

■ 論 文 ■

도로명판 및 교통표지판 인지에 미치는 시기능의 영향

Impact of Visual Performance on Recognition of Road and Traffic Sign

추 병 선

(뉴사우스웨일즈대학교 겸안학·시과학학과 책임연구원)

목 차

- | | |
|---|---|
| <p>I. 서론 1. 연구의 배경과 목적</p> <p>II. 본론 1. 연구 방법</p> | <p>2. 연구 결과</p> <p>III. 결론 및 향후연구과제</p> <p>참고문헌</p> |
|---|---|

Key Words : 시력, 도로명판, 판독거리, 폐쇄순환도로, 안구운동
Visual Acuity, Traffic road sign, Legibility distance, Closed-road circuit, Eye movement

요 약

본 연구의 목적은 서로 다른 시력조건하에서 도로명판과 도로표지판에 대한 판독거리와 판독시 안구의 움직임 (응시시간, 응시수)에 대한 측정을 수행하였다. 실험은 실제 도로상황과 유사한 환경을 가진 폐쇄순환도로에서 피실험자가 실제 차량을 운전하면서 실시되었으며, 실험을 위하여 규격에 맞게 제작되어진 도로명판과, 도로 양옆에 위치해 있는 실제 교통표지판 (도로명판, 속도제한 표지판)을 이용하였다. 시력조건은 안경렌즈를 이용하여, 시력이 1.2인 조건과 1.0 그리고 0.8의 조건을 구현하였으며, 각 실험자가 3가지의 시력 조건에 대해 실험을 수행하였다. 시력조건이 1.2인 경우와 0.8인 경우의 판독거리는 유의한 수준의 차이를 보였으며, 응시시간과 응시수는 표지판의 크기가 작은 경우에 시력조건별 차이를 보였다. 본 연구의 결과는 운전에서 시력 교정의 중요성을 보여주었으며, 운전면허 기준시력을 넘는다고 해도 시력의 정도에 따라 판독거리, 그리고 판독시 안구운동의 효율성에서 차이를 보일 수 있다.

The purpose of this study was to determine the legibility distance for traffic road sign and traffic sign, fixation duration and number of fixation during the time of recognition of traffic road signs under different vision conditions. This experiment was conducted on a closed-road circuit which has realistic driving road and environment. Each participant drove the real vehicle for the experiment and specially built traffic road sign for the experiment and traffic road signs on the side of closed-road circuit were used. Different vision conditions were simulated using spectacle lenses to reach visual acuity 1.0 and 0.8 and it was 1.2 without spectacles and each participant tested under 3 vision conditions.. The result of this study demonstrated that there was a significant difference on legibility distance between visual acuity of 1.2 and 0.8 and there were also significant difference on fixation duration and number of fixations with smaller traffic signs. This study demonstrated the importance of vision correction for driving at night-time, also showed there would be difference on legibility distance and efficiency of eye movement such as fixation duration and number of fixation despite of satisfied visual acuity for driver's license requirement.

1. 서론

1. 연구의 배경

운전 중 90% 이상의 외부정보를 받아들이는 감각기관이 시각이며 (Hills, 1980), 나머지는 청각, 촉각 등의 감각기관에 의존하는 것으로 알려져 있다. 안전 운전을 위한 시력의 중요성으로 인해 각국마다 운전면허를 취득을 위한 최소 시력을 규정하고 있으며, 우리나라의 경우에는 1종 면허를 취득하기 위한 시력 조건은 양안 0.8이상, 2종 면허는 0.5이상의 양안 시력을 조건으로 하고 있다 (운전면허 시험 관리단 시력 기준). 이런 시력 기준을 정하는 목적은 운전자로 하여금 복잡한 교통상황 하에서 잠재적인 위험요소를 효과적으로 인지하고 대응할 수 있도록 하는데 있으며, 또한 도로변이나 도로상에 있는 교통 표지판이 제공하는 교통상황, 길안내, 준수속도 등에 대한 정보를 먼 거리에서 판독하여 안전운행을 할 수 있도록 하는데 있다.

