

# 교차로 환경에서 좌회전 시 중년 운전자들의 운전수행 및 심박율 변화 특성

김보성<sup>1</sup> · 민병찬<sup>2</sup> · 김진호<sup>1,3</sup> · 민윤기<sup>4</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 그린홈에너지기술연구소 / <sup>2</sup>한밭대학교 산업경영공학과 /  
<sup>3</sup>공주대학교 산업시스템공학과 / <sup>4</sup>충남대학교 심리학과

## Driving Performance and Heart-Rate Change of Middle-Aged Drivers in Left-Turn Situation

Boseong Kim<sup>1</sup>, Byung-Chan Min<sup>2</sup>, Jin-Ho Kim<sup>1,3</sup>, Yoon-Ki Min<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Green Home Energy Technology Research Center, Kongju National University, Cheonan, 330-717

<sup>2</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University, Daejeon, 305-719

<sup>3</sup>Department of Industrial and Systems Engineering, Kongju National University, Kongju, 314-701

<sup>4</sup>Department of Psychology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764

### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to investigate middle-aged drivers' driving performance and heart-rate as the behavior and physiological changes due to intersection types in left-turn situation. **Background:** In Korea, the drivers were aged 40~50s are most plentiful. In addition, the intersection traffic accidents are increasing every year. However, the researches for middle-aged drivers and intersection environments have been little. **Method:** In this study, three kinds of left-turning intersection types(T1, T2, T3) was used as the within-subject independent variables, three age groups(young, middle-aged, elderly) was used as the between-subject independent variables. Also, passing time, approaching velocity, speed and steering variations and heart-rate were used as dependent variables. **Results:** Overall, middle-aged drivers' driving behaviors were similar to those of the younger drivers. At the T2 intersection type, however, the approaching velocity of middle-aged drivers was similar to younger drivers, whereas the passing time of middle-aged drivers was similar to elderly drivers. **Conclusion:** These results could be interpreted that a transition driving behavior of middle-aged drivers in terms of age would be appeared on the T2 intersection type. **Application:** The results might help to understand the characteristics of driving behavior for middle-aged drivers.

Keywords: Middle-aged drivers, Left-turn situation, Intersection types, Driving performance, Heart-rate

---

Corresponding Author: Yoon-Ki Min. Department of Psychology in Chungnam National University, Daejeon, 305-764.

Mobile:\*\*\* - \*\*\*\* - \*\*\*\* E-mail: ykmin@cnu.ac.kr

Corresponding Author: Jin-Ho Kim. Department of Industrial and Systems Engineering in Kongju National University, Kongju, 314-701.

Mobile:\*\*\* - \*\*\*\* - \*\*\*\* E-mail: kjh@kongju.ac.kr

Copyright©2011 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

## 1. Introduction

인간의 인지적 용량은 한정되어 있다. 따라서 인간이 정보를 처리하기 위해서는 적절한 정보에 주의를 기울이고, 주의를 기울인 정보와 학습을 통해 습득된 지식 정보를 지속적으로 비교하여 의사결정을 내려야 한다(Kim, Kang, Min, & Min, 2009). 이러한 점은 인간이 운전을 하는 상황에도 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 운전자가 도심지 외곽의 한적한 도로를 주행하고 있다면, 운전자는 주로 외부 정보인 도로 구조와 타 차량의 움직임을 지각하여 그에 따른 적절한 핸들 조작을 가함으로써 안전하게 운전을 할 수 있다. 그러나 도로 구조가 복잡해지거나, 도로 위에 존재하는 타 차량이 많아지게 되면, 적절하게 정보들을 처리하지 못해 오류를 범하게 될 가능성이 높아진다. 다시 말하면, 외부의 정보가 상대적으로 많은 환경에 운전자가 노출되게 되면 운전자가 운전 오류, 즉 사고(accident)를 보다 빈번하게 낼 수 있음을 의미하는 것이다.

그러나 외부 정보가 많고 적응에 대한 개념이 매우 주관적이기 때문에 이를 구분하는 기준이 애매할 수 밖에 없다. 이에 따라 Hoberry, Anderson, Regan, Triggs와 Brown (2006)은 보다 객관적인 개념으로서 운전 환경의 난이도라 할 수 있는 복잡성(complexity)의 개념을 제안하였다. 이들은 운전 시 운전자에게 얼마나 많은 정보를 처리하도록, 그리고 핸들을 얼마나 자주 조작하도록 요구하는지의 정도를 가지고 운전 환경의 복잡성을 구분하였다. 즉 정보처리 요구량이 많고, 핸들 조작이 많이 요구되는 환경은 High/High(HH) 조건이 되고, 이와 반대되는 환경은 Low/Low(LL) 조건이 된다. 이 조건들을 범주화된 환경으로 묘사하자면, HH 조건은 최소 5번의 회전이 포함되는 도심지 환경에 해당되며, LL 조건은 도심지 외곽 또는 고속도로 환경에 해당된다(Patten, Kircher, Ostlund, Nilsson, & Svenson, 2006). 이러한 관점에서 살펴보자면, 교차로 운전 환경은 다른 운전 환경에 비해 처리해야 할 정보가 많고, 그에 따른 핸들 조작의 요구 역시 높다는 점에서 HH 조건에 해당된다고 할 수 있다.

