresis", *J. Behavioral Optometry*, 13(5):119-122(2002).

Self-Reported Symptoms and Stereopsis in Viewing 2D and 3D Images

Wook-Jin Lee, Jeong-Sik Son, Ho-Won Kwak, In-Su Kim* and Dong-Sik Yu

Department of Ophthalmic Optics, Kyungwoon University

*Department of Material and Energy Engineering, Kyungwoon University

(Received January 31, 2011; Revised March 3, 2011; Accepted March 19, 2011)

Purpose: This study aimed to compare and assess whether there was a relation between self-reported symptom and stereopsis in viewing an anaglyph 3D and a general 2D image. **Methods:** Seventy subjects (38 males, 32 females) were students ranging in age from 20 to 30 years. Subjects' symptoms were investigated by a questionnaire after viewing the 2D image and the anaglyph 3D image using red-green glasses for 30 minutes. Titmus circles and TNO stereopsis tests were performed before and after the images. A correlation between symptom and stereopsis was evaluated. **Results:** Both ocular and nonocular symptom in viewing 3D image were higher than those in 2D image. Titmus circles stereopsises using polarized filters were not changed before and after viewing images, but TNO stereopsises using color filters such as red-green glasses were increased after viewing 3D image. Ocular symptom and TNO stereopsis were increased after viewing 3D image, and there was a good correlation between them ($r=0.605$). **Conclusions:** Better stereopsises before viewing 3D are relatively lower ocular symptoms in viewing 3D image. But symptoms are increased in viewing anaglyph 3D image for a short-time and improvement of TNO stereopsis is poorly associated with the relief of ocular symptoms. This tendency seems to be related with an adaptation to anaglyph 3D image with red-green glasses.

Key words: 2D, 3D, Image, Anaglyph, Symptom, Stereopsis

<Appendix> The questionnaire for ocular and nonocular symptoms

증상에 대한 설문

- 나이: ()세
○ 성별: (남, 여)

※ 다음 증상의 정도(0 “낮음” ~ 6 “높음”)에 따라 표시하여 주시기 바랍니다.

1. 나에게 나타난 눈의 상태는?

항 목	아니다	약간 그렇다		그렇다		많이 그렇다	
눈이 피로했다.	0	1	2	3	4	5	6
눈이 아팠다.	0	1	2	3	4	5	6
눈이 안정적이지 않았다.	0	1	2	3	4	5	6
사물이 흐리게 보였다.	0	1	2	3	4	5	6
초점 잡기가 힘들었다.	0	1	2	3	4	5	6

2. 나의 신체적 상태는?

항 목	아니다	약간 그렇다		그렇다		많이 그렇다	
그냥 불편했다.	0	1	2	3	4	5	6
몸이 피곤했다.	0	1	2	3	4	5	6
지루했다.	0	1	2	3	4	5	6
졸렸다.	0	1	2	3	4	5	6
머리가 아팠다.	0	1	2	3	4	5	6
현기증이 났다.	0	1	2	3	4	5	6
속이 메스꺼웠다.	0	1	2	3	4	5	6
집중력이 저하되었다.	0	1	2	3	4	5	6