

단어-색채검사를 이용한 렌즈의 색상과 시감투과율에 따른 색상왜곡에 관한 연구

이경선¹, 정수아¹, 김창진¹, 양석준¹, 오상영¹, 전병진², 김현정¹, 최은정^{1,*}

¹건양대학교 안경광학과, 대전 302-718

²강원대학교 작업치료학과, 삼척 245-905

투고일(2014년 11월 5일), 수정일(2014년 11월 19일), 게재확정일(2014년 11월 20일)

목적: 전산화 신경인지기능 검사(CNT)에 속해있는 단어-색채검사를 이용하여 렌즈의 색상과 시감투과율에 의해 나타나는 색상왜곡을 알아본다. **방법:** 안질환과 색각이상 없이 평균나이 21.97±1.58세의 32명을 대상으로 선정하였다. 빛의 삼원색에 해당하는 red, green, blue에 pink를 추가하여 총 4가지 색상의 렌즈를 사용하였으며, 색상왜곡으로 인한 인지변화를 측정하기 위해 CNT 중 단어-색채검사를 사용하였다. **결과:** 4가지 렌즈색상 중 green, blue, pink에서는 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하지 않았으나, red에서는 통계적으로 유의하게 반응시간이 증가하였다. Red 중 시감투과율 46% 이하에서 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하기 시작하였다. **결론:** 46% 이하의 시감투과율을 가지는 red 렌즈는 사물을 보는데 색상왜곡의 원인으로 작용하여 안전문제를 일으킬 수 있으므로 렌즈색상으로 선택 시 주의를 기울여야 한다. 단어-색채검사가 색상인지와 관련되는 추후 연구에 폭넓게 활용될 수 있다는 것을 제안한다.

주제어: 색상왜곡, 전산화 신경인지기능 검사, 단어-색채 검사, 렌즈색상, 시감투과율

서 론

뇌기능 장애를 정확하게 검사하고 진단할 수 있는 17종류의 신경인지기능 검사가 가능한 CNT(Computerized Neurocognitive Function Test, 전산화 신경인지기능 검사)는 특히 언어능력, 기억력, 집중도, 계획적 사고능력, 운동 능력과 같은 다양한 신경인지기능 장애 등을 검사함으로써 다양한 임상질환에 대한 진단 및 연구목적으로 활용되는 장비이다.

17종류의 신경인지기능 검사 중 단어-색채검사(word-color test)는 Stroop 효과를 적용한 검사로 고차적인 인지과정의 하나인 억제기능(inhibitory process)을 측정하는데 주로 사용되며, 그 외에도 자동화(automaticity), 읽기, 의미기억(semantic memory) 그리고 집중도를 객관적으로 평가하는데 사용된다.^[1]

Stroop 효과란 인지심리학에서 널리 연구되고 있는 분야로서 단어와 단어색이 같을 때(‘빨강’이라는 단어가 빨간색으로 적혀있음)와 단어와 단어색이 다를 때(‘빨강’이라는 단어가 노란색으로 적혀있음) 단어의 색상을 말하게 하면 전자에 비해 후자에서 간섭(interference)이 일어나 반

응시간이 더 길어지는 현상을 말한다.^[2]

단어-색채검사(word-color test)는 「단어읽기」, 「색채말하기」, 「단어와 단어색이 같을 때 단어읽기」, 「단어와 단어색이 다를 때 단어읽기」, 「색단어 색채말하기」의 총 5가지 과제로 구성이 된다. 피검자는 관련 있는 정보에만 집중을 하고 그 외 정보의 간섭은 억제함으로써 검사자는 피검자가 각 과제를 수행하는데 소요되는 반응시간을 측정해 정상표본집단의 반응시간과 비교하여 집중도에 유의한 차이가 있는지 확인할 수 있다.^[1]

야외활동 시 눈부심을 줄여주고 유해광선을 차단하며 최근에는 미용이나 패션목적으로도 색상렌즈의 사용이 증가하고 있으나,^[3] 플라스틱렌즈의 색상과 투과율에 관한 정확한 기준이 없어 착용자의 선호도에 따라 결정이 되고 있다. 렌즈의 색상과 시감투과율이 실제 관찰되는 색과 예상되는 색 사이의 차를 의미하는 색상왜곡^[4]의 원인이 될 수 있을 것으로 예상되나, 이에 대해 많은 연구가 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 CNT의 단어-색채검사를 사용하여 1차적으로 렌즈의 색상에 변화를 주었을 때 반응시간이 증가하여 색상왜곡이 일어나는지를 실험하였다. 색상왜곡이 나타나는 색상이 있다면 2차적으로 그