하지만 여러 가지 변수로 인해, 도로표지판의 이해정도와 인식정도가 달라질 수 있는데, Hasim, Abdul (2002)는 4774명의 운전자의 설문조사를 분석할 결과, 표지판에 사용되는 기호의 이해도 나이, 성별, 교육, 수입에 따라 차이가 있다고 제시하였다. 최기주와 최병운 (2001)은 국도상에 설치되어 있는 표지판을 대상으로 하여, 주행속도와 정보의 양, 그리고 주행 차로의 변수를 고려한 표지판 시인거리 측정실험을 GPS(Global Positioning System) 수신기를 이용하여 시인거리를 측정하였는데, 실험 결과, 판독거리에서 가장 큰 영향을 미치는 변수는 주행속도, 정보의 양, 주행차로의 순으로 나타났으며, 적정 시인거리의 확보를 위한 도로표지의 설치방안을 제시하였다. 특히나 도로표지판에 대한 판독거리(legibility distance)는 표지판의 글자 크기, 글자와 배경과의 대비감에 영향을 받으며(Olson and Bernstein, 1979), 이기영외 3인(2006)은 표지판 규격과 내부글자 크기와의 적정 조합에 의해 결정되는 여백률 또한 판독성에 영향을 미치는 요소라고 하였다. 유사한 연구로써, 이용재외 2인(1990)은 도로표지판에 대한 운전자의 판단가능 거리와 글자규격에 대한 연구에서, 글자규격에 따라 운전자의 판단가능거리에 영향을 주고 있음을 제시하였으며, 시인성 향상을 위한 글자간격, 글자크기, 그리고 글자 굵기에 대한 적정 규격을 보고하였다. 정성재외 2인(1995)은 문자배열 방식과 색채

의 대비감도가 차량번호판의 인식에 미치는 영향에 대한 연구에서, 색채의 대비감도는 인식에 영향을 미치지 않았으나, 문자배열의 방식에 따라 오독률에 차이가 나타남을 제시하였다.

주간, 그리고 야간 운전 시에 주변 광량의 차이로 인해 표지판에 대한 판독거리가 큰 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(Schnell et al., 2007). 또한 같은 시력 조건이라도 연령 증가에 따라서 판독거리가 차이가 나는데, 25세 이하에 비해 61세 이상일 경우에 25~35%정도의 감소된 판독거리를 보였다고 보고하였다(Sivak et al., 1981, Evans and Ginsburg, 1985). 설문을 이용한 다른 연구에서도 노령자들은 저 광량 시에 교통표지판 판독, 이정표 인식에 특히나 어려움을 호소하는 것으로 나타났다(Yee, 1985). 또한 이런 교통표지판 판독의 어려움은 노령자들의 사고 위험을 높이는 요소라고 알려져 있으며(Huston and Janke, 1986), 복잡한 교통 상황에서는 교통표지판에 적절히 대응하지 못하는 것으로 나타났다(Diew and Kai, 2001).

지우석과 오은정(2003)이 시행한 도로표지판 글자의 적정성에 대한 연구에서, 연령이 증가할수록 도로표지판 글자가 작아서 어려움을 호소하는 비율이 상승하였는데, 50~60세의 응답자는 21%, 그리고 70세 이상의 응답자는 32%가 도로표지판 인식에 어렵다고 밝혔다. 이런 교통표지판에 대한 감소된 판독거리 혹은 인식의 어려움으로 인해, 교통표지판의 지시에 따라 안전하게 주행 중인 차량을 조작하는데 어려움을 겪는 것으로 보고되었다(Kline et al., 1992). 이런 연령 증가에 따른 교통표지판 판독의 어려움은 정상적인 안구의 노화현상인 수정체의 혼탁, 그리고 동공의 크기 감소로 인한 망막 내에 전달되는 빛의 양이 감소되는 것이 주요 원인으로 알려져 있다(Weale, 1992, Klein et al, 1995). 글자체의 종류와 크기에 따른 가독성, 읽는 속도, 정확도와 읽는 속도의 비율에 대한 연구에서는 10-point와 12-point의 Times New Roman과 Arial체를 비교하였는데, 10-point anti-alised Arial체가 읽는 속도가 감소하는 것으로 나타났으며, 12-point dot-matrix Arial체를 가장 선호하는 것으로 나타났다(Bernard et al., 2003).

하지만 이런 기존의 연구들은 주로 동일한 시력조건에서 실험이 진행 되었으며, 특히나 연령증가에 따른 판독거리 변화, 그리고 광량변화가 판독거리에 미치는 영향을 연구하는데 한정되었다. 또한 대부분 실내 실험 환

경 하에서 시뮬레이션을 이용하여 실험이 진행이 되어, 현실성이 결여되는 제한점이 있었다.

따라서 본 연구에서는 실제 도로 환경에서 동일한 연령집단을 대상에서 서로 다른 시력이 주어졌을 경우, 판독거리에 미치는 영향을 측정 하는 것을 목적으로 하였다. 실제로 많은 운전자들이 시력이 운전면허를 취득할 수 있는 1종 면허기준의 최소조건인 양안 0.8이상을 만족할 지라도, 운전자간의 시력 정도의 차이가 있으며, 이는 시력이 완전 교정상태가 아닌 미 교정 혹은 저 교정 상태에서 운전을 하는 것을 의미할 수 있다. 이는 판독거리에 영향을 미치는 요소가 될 수 있으며, 그 영향에 대한 연구가 필요하다.