이는 지난 5년간 경찰청의 교통사고 통계자료를 통해서도 지지되고 있다(Korean National Police Agency, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010). 이 자료에 따르면, 전체적인 교통사고 건수는 교차로에 비해 단일로에서 많은 것으로 나타나고 있으나, 매년 교통사고 증가 건수를 살펴보면 단일로는 평균 2,667건인 반면에 교차로는 평균 5,297건으로 약 2배가 되는 것을 확인할 수 있다. 또한 운전수행에 관한 연구 결과들 역시 교차로 운전 환경이 HH 조건에 해당됨을 지지하고 있다. 특히 Lee, Lee와 Kim(2006)은 교차로 내에서

도 운전자가 좌회전을 하려고 하는 상황이 운전자가 동시에 처리해야 할 정보량이 가장 많다는 결과를 제시하였다. 한편 Kim, Kim, Min, Min과 Min(2008)은 운전자가 처리해야 할 정보 중에서 가장 중요한 것은 자신의 이동경로와 접하고 있는 차선들 내에 타 차량들의 존재여부라고 주장하면서, 교차로 내에서 우회전할 때보다는 좌회전할 때가 처리해야 할 정보가 더 많음을 시사하고 있다. 예를 들면, 동일한 2차로 도로 구조에서 좌회전을 할 경우 운전자는 우선적으로 좌측 두 개의 차선 내 차량의 움직임을 확인하고 나서 우측 두 개의 차선 내 차량의 움직임을 확인해야 한다. 그러나 우회전을 할 경우 운전자는 가장 단순하게 자신이 우회전하고자 하는 한 개의 차선 내 차량의 움직임만 확인하면 된다.

이처럼 교차로 운전 환경, 특히 좌회전 상황은 운전자에게 부하를 야기함과 동시에 위험성도 내포하고 있는 것이 사실이다. 하지만 이에 대한 연구들은 상대적으로 부족하며, 이 연구들이 초점을 둔 대상들 역시 20~30대의 젊은 성인 운전자와 65세 이상의 고령 운전자에게 한정되어 있다(Hong, Min, Kim, Min, Kang, & Min, 2009; Lee et al., 2006; Kim et al., 2008; 2009; 2010; Kim, Lim, Kim, Min, & Min, 2009; Kim, Lee, Kim, Min, & Min, 2009; Yi, Kim, Lim, Kim, Ji, Min, & Min, 2010). 운전면허시험관리단의 2009년도 연령별 운전면허 소지자 조사 결과에 따르면 20~30대 운전면허 소지자는 약 679만 명인 반면, 40~50대 운전면허 소지자는 약 692만 명으로 가장 많은 운전자들이 속한 연령 집단이 중년 운전자들인 것으로 나타났다(Driver's License Agency, 2009). 이러한 점을 고려해볼 때, 중년 운전자들의 운전 행동을 이해할 필요성이 매우 높다고 할 수 있으며, 한편으로는 점차 고령화 사회로 변모하고 있는 시점에서 이들이 곧 고령 운전자 집단에 포함될 것이라는 가정 하에, 이들에 대한 연구 결과는 고령 운전자를 이해할 수 있는 초입 연구로서도 활용될 가능성이 높다고 할 수 있다.

교차로 운전 환경은 두 개의 도로가 완전하게 겹쳐진 십자 형태(+)만 존재하는 것이 아니라, 하나의 도로가 또 다른 도로에 이어져 겹쳐진 T자 형태(┌, └, ┘)도 존재한다. 이에 따라 본 연구는 Kim 등(2009)이 제안한 교차로 운전 환경 유형 중 좌회전 유형에 해당되는 T1형(직진로에서 이탈하는 '┘'형), T2형(직진로에 진입하는 '┌'유형), 그리고 T3형(직진로가 서로 교차하는 십자형)에서 20~30대 젊은 성인 운전자와 60~70대 고령 운전자와 비교하여 40~50대 중년 운전자들의 운전수행과 그에 따른 생리적 변화로서 심박율의 변화를 살펴보고자 하였다.