*Corresponding author: Eun Jung Choi, TEL: +82-42-600-6331, E-mail: ejchoi@konyang.ac.kr

렌즈색상에서 반응시간이 증가하여 색상왜곡이 시작되는 시감투과율을 알아보았다. 본 연구결과를 바탕으로 임상에서 색상렌즈를 처방 시, 색상왜곡의 원인이 될 수 있는 주의해야 할 색상과 시감투과율에 관한 기준을 제시하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의를 하고 전신질환이나 안질환을 가지고 있지 않으며, 양안교정시력이 1.0이상, 그리고 색각이상인 없는 대학생 32명(남 14명, 여 18명, 평균연령 21.97±1.58세)을 대상으로 선정하였다.

2. 방법

사용된 렌즈의 색상은 red, green, blue, pink 총 4가지로 색상 선택 기준은 빛의 삼원색인 red, green, blue와 함께 장파장을 제외한 대부분의 파장을 차단하는 red와 유사한 결과가 나올 것으로 예상되는 pink를 추가하였다. 대표적 원색인 yellow는 염색착색을 하여도 시감투과율이 70%이하로 떨어지지 않기 때문에 제외시켰다. 각 색상별로 염색 시간은 1분에서 10분까지는 1분 단위, 10분에서 30분까지는 5분 단위, 30분에서 60분까지는 15분 단위로 착색하였고, 분광광도계(UV-2450, Shimadzu, Japan)를 사용하여 측정된 시감투과율에 따라 각각의 실험에서 필요한 렌즈를 선택하였다(Table 1).

단어-색채검사는 CNT40((주) 맥스메디카, Korea: Fig. 1)을 사용하여 빛에 의한 피검자용 모니터 반사를 방지하기 위해 암실에서 진행하였고 검사거리는 50 cm이었다. 단어-색채검사는 「단어읽기」, 「색채말하기」, 「단어와 단어색이 같을 때 단어읽기」, 「단어와 단어색이 다를 때 단어읽기」, 「색단어 색채말하기」 순서로 총 5가지 과제가 제시된다. 본 검사에 앞서 피검자가 검사에 익숙해지기 위



Fig. 1. CNT(computerized neurocognitive function Test) and one of the five tasks 「word reading」.

해 검사자가 시범을 보여주고 검사자의 시범이 끝나고 피검자의 검사 숙지를 확인 한 후 실제 검사화면이 제시되는데, 매 과제에서 피검자에게 가능한 빨리 읽으라는 지시문이 주어진다. 반응시간은 피검자가 한 과제를 수행해내는 시간이며, 피검자가 과제를 시작 할 때 검사자는 검사자 화면에 있는 ‘검사시작’ 버튼을 누르고 피검자가 과제를 모두 마쳤을 때 ‘종료’ 버튼을 누르면 프로그램이 자동적으로 반응시간을 기록한다. 검사자의 화면에는 피검자가 대답해야 하는 정답들이 제시되고 피검자의 대답 중 틀린 것만을 표시한다.^[1]

1차적으로 시간대별로 착색된 4가지의 색상렌즈에서 시감투과율이 가장 높은 그리고 가장 낮은 렌즈 총 8개의 렌즈로 반응시간의 변화를 검사하였다. 이중 통계적으로 유의한 차이를 보인 색상에서 시감투과율별로 2차적으로 동일한 실험을 하였다.

3. 통계처리

일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였으며, p<0.05일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결과 및 고찰

단어-색채검사에서 제시되는 5가지 과제 중, 통계적으로 유의한 결과를 보인 「색채말하기」와 「색단어 색채말하기」의 결과만을 논하였다. 본 연구에서 짙은색은 D (dark), 옅은색은 L(light)로 표기하였고, 빨강은 R(red), 초록은 G(green), 파랑은 B(blue), 분홍은 P(pink)로 표기하였다. 예를 들어, DR(dark red)은 짙은 빨강을 의미한다.