특히나 야간 판독거리가 주간에 비해 현저하게 줄어들고, 해가 진후에 일어난 사고의 수가 낮 시간 동안 일어난 사고보다 많은 것을 고려하여(Plain et al, 2006), 야간 운전시의 판독거리에 대한 연구를 수행하였다. 또한 교통표지판을 얼마나 효율적으로 인지하는데 자료를 얻고자, 실시간으로 안구의 움직임을 추적할 수 있는 안구추적시스템(eye tracker)를 이용하여 운전자가 교통 표지판을 주시를 시작하면서부터 인지를 하는데 까지 걸리는 시간인 응시시간(fixation duration)과 주시하는 동안 일어난 안구의 움직임 수인 응시수(number of fixation)을 측정하였다.

II . 본론

1. 연구 방법

1) 실험 참여자와 시력조건

본 실험은 반복측정설계(repeated measure design)로 되었으며, 실험 참여자는 현재 운전면허를 가지고 있으며, 안경을 착용하지 않은 15명(남 8, 여 7명)을 선별하였다. 평균 연령은 42.53세 (SD: 6.10, 연령 범위: 35~50세)이었으며, 운전 경력은 평균 15±8.2년 이었다.

참여자들은 실험에 참여 가능 여부를 판단하기 위해 안과질환에 대한 검사와 시력을 측정하였으며, 시력이 1.0이상인자로 한정하여 선별하였다. 15명의 참가자의 평균 시력은 1.21 (SD: 0.87)로 측정되었다. 저 교정의 시력조건을 구현하기 위해서, 2가지의 서로 다른 도수의 플러스 렌즈가 들어있는 준비된 안경을 착용토록

하였다. 두 가지의 안경 도수는 +0.25D와 +0.50D로, +0.25D의 안경을 착용하면 일반적인 시력표에서 읽을 수 있는 줄이 한 줄 정도 감소하는 수준이며, +0.50D의 안경을 착용하면 2줄 정도 감소하는 수준이다. 따라서 전체적인 측정조건은 정상조건과 +0.25D의 플러스 렌즈가 들어간 안경을 착용한 조건, 그리고 +0.50D의 플러스 렌즈가 들어간 안경을 착용한 조건으로 3가지 시력 조건을 구현하였다. 실험을 실시하기에 앞서 참가자의 시력을 조건별로 측정하였으며, 측정치는 표1과 같다.

2) 실험환경 및 차량

(1) 폐쇄순환도로 및 실험용 차량

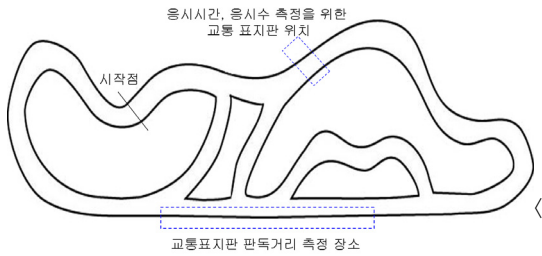
본 연구는 폐쇄순환도로 (Closed-road circuit)에서 비가 오지 않은 날, 일몰 후에 실시되었다. 이 폐쇄순환도로는 호주 브리즈번에 소재하고 있으며, 주로 급급차량 운전자, 대형화물 운전자, 경찰차 운전자 및 일반 차량 성능 테스트에 사용되고 있으며, 여러 가지 형태의 트랙을 가지고 있는데, 이중에 본 연구가 시행된 트랙은 외곽순환의 길이가 4km로 1차로와 2차로가 혼합한 형태의 도로로 구성되어 있으며, 교차로와 각종 도로 표지판이 있으며, 차로 주변에는 숲으로 되어 있으며, 가로등은 없으며, 시 외곽 지역의 도로와 흡사한 형태로 만들어져 있다 (<그림 1~3> 참조).

<표 1> 참가자들의 조건별 측정 시력

| | 정상 조건(A) | +0.25D 조건(B) | +0.50D 조건(C) |
|------|----------|--------------|--------------|
| 평균 | 1.21 | 1.00 | 0.80 |
| 표준편차 | 0.87 | 0.88 | 0.94 |



<그림 1> 폐쇄순환도로의 항공사진



〈그림 2〉 본 실험이 시행된 폐쇄순환도로의 도식도



〈그림 3〉 폐쇄순환도로 내에 있는 각종 도로 표지판



〈그림 4〉 연구에 사용된 실험용 차량

이 폐쇄순환도로는 이미 여러 건의 운전과 시기능 관련 연구가 진행되었으며, 실험용 차량 외에 다른 차량이 없는 관계로 상대적으로 안전하고, 실제와 비슷한 상황 구현이 가능한 장점을 가지고 있다. 실험용 차량은 자동 기어를 가진 오른쪽 운전대의 닛산의 맥시마 (Nissan Maxima)를 이용하였다 (〈그림 4〉 참조).