## 2. Method

### 2.1 Participants

운전경력이 1년 이상인 40~50대 중년 남성 12명이 실험에 참여하였다. 이들의 평균연령은 47.75세(SD 3.79)였으며(Table 1), 시뮬레이터의 영상을 지각하는데 문제가 없는 정상 혹은 교정시력을 가지고 있었으며, Simulation Sickness(이하 SS)를 유발하지 않은 대상자들이었다.

또한 중년 운전자들의 운전수행 및 심박율과의 비교를 위해서 운전경력이 1년 이상인 20~30대 젊은 성인 남성 12명과 60~70대 고령 남성 13명이 실험에 참여하였다. 이들의 평균연령은 각각 28.92세(SD 3.60)와 72.31세(SD 1.49)였고, 중년 운전자들과 마찬가지로 시뮬레이터의 영상을 지각하는 데 문제가 없는 정상 혹은 교정시력을 가지고 있었으며, SS를 유발하지 않은 대상자들이었다.

단지 중년 운전자들과 고령 운전자들의 운전경력은 모두 9년 이상인 반면, 젊은 성인 운전자들의 운전경력은 1년 이상~3년 미만이 2명, 3년 이상~6년 미만이 3명, 6년 이상~9년 미만이 5명, 9년 이상이 2명이었다.

Table 1. Demographic characteristics of participants

	Group	Mean	SD	Max.	Min.
Age	Younger	28.92	3.60	34	21
	Middle-aged	47.75	3.79	52	42
	Elderly	72.31	1.49	74	68

### 2.2 Apparatus

실험실 환경은 22℃의 실내 온도를 유지한 가운데, 운전 시뮬레이터 작동 시 일반적으로 평범한 방에서 측정되는 40 dB의 소음보다 약간 높은 50dB의 소음이 제시되었다. 운전 시뮬레이터는 Gridspace Co.(Korea)에서 제작한 GDS-300S로 3대의 32인치 LCD 모니터를 통해 운전 시 필요한 정면과 좌/우 환경 정보들을 제공하도록 구성되었다(Figure 1). 또한 차량 모델은 현대 자동차의 '클릭' 모델로서 운전장치(예: 핸들, 가속페달, 브레이크 페달 등)와 표시장치(예: 방향지시등, 속도계, RPM 미터 등)는 실제 차량과 동일하였다.

심박율 측정장치는 Biopac System Inc.(USA)에서 제작한 BiopacAmp가 사용되었으며, 자료 입력 및 분석은 MP100WS의 AcqKnowledge(Ver. 3.9.1)를 사용하였다. 심전도(electrocardiogram, 이하 ECG)는 참고(reference) 전극이 + 전극과 대칭되는 우흉부에 부착되고, +/- 전극이

각각 좌흉부와 흉골 최상부에 부착되는 CM5 유도법을 통해 측정되었다(Miyake, 2001)(Figure 2).



Figure 1. Graphic driving simulator

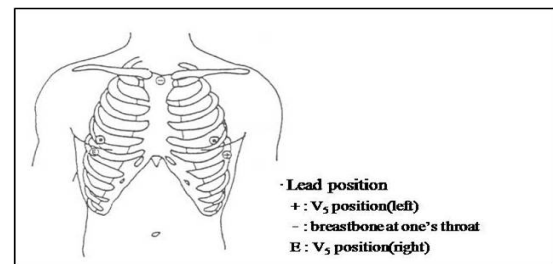


Figure 2. CM5 inducing method(Miyake, 2001)

### 2.3 Dependent variables

교차로에서의 운전수행을 측정하기 위한 종속 측정치로 교차로 통과시간(passing time), 교차로 진입속도(approaching velocity), 그리고 교차로 통과 시 속도 및 핸들링 변화량(speed & steering variation)이 사용되었다. 교차로 통과시간은 실험 참가자의 차량이 정지선(stop line)을 지나 진입하려는 차로의 제거선(clearance line: 교차로를 지나 진행하고자 하는 도로의 정지선 위치)을 통과하는 시간(s)을 측정하였으며, 교차로 진입속도는 실험 참가자의 차량이 정지선에 도달했을 때의 차량의 속도(km/h)를 측정하였다. 또한 교차로 통과 시 속도의 변화량은 실험 참가자의 차량이 교차로에 진입한 순간부터 교차로를 벗어나는 순간까지 가속 또는 감속함에 따른 변화의 정도를 비율(%)로 측정하였으며, 핸들링 변화량 역시 이 때 핸들을 좌측 또는 우측으로 회전시킴에 따른 변화의 정도를 비율로 측정하였다(Hong et al., 2009; Kim et al., 2009).