1. 렌즈색상에 따른 반응시간 검사

1) 색채말하기(color naming)

「색채말하기」는 네모에 칠해져 있는 색상이름을 말하는데 소요되는 반응시간을 측정하는 검사로 결과는 Table 2와 같다. DR을 착용하고 과제를 수행하였을 때 반응시간이 LR을 포함하여 모든 다른 색상들과 비교하여 통계적으로 유의하게 증가하였다(p=0.000). Red의 경우 시감투

Table 1. Tinted lenses used for testing in word-color test

Color	Luminous transmittance (%)
Light red(LR)	68.76
Dark red(DR)	41.27
Light pink(LP)	77.62
Dark pink(DP)	54.35
Light green(LG)	64.56
Dark green(DG)	24.79
Light blue(LB)	83.61
Dark blue(DB)	58.33

Table 2. Response time of color naming according to color of tinted lenses (unit: sec)

	Red	Green	Blue	Pink
Light	13.31±2.71 ^{b)}	12.83±2.51 ^{b)}	12.58±2.39 ^{b)}	12.60±2.27 ^{b)}
Dark	15.68±2.86 ^{a,c,d,e,f,g,h)}	12.91±2.23 ^{b)}	13.25±3.04 ^{b)}	12.75±2.79 ^{b)}

a) p<0.001 : significantly different from light red
 c) p<0.001 : significantly different from light pink
 e) p<0.001 : significantly different from light green
 g) p<0.001 : significantly different from light blue

b) p<0.001 : significantly different from dark red
 d) p<0.001 : significantly different from dark pink
 f) p<0.001 : significantly different from dark green
 h) p<0.001 : significantly different from dark blue

과율이 낮은 렌즈에서 반응시간이 유의하게 길어진 것으로 보아 색상왜곡에 영향을 미친 것으로 사료된다.

2) 색단어 색채말하기(color naming of color word)

「색단어 색채말하기」는 예로 ‘빨강’이라는 단어가 초록색으로 쓰여 있을 때 단어색상인 ‘초록’으로 읽는데 소요된 반응시간을 측정하는 검사로서 결과는 Table 3과 같다. 렌즈색상별 반응시간에서 LR은 DR과 DB를 제외한 색상과 비교하였을 때 통계적으로 유의하게 증가하였으며, DR은 LR을 제외한 모든 색상과 비교하여 반응시간이 증가하였다(p=0.000). 그러므로 「색단어 색채말하기」에서는 다른 색상과 비교하여 LR과 DR에서 반응시간이 유의하게 증가한 것을 미루어 보아 색상왜곡에 영향을 미친 것으로 사료된다.

1차 실험의 결과를 정리하면 green, blue, pink에서는 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하지 않았지만, red에서는 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하여 색상왜곡이 일어난 것으로 사료된다.

2. Red의 시감투과율에 따른 반응시간 검사

렌즈색상별 반응시간을 비교한 결과 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가한 red에서 색상왜곡이 나타나는 시감투과율을 알아보기 위해 2차적으로 동일한 실험을 실시하였다.

1) 색채말하기

「색채말하기」에 소요된 반응시간은 Table 4와 같고 시감투과율이 감소함에 따라 반응시간이 증가하는 경향을

보였다. 시감투과율 41%는 43%를 제외한 모든 시감투과율과 비교하여 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하였고, 43%는 41%와 46%를 제외하고, 46%는 나안(100%)과 비교하여 통계적으로 유의하게 증가하였다(p=0.000). 그러므로 「색채말하기」에서 얻어진 결과값으로부터 나안과 비교하여 시감투과율 46%에서부터 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하였으므로 이 지점에서부터 색상왜곡이 일어난 것으로 사료된다.

2) 색단어 색채말하기

「색단어 색채말하기」에서 소요된 반응시간을 비교한 결과는 Table 5와 같다. 나안 일 때 반응시간이 가장 짧았으며, 시감투과율 41%에서 가장 긴 반응시간을 보여 시감투과율이 감소할수록 반응시간이 증가하는 경향을 보였다. 시감투과율 41%와 43%는 69%와 나안의 결과값과 비교하여 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하는 것을 확인하였다(p=0.044). 그러므로 「색단어 색채말하기」에서 얻어진 결과값으로부터 나안과 비교하여 시감투과율 43%에서부터 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하였으므로 이 지점에서부터 색상왜곡이 일어난 것으로 사료된다.

2차 실험의 결과를 정리하면 red 중 시감투과율 약 46%에서부터 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하여 색상왜곡이 일어난 것으로 사료된다.