(2) 안구추적 시스템

원거리의 교통표지판을 바라볼 때, 안구의 움직임 (응시시간과 응시수) 측정은 ASL Mobile Eye라는 고글안경 타입의 안구추적 시스템을 사용하였다 (〈그림 5〉 참조). 이 측정 장치는 안경테의 한쪽 부분에 2개의 소형 카메라를 설치한 형태이며, 한 카메라는 안구 각막의 빛

반사를 추적하는 역할을 하며, 다른 하나의 카메라는 착용자가 바라보는 전면부를 각각 30Hz의 속도로 촬영하게 되어 있어, 운전자의 머리 움직임이나 몸의 움직임에 영향을 받지 않고 데이터를 수집할 수 있는 장점이 있다. 또한 두개의 카메라에서 얻어진 화면은 교정 (calibration)과정을 거치면, 정면부의 화면 내에서 운전자가 바라보는 위치가 실시간으로 표시되며, 특정 한 부분을 바라보게 되면, 그 부분을 바라본 응시 시간과 응시수를 얻을 수 있게 된다. 본 장치에서 응시수의 정의는 0.1초 이상의 응시가 한곳에서 일어나게 되면, 하나의 응시로 간주된다. 하지만 0.1초 이하의 응시가 나타나면 이는 응시가 아닌 눈의 움직임 동작으로 간주되어 응시수로 간주되지 않는다.

(3) 사용된 도로명판과 측정 변수

도로명판에 대한 판독거리

폐쇄순환도로상에 많은 표지판이 있지만, 야간 운전 시에는 차량의 전조등의 방향에 따라, 판독거리가 크게 차이가 나므로, 도로상의 설치되어 있는 표지판을 이용하지 않고, 실제 규격에 맞는 별도로 도로명판을 주문/제작을 하였으며, 하얀색 바탕에 검은색의 글자 형태로, 글자의 크기는 세로 10cm로 되어 있다 (〈그림 6〉 참조). 이 표지판은 4개를 제작하였으며, 측정 시에는 무작위로 선정하여 사용하였다



〈그림 5〉 연구에 사용된 안구추적 시스템 (ASL Mobile Eye)



〈그림 6〉 판독거리 측정에 사용된 도로명판

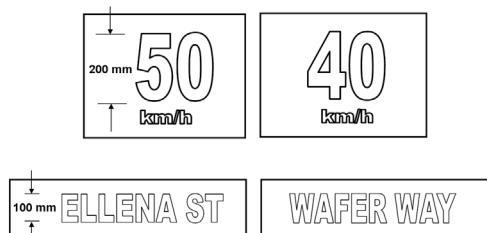
본 연구에서는 도로명판의 판독거리를 정확하게 측정하는 것을 목적으로 하였으며, 따라서 차량의 전조등이 도로명판에 도로에서 동일한 각도에서 비추어지도록 하기 위하여, 표지판을 도로 한가운데 설치하였으며 (<그림 7>), 실험 차량이 이 부근을 지날 때, 바로 멈출 수 있는 저속(시속 5~10km)으로 운전하게 하였으며, 도로명판의 글자를 읽을 수 있을 때 바로 차량을 멈추도록 하였으며, 차량과 도로명판과의 거리를 디지털 미터계를 이용하여 측정하였으며, 개인별 총 3회를 실시하여 그 평균치를 측정 거리로 하였다.

도로명판과 도로표지판 응시시간과 응시수

표지판을 얼마나 빨리 인식할 수 있는가를 측정하기 위해서, 표지판을 판독하는 동안, 표지판위에 안구의 응시(fixation)가 일어난 시간과 응시시간 동안 일어난 안구의 움직임을 측정하였는데, 이는 폐쇄순환도로 양옆에 설치되어 있는 도로표지판 중에서 직선거리 상에 놓여있는 표지판 중에 도로명판(글자의 세로길이 10cm) 2개와 도로표지판(속도준수 표지판, 글자의 세로 길이 20cm) 2개를 선정하여 사용하였으며 (<그림 8>참조), 운전 중에 이 표지판들을 바라보고 판독하는 순간의 응시 시간과 응시수를 안구추적 시스템을 이용하여 측정하였다.



<그림 7> 도로명판이 차량 전조등에 비추어지는 모습



<그림 8> 응시시간과 응시수 측정에 사용된 도로명판과 도로표지판(속도제한 표지판) 도식도

3) 실험 절차

운전자(피실험자)에게 안전수칙과 연구목적과 실험 참가 동의를 얻었으며, 운전자는 안구추적측정 장치를 착용하게 하였다(<그림 9>). 차량 조작과 운전트랙에 익숙해지도록 외곽 트랙을 한 바퀴 돌게 하는 연습 운전을 실시하였으며, 그 후 실제 실험을 진행을 하였다. 각 개인들은 연습 운전을 제외하고, 폐쇄순환도로의 외곽을 각 시력조건별 측정 변수를 각 3회씩 측정하도록 하였으며, 그 평균치를 사용하였다. 시력조건 순서는 무작위로 정하여, 순서에 따른 학습효과를 상쇄하도록 하였다.

4) 자료처리 방법

참가자로부터 도로명판 판독거리 그리고 도로명판과 도로표지판을 인식하는데 걸린 응시시간과 응시수에 대한 자료를, 각 시력에 따른 그룹별 측정변수를 SPSS를 사용하여 분석하였으며, 사용된 통계방법은 기술통계, 반복측정 일원변량분석(ANOVA)을 사용하였으며, F비가 유의할 경우 사후검정으로 쌍대비교(Pairwise comparison)를 사용하였다.

2. 연구 결과

본 연구에서 측정하고자 했던 주요 지표들은 도로명판에 대한 판독거리(m), 서로 다른 크기를 가진 도로표지판을 판독하는데 소요되는 응시시간(s)과 응시수(n)이었다. 또한 실험차량에 장착된 GPS 시스템(Vigil system)을 통하여, 각 운전자의 평균 속도를 구하였다. 먼저 각 시력 조건별 평균 운전속도는 40.2±8.2km, 39.4±5.3km 그리고 37.8±6.4km로 조건별 약간의 평균 운전속도 차이는 있으나, 매우 적은 차이였으며, 통계



<그림 9> 피실험자가 안구추적시스템을 착용한 모습

적으로도 유의하지 않은 결과를 보였다. 시력 조건별 측정변수별 평균측정치와 표준편차는 표 2 와 같다.

1) 도로명판 판독거리

도로명판에 대한 판독 거리는 시력 조건별로 유의적 차이를 보였다 ($F(1.29, 18.01)=38.30, p<0.001$). 정상시력이었을 경우, 도로명판을 읽을 수 있는 거리는 60m가 넘는 수준이었으며, 플러스 +0.25D의 렌즈를 착용하였을 경우에는 이 거리가 52m로 줄어들었으며, 플러스 +0.50D의 조건이었을 경우에는 이 판독거리가 더욱 줄어들어 42m 정도에서 표지판을 읽을 수 있었다. 이 판독거리는 정상시력이었을 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보였으며, 또한 +0.25D인 경우에도 +0.50D인 경우에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 긴 가시거리를 나타냈다.

2) 도로명판과 제한속도표지판 응시시간

폐쇄순환도로상에 있는 표지판을 인식하기 위해 운전자들이 표지판을 응시한 시간에 있어서는, 표지판의 글자가 작은 경우 (도로명판, 세로 10cm)인 경우, 시력

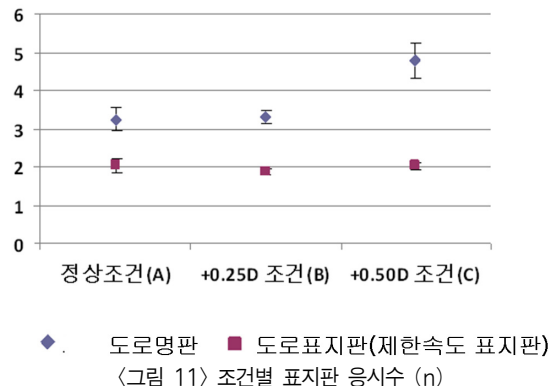
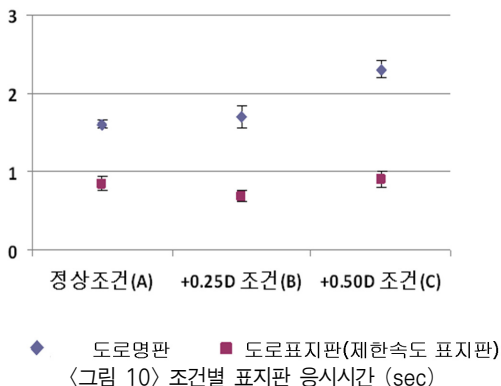
조건별 유의적 차이가 있었으나 ($F(1.28, 17.93)=14.22, p=0.001$), 표지판의 글자가 큰 제한속도 표지판 (세로 20cm)인 경우에는 시력 조건별 차이를 보이지 않았다 ($F(2, 28)=1.95, p=0.16$). 작은 표지판이었을 경우에는 운전 중 그 표지판을 인식하기 위해 응시한 시간은 1.6초 정도였으나, +0.50D 조건이었을 경우에는 2.3초로 0.7초의 응시시간이 늘어났다(<그림 10>).