색상렌즈를 사용한 이전의 연구에서 이 등⁵⁾은 동체시력을 측정하였고, 최 등⁶⁾은 원거리 사위도에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구는 이전의 연구와 유사하게 색상렌즈를 사용하였지만 검사에 사용될 렌즈색상 선택 시 빛의 삼원색을 기본으로 하였고, 렌즈색상으로 인해 나타날 수

Table 3. Response time of color naming of color word according to color of tinted lenses (unit: sec)

	Red	Green	Blue	Pink
Light	19.19±4.78 ^{c,d,e,f,g)}	16.79±3.61 ^{a,b)}	15.98±3.55 ^{a,b)}	16.50±3.43 ^{a,b)}
Dark	20.79±4.76 ^{c,d,e,f,g,h)}	16.48±3.65 ^{a,b)}	16.66±3.26 ^{b)}	16.65±3.26 ^{a,b)}

a) p<0.01 : significantly different from light red
 c) p<0.05 : significantly different from light pink
 e) p<0.05 : significantly different from light green
 g) p<0.01 : significantly different from light blue

b) p<0.01 : significantly different from dark red
 d) p<0.01 : significantly different from dark pink
 f) p<0.01 : significantly different from dark green
 h) p<0.01 : significantly different from dark blue

Table 4. Response time of color naming according to luminous transmittance of red tinted lenses

Luminous Transmittance (%)	Mean±SD (Sec)
41	16.05±3.04 ^{c,d,e,f,g}
43	15.10±2.81 ^{d,e,f,g}
46	13.84±2.91 ^{a,g}
50	13.24±2.47 ^{a,b}
53	13.03±3.03 ^{a,b}
69	12.93±2.00 ^{a,b}
100	12.38±2.24 ^{a,b,c}

- a) p<0.01 : significantly different from 41%
 b) p<0.01 : significantly different from 43%
 c) p<0.05 : significantly different from 46%
 d) p<0.01 : significantly different from 50%
 e) p<0.01 : significantly different from 53%
 f) p<0.01 : significantly different from 69%
 g) p<0.05 : significantly different from 100%

있는 문제 중 색상왜곡에 관하여 알아보고자 하였다. 또한 색상왜곡이 나타나는 렌즈색상이 있다면 그 색상왜곡이 나타나는 시감투과율을 확인하고자 하였다.

본 연구의 취지와 유사한 이전의 연구로 송 등¹⁷⁾은 선글라스를 착용하였을 때 교통신호등 색감변화에 대한 연구를 위해 빨강, 노랑, 녹색, 파랑, 갈색, 검정색 플라스틱렌즈를 통해 교통신호등렌즈의 분광투과율을 측정 후 계산식에 의해서 색의 3자극치를 구하였다. 본 연구에서 제시되는 과제 중에서 빨강, 노랑, 초록을 인식하는 과제가 있었으므로 신호등 색깔을 인식하는 것과 거의 유사한 상황으로 생각된다. 렌즈색상 중 선행연구와 공통으로 사용된 red, green, blue를 착용하였을 때의 결과를 비교해 보

Table 5. Response time of color naming of color word according to luminous transmittance of red tinted lenses

Luminous Transmittance (%)	Mean±SD (Sec)
41	20.40±4.50 ^{c,d}
43	20.00±3.75 ^{c,d}
46	19.18±4.18
50	19.11±5.76
53	18.79±5.04
69	17.61±4.41 ^{a,b}
100	16.98±4.27 ^{a,b}

- a) p<0.05 : significantly different from 41%
 b) p<0.05 : significantly different from 43%
 c) p<0.05 : significantly different from 69%
 d) p<0.05 : significantly different from 100%

았다. 선행연구에서는 계산식을 사용하여 3가지 색상에서 모두 색감변화가 나타난다는 결론을 얻었지만, 본 연구에서는 계산식이 아닌 색상렌즈를 피검자가 직접 착용하여 검사를 실시하였기 때문에 공통으로 사용된 색상 중에서 red에서만 통계적으로 유의한 변화가 나타났다. 식을 사용하여 이론적으로 얻어진 색감변화와 사람이 직접 색상렌즈를 착용하고 느끼는 색감변화 사이에는 차이가 있을 것으로 생각 할 수 있다.