3) 도로명판과 제한속도 표지판 응시수

도로표지판을 응시하는 동안 눈의 움직임을 측정한 응시수는 응시시간과 비슷한 결과로, 도로명판인 경우 시력 조건별 유의적 차이를 보였으나 ($F(2, 28)=8.46, p<0.001$), 제한속도 표지판인 경우에는 통계상 차이가 없었다 ($F(1.24, 17.38)=0.42, p=0.57$). 정상시력인 경우와 +0.25D의 조건이었을 때, 도로명판을 바라볼 때 발생한 응시수는 제한속도 표지판을 바라볼 때 발생한 응시수에 비해 1.5배정도 많은 수가 발생한 반면, +0.50D의 시력 조건이었을 경우에는 2배 이상의 응시수가 소요된 것으로 나타났다(<그림 11>).

<표 2> 시력조건별 평균 측정치와 표준편차

| 구분 | | 정상조건(A) | +0.25D조건(B) | +0.50D조건(C) | 유의성 수준 |
|---------------|---------|-------------|-------------|--------------|------------------------------------|
| 도로명판 가독거리 (m) | | 60.01(8.15) | 52.99(7.72) | 42.19(12.46) | B,C<A, $p<0.001$ C<B, $p<0.001$ |
| 응시시간(s) | 도로명판 | 1.61(0.20) | 1.70(0.57) | 2.31(0.42) | C<A, $p<0.001$ C<B, $p=0.006$ |
| | 제한속도표지판 | 0.85(0.34) | 0.69(0.25) | 0.90(0.40) | $p=0.161$ |
| 응시수(n) | 도로명판 | 3.23(1.18) | 3.30(0.62) | 4.77(1.76) | C<A, $p=0.001$ C<B, $p=0.008$ |
| | 제한속도표지판 | 2.03(0.74) | 1.87(0.30) | 2.03(0.40) | $p=0.57$ |



III . 결론 및 향후 연구

시각은 안전운전을 하는데 있어서 가장 중요한 감각 기관이며, 실제로 운전을 하는데 요구 되는 정보량의 90%를 받아들이는 것으로 알려져 있다(Hills, 1980). 하지만 이런 시력이 최적의 상태로 교정되어 있지 않다면, 도로 표지판의 정보를 효율적으로 인식하는데 장애가 될 수 있으며, 이는 급작스런 운전조작을 유발하는 요인이 될 수도 있다. 이에 본 연구에서는 서로 다른 시력 조건일 때, 야간 운전시의 도로 표지판에 대한 판독거리와 판독시에 일어난 안구의 움직임에 대한 실험을 수행하였다.

먼저, 본 실험에서는 시력 조건별 도로명판 판독거리는 통계적으로 차이를 보였는데, 시력이 1.2이상인 경우에 61m를 넘었으며, 평균 시력이 1.0인 조건에서는 54m이었으며, 0.8인 경우에는 판독거리가 40m이었다. 특히나 시력이 0.8인경우의 판독거리는 안전운행에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 실제로 주간에 표지판을 인식하고 차량을 안전하게 정지시키는데 걸리는 거리는 38m (인지와 반응시간 2.5초 가정, 마른 도로상에서 40km 속도로 주행 시)라고 Leibowitz(1998)이 밝힌 바 있으며, 또한 광량이 부족한 야간운전의 경우에는 반응시간과 정지거리가 더욱 늘어나게 되어, 40m의 판독거리는 차량을 안전하게 운행하는데 부족한 거리가 될 수 있다.

또한 본 연구에서는 판독거리 측정시, 차량의 전조등의 표지판을 비춘다는 가정아래 측정을 하였으며, 실제 도로 상황에서는 표지판이 도로의 양 옆에 위치하므로, 전조등의 광원이 표지판을 정면에서 비추지 못하고, 측면에서 비추게 되어, 본 실험의 측정치에 비해 다소 감소할 것이다.