또한, 마¹⁸⁾의 연구에서는 플라스틱 착색렌즈 시감투과율을 측정하기 위해 렌즈의 분광투과율을 측정한 후 계산식에 의해서 시감투과율을 구하였고, 렌즈의 착색시간이 길어질수록 시감투과율이 떨어진다는 것을 확인하였다. 본 연구에서도 마의 연구와 동일하게 착색시간이 길어질수록 시감투과율이 떨어진다는 것을 확인하였다. 이 연구에서 노란색이 제외된 이유는 착색시간이 늘어나도 시감투과율이 떨어지지 않아서였는데 이는 마의 연구 결과에서도 확인이 되었다.

색안경이 주의집중력에 미치는 영향을 알아보기 위해 이 등¹⁹⁾은 아동을 상대로 나안, 빨간색, 노란색, 파란색, 검은색 색안경을 착용하고 CNT장비를 사용하여 과제를 하는 상황에서 뇌파를 측정하였다. 이 연구는 안경광학에 CNT장비를 처음으로 도입하여 CNT의 평가도구 하위 항목 중 숫자를 사용하는 연속수행검사를 실시하였고 색안경에 따라 주의집중도는 변화가 없는 것으로 결론을 얻었다. 반면에 본 연구에서는 단어-색채검사를 사용하여 색상 왜곡에 의해 나타나는 주의집중도가 red에서 유의한 변화가 있다는 결론을 얻었다. 이는 본 연구와 이 등의 연구에서 사용한 주의집중도 검사방법이 CNT의 하위항목 중 달라서 나타난 결과이며, 선행연구가 사용한 검사의 과제는 색상인지와 관련이 없었지만 본 연구에서 사용한 검사의 과제는 색상인지가 필요한 과제도 함께 포함되어 있었기 때문에 사료된다.

Boxtel 등¹⁰⁾은 연령증가에 따라 나타나는 일반적인 시각적 문제들이 단어-색채검사의 각 과제에 미치는 영향을 연구하여 다른 시기능의 문제들을 무시해서는 안 된다는 결과를 보고하였다. 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 렌즈색상과 시감투과율 외에 검사결과에 영향을 미칠 수 있는 시기능과 관련된 요인들을 통제하였고, 비슷한 연령대의 피검자들을 선정하여 단어-색채검사를 실시하였다.

또한 류 등¹¹⁾은 단어-색채검사를 실시하여 검사과정 중 다른 요인에 의해 「Stroop 효과」가 입증되지 않았다고 보고하였지만, 본 연구에서는 글자와 색상이 일치하지 않는 「색단어 색채말하기」를 수행하는데 있어 더 많은 반응시간이 소요됨으로써 「Stroop 효과」가 잘 입증되었다.

렌즈색상에 따른 검사에서 나안에 비해 색상렌즈를 착

용한 경우 전반적으로 반응시간이 증가하는 경향을 보였으며, 그 중에서도 red에서 통계적으로 유의하게 증가하였다. 이는 장파장만을 투과시키고 그 외 대부분의 파장을 차단해버리는 red의 특성에 의한 것으로 사료된다.

본 연구에서 red의 시감투과율별 검사에 사용된 렌즈는 시감투과율이 43, 46, 50, 53, 69, 100%(나안)으로 총 7가지였다. 렌즈를 시감투과율별이 아닌 시간대별로 착색하여 렌즈의 시감투과율이 일정치 않다는 점이 미흡하다. 추후에는 이 부분을 보완하여 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

단어-색채검사에서 모든 과제에서의 답은 ‘빨강, 노랑, 파랑, 초록’ 4가지로 제한을 하여 피검자에게 이 중 하나를 선택하게 하였다. 답을 제한한 이유는 검사자가 피검자의 대답에 대해 좀 더 객관적으로 판단을 할 수 있으며, 피검자는 렌즈에 의해 제시되는 시표의 색상이 달라보이게 되면 현재 보고 있는 색상과 4가지의 답 중 가장 가까운 하나의 답을 선택해야하므로 답 선택을 위한 생각하는 시간 때문에 반응시간이 증가 할 것이고, 반응시간이 증가한다는 것은 색상왜곡이 나타난 것으로 해석 할 수 있을 것이라 생각하였기 때문이다.

결 론

본 연구는 착색렌즈의 색상과 시감투과율의 변화에 따라 나타나는 색상왜곡을 보기위해 CNT 중 단어-색채검사를 실시하였고, 색상인식과 관련이 있는 두 과제(색채말하기, 색단어 색채말하기)에서 모두 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. Red, green, blue, pink의 4가지 렌즈색상 중 red에서 통계적으로 유의하게 반응시간이 증가하였고, red를 시감투과율별로 착용하고 동일한 검사를 실시한 결과, 나안과 비교하여 「색채말하기」에서는 시감투과율 46%에서, 「색단어 색채말하기」에서는 시감투과율 43%에서부터 반응시간이 통계적으로 유의하게 증가하였다. Red를 렌즈색상으로 선택 할 경우 렌즈의 시감투과율이 약 46% 이하가 되면 사물의 색상이 왜곡되어 보일 수 있어 색상렌즈를 착용한 운전자가 신호등이나 안전표지판을 볼 때 안전사고로 이어 질 수 있으므로 착용하기에 적합하지 않다는 객관적인 기준을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 색상렌즈와 단어-색채검사를 함께 사용하여 색상왜곡으로 인한 집중도변화의 결과를 객관적으로 얻을 수 있으므로 단어-색채검사가 추후에 색상인지와 관련되는 연구에 폭넓게 활용되기를 기대해 본다.

REFERENCES

- [1] Bae DS, Lee JB, Ban YG. Computerized neurocognitive function test, 1st Ed. Seoul: Hanamedibook, 2005:65-76.
- [2] Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. J Experimental Psychology. 1935;18(6):643-662.
- [3] Lim HS, Ji TS, Kim BH. A study on the optical properties of sunglasses lens. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2000;5(1): 193-198.
- [4] Horprasert T, Harwood D, Davis L. A robust background subtraction and shadow detection. <http://www.ces.clemson.edu/~stb/ece904/fall2011/HorprasertACCV2000.pdf> (13 October 2014).
- [5] Lee MA, Kim YJ, Jeong JH. Differences of dynamic visual acuity according to optical lens color. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2011;16(1):7-11.
- [6] Choi HS, Park SJ, Lee SJ, Jin MS, Jin J, Ryu GC. The change of the phoria in accordance with the color and concentration of the color lens. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2011;16(3):339-343.
- [7] Song YY, Lee HJ. Studies in changes in color sensation of traffic lights when wearing sunglasses. Korean J Vis Sci. 2003;5(2):45-61.
- [8] Mah KC. The luminous transmittance of dyed CR-39 lenses. Annual Bulletin of Seoul Health Junior College. 1992;12:165-170.
- [9] Lee JS, Song HM, Jeon BJ, Jeong JH, Kim JH, Lee KJ, Lee JY. The Effects of implementation of tinted eyeglasses on concentration through EEG examination. J Korean Soc Occupational Therapy. 2009;17(2):91-104.
- [10] Bostel M, Tusscher M, Metsemakers J, Willems B, Jolles J. Visual determinants of reduced performance on the stroop color-word test in normal aging individuals. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2001; 23(5):620-627.
- [11] Lyoo IK, Kwon JS, Ha KS. Development and standardization of the computerized higher cortical function assessment for Korean adults. J Korean Neuropsychiatr Assoc. 2002;41(3):538-550.

A Study on Color Distortion according to Colors and Luminous Transmittance of Lenses using Word-color Test

Gyeong Sun Lee², Su A Jung², Chang Jin Kim², Seok Jun Yang², Sang-Young Oh²,
Byoung Jin Jeon², Hyun Jung Kim², and Eun Jung Choi^{2,*}

¹Dept. of Optometry, Konyang University, Daejeon 302-718, Korea

²Dept. of Occupational Therapy, Kangwon National University, Samcheok 245-905, Korea

(Received November 5, 2014; Revised November 19, 2014; Accepted November 20, 2014)

Purpose: This study was to investigate color distortion by colors and luminous transmittance of lenses with word-color test included in computerized neurocognitive function test (CNT). **Methods:** 32 subjects aged 21.97 ± 1.58 years with no ocular disease and color vision deficiency were selected. Four colors of tinted lenses, which were red, green and blue included in the primary colors of light and pink, and word-color test in CNT to evaluate changes in cognitive function by color distortion were used. **Results:** Response time was not significantly increased in green, blue, and pink among four colors, but significantly increased in only red color. And response time was significantly increased below 46% of luminous transmittance in red color. **Conclusions:** It should be cautious and careful of the red-tinted lens choice because red color with below 46% of luminous transmittance can distort colors of objects, and it could be related to safety problem. It is suggested that word-color test could be extensively used for further studies on color recognition.

Key words: Color distortion, Computerized Neurocognitive Function Test (CNT), Word-color test, Colors of lenses, Luminous transmittance