다른 측정 변수로는 응시시간과 이 응시시간 동안 일어난 응시수를 측정하였는데, 이 응시시간은 어떤 사물을 바라보면서 인지할 때까지 눈의 시선이 그 사물에 머물렀던 시간을 의미하는데, 시간이 길어지면 길수록 사물 인지에 더 오랫동안 시선이 머물러야 한다는 것을 의미한다. 먼저 표지판의 글자가 작은 경우에는 (도로명판, 글자의 세로 크기 10cm) 모든 시력조건에서 평균 응시시간은 1.88초, 도로표지판의 경우에는(속도준수 표지판, 글자의 세로 크기 20cm) 0.84초로 글자가 작은 경우에는 표지판을 인식하기 위해서 소요된 응시시간이 2배 이상으로 나타났다.

운전자는 운행 중 표지판으로부터 필요한 정보를 얻기 위해 응시를 하게 되고, 필요한 정보를 취득하게 되면 다시 안전 운행을 위해 정면의 도로 상황을 주시하게 된다. 따라서 이 응시시간이 짧아질수록 주변 상황에 살필 수 있는 시간이 상대적으로 길어지게 되며, 이는 안전 운행과 밀접한 관계를 이루게 된다. 또한 Wierwille (1993)은 운전자가 주행 중 정면을 주시하지 않고 다른 곳을 주시하면서 안전하게 운행할 수 있는 시간은 1.6초 정도로 보고 있으며, 이 응시시간을 넘어서게 되면, 사고 가능성이 높아진다고 보고 있다.

응시수는 큰 교통표지판에서는 시력조건별 차이가 없었으나, 표지판의 글자가 작은 경우, 시력이 0.8인 경우에 1.2인 경우에 비해, 표지판 인지에 2배 이상의 안구 움직임을 보였다. 이는 응시시간과 연관된 사항으로, 운전 전에 필수적인 전방 주시에 할당하는 시간이 상대적으로 줄어들게 한다.

본 연구의 결과는 시력이 운전면허 취득을 위한 시력 기준 사항을 만족한다고 하더라도 (0.8 이상), 시력의 정도에 따라서, 표지판에 대한 판독거리, 그리고 판독에 소요된 응시시간/응시수에서 차이가 나타나는 것을 보여주었다. 정확한 통계는 없으나, 많은 운전자들이 시력이 교정 되지 않은 상태에서 운전을 행하는 경우가 있을 것이며, 이는 특히나 교통표지판을 판독하는데 있어서 영향을 미쳐, 안전 운행에 방해가 되는 요소가 될 수 있다.

특히나 야간운전시의 우리의 눈의 시야 상태는 주간에 비해서 변화가 오는데, 적은 광량으로 인해 동공이 커지게 되어, 구면수차 증가, 색수차가 발생하여 굴절상태가 더욱 근시상태로 이동을 하게 되는데, 이를 야간근시라 한다(Charman, 1996). 따라서 눈의 굴절력 상태가 정시 혹은 근시였던 운전자는 시력이 야간에 더욱 감소하는 것을 경험하게 되며, 판독 거리 감소 등으로 인해 안전운행에 있어서 부정적인 요소가 될 수 있다.

따라서 운전자의 판독거리 향상을 위해 시력이 최적으로 교정되어 있는지, 그리고 야간에 야간근시 발생으로 인해 시력이 감소하는 것을 느꼈다면 주간과 다른 별도의 시력교정 (안경, 혹은 콘택트렌즈)기구를 고려하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

한편 본 연구의 한계와 제한점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 도로명판 판독거리 측정에 있어서, 이는 표지판을 판독하고 차량을 정지시킨 거리를 측정 한 것으로, 개인별로 브레이크를 밟아 차량을 정지시키는 거리의 차이가 있을 것으로 사료되며, 본 실험에서는 동일하다는 가

정하여 분석을 하였다. 따라서 실험에서 제시한 판독거리는 실제보다 다소 멀어질 수 있다. 또한 차량을 저속으로 운행하다가 정지를 시킨 만큼, 실제 도로상에서 고속으로 주행 중, 표지판을 보고 차량을 정지시킨다고 가정을 하면, 표지판과 정지된 차량의 거리는 더욱 짧아질 것이다.

둘째, 실제 교통표지판은 도로의 양옆에 위치하게 되나, 본 연구에서는 표지판을 도로의 한가운데에 위치시켜 실험을 진행하였다. 이는 모든 조건에서 표지판이 동일한 각도에서 전조등에 의해 비쳐지는 것을 목적으로 하여, 조건 간 비교를 하기 위함이었다. 물론 실제 도로 양옆에 위치한 도로 표지판 높이나, 전조등의 비쳐지는 각도가 본 실험에 비해 이상적이지 않은 조건으로 판독 거리는 줄어들 것이다.

셋째, 실제 도로상에는 다양한 크기의 표지판이 존재하고 있으나, 본 실험에서는 공간적인 제약과 표지판의 다양성에 대한 제약성으로 인해, 2가지 크기의 표지판을 사용하였다. 하지만 실제 고속 도로상에 있는 표지판의 크기는 본 실험에 사용된 표지판에 비해 크기 때문에, 판독거리와 응시시간과 응시수에도 영향을 미칠 것이다.

참고문헌

- Hills, B. L. (1960), "Vision, visibility and perception in driving", *Perception*, 9(2), pp.183~216.
- Hashim A. M. and Abdul R. A. I. J. (2002), "Role of drivers' personal characteristics in understadning traffic sign symbols", *Accident Analysis & Prevention*, 34(2), pp.185~196.
- 최기주·최병운 (2001), "도로표지 시인거리에 관한 연구", *대한교통학회지*, 제19권 제4호, 대한교통학회, pp.123~137.
- Olson P. L. and Bernstein A. (1979), "The nighttime legibility of highway signs as a function of their luminance characteristics", *Human Factors*, 21, pp.145~160.
- 이기영·유태호·이군상·오영태 (2006), "도로표지내 글자간 적정 여백률에 관한 실험적 연구", *대한교통학회지*, 제24권 제6호, 대한교통학회, pp.21~32.
- 이용재·이순철·여운웅 (1990), "도로표지의 시인성에 관한 연구", *대한산업공학회 '90 추계학술대회논문집*, pp.215~233.
- 정성재·이근희·오형술 (1995), "배열과 색대비를 고려한 표제용 글자인식에 관한 연구", *공업경영학회지*, pp.71~82.
- Schnell T., Bentley K., Hayes E. and Rick M. (2001), "Legibility Distance of Fluorescent Traffic Signs and Their Normal Color Counterparts", 1754, pp.31~41.
- Sivak M., Olson P. L. and Pastalan L. A. (1981), "Effect of driver's age on nighttime legibility of highway signs", *Human Factors*, 23, pp.59~64.
- Evans D. W. and Ginsburg A. P. (1985), "Contrast sensitivity predicts age-related difference in highway-sign determinability", *Human Factors*, 27, pp.637~642.
- Yee D. (1985), "A survey of traffic safety needs and problems of age 55 and over. In: Drivers 55+ Needs and problems of older drivers: Survey results and recommendations, edited by Malfetti J. L., AAA Foundation for Traffic Safety, Falls Church, VA, pp.96~128.
- Huston R. and Janke M. (1986), "Senior driver facts (Tech Report CAL-DMV-RSS-86-82)". Sacramento, CA, Department of Motor Vehicles.
- Diew D. Y. and Kai G. P. (2001), "Perception-braking response time of unalerted drivers at signalized intersections", *ITE Journal on the Web*, June, pp.73~76.
- 지우석·오은정 (2003), "고령자 운전 특성에 관한 연구", *경기개발 연구원*
- Kline D. W., Kline T. J. B., Fozard J. L., Kosnik W., Schieber F. and Sekuler R. (1992), "Vision, aging and driving: The problem of older drivers", *Journal of Gerontology, Series B: Psychological Science*, 47, pp.27~34.

16. Weale R. A. (1992), "The senescence of human vision", Oxford University Press, Oxford, UK.
17. Kline D. W., Wang Q., Klein B. E. K., Moss S. E. and Meuer S. M. (1995), "The relationship of age-related maculopathy, cataract and glaucoma to visual acuity", *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 36, pp.182~191.
18. Bernard M. L., Chaparro B. S., Mills M. M. and Halcomb C. G. (2003), "Comparing the effects of text size and format on the readability of computer-displayed Times New Roman and Arial text", *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6), pp.823~835.
19. Plainis S., Murray I. J. and Pallikaris I. G. (2006), "Road traffic casualties: understanding the night-time death toll", *Injury Prevention*, 12(2), pp.125~128.
20. Leibowitz H. W., Owens D. A. and Tyrrell R. A. (1998), "The assured clear distance ahead rule: implications for night-time traffic safety and the law", *Accident Analysis and Prevention*, 39(1), pp.93~98.
21. Wierwille W. (1993), "Visual and manual demands of in-car controls and displays", In B. Peacock & W. Karwowski (Eds), *Automotive ergonomics: Taylor and Francis*. pp.299~320.
22. Charman W. N. (1996), "Night myopia and driving", *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16, pp.474~485.

☞ 주 작성자 : 추병선
 ☞ 교신저자 : 추병선
 ☞ 논문투고일 : 2010. 10. 31
 ☞ 논문심사일 : 2010. 11. 24 (1차)
 2010. 12. 17 (2차)
 2010. 12. 31 (3차)
 ☞ 심사관정일 : 2010. 12. 31
 ☞ 반론접수기한 : 2011. 6. 30
 ☞ 3인 익명 심사필
 ☞ 1인 abstract 교정필