다음으로 ECG의 세부 지표는 1분의 단위시간당 R파의 수

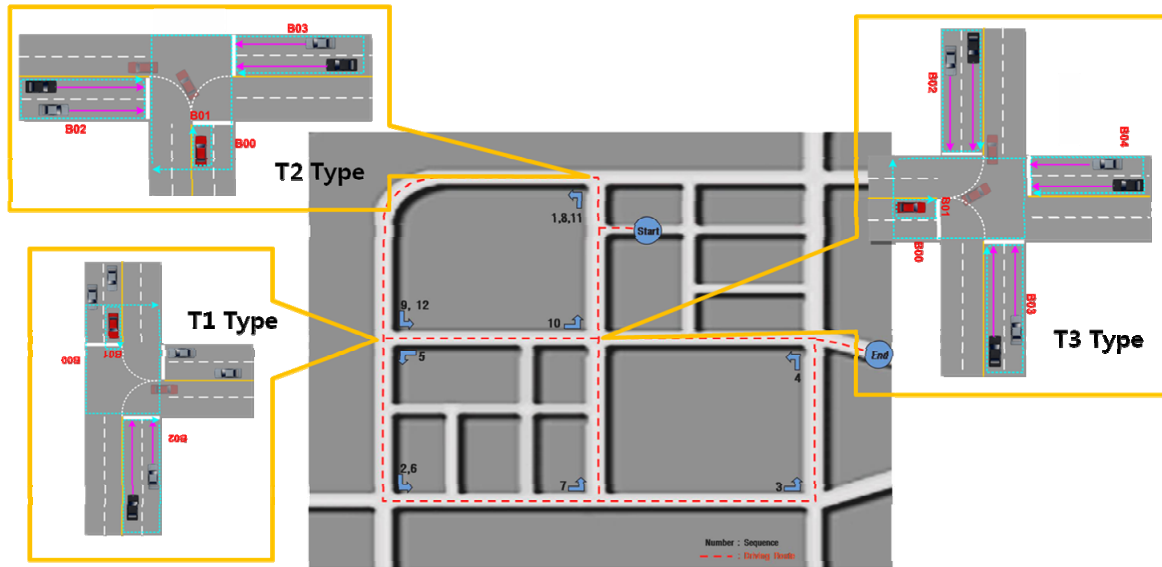


Figure 3. Driving scenario(Red vehicle means the vehicle participants drove)

를 의미하는 심박율(heart rate: 이하 HR)이 사용되었다. HR은 교차로 진입 전 5s 동안을 안정 상태(stabilized state)로, 교차로 진입 후 5s 동안을 회전 상태(turning state)로 구분하여 측정되었다.

## 2.4 Procedures

실험을 실시하기 전에 실험 참가자들은 심박율 측정을 위한 전극을 모두 부착한 후, 운전 시뮬레이터 적응을 위해 약 5분간의 연습 운전을 실시하였다. 본 실험에서 실험 참가자들은 T1형(자기 차량이 주 도로(직진로)에서 이탈하는 형태) 3개, T2형(자기 차량이 주 도로에 진입하는 형태) 4개, T3형(2개의 주 도로가 서로 교차하는 형태) 5개, 총 12개의 좌회전 구간이 포함된 편도 2차선의 도심지를 약 10분 동안 운전하였다(Figure 3).

## 2.5 Experimental design and analysis

먼저 연령 집단과 교차로 유형에 따른 운전수행의 차이를 살펴보기 위해서 연령 집단(젊은 성인, 중년, 고령)과 교차로 유형(T1, T2, T3)을 각각 피험자간 독립변수와 피험자 내 독립변수로 하고, 운전수행 지표(교차로 통과시간, 교차로 진입속도, 교차로 통과 시 속도 및 핸들링 변화량)를 종속변수로 하는  $3 \times 3$  혼합분산분석을 실시하였다.

다음으로 운전 시 연령 집단과 교차로 유형에 따른 HR의 변화를 살펴보기 위해서 연령 집단을 피험자간 독립변수로, 교차로 유형과 상태 조건(안정, 회전)을 피험자 내 독립변

수로 하고, HR을 종속변수로 하는  $3 \times 3 \times 2$  혼합분산분석을 실시하였다.

## 3. Results

### 3.1 Driving performances

연령 집단과 교차로 유형에 따른 교차로 통과시간을 살펴본 결과, 연령 집단과 교차로 유형의 주효과 및 상호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=8.59, p<.01$ ;  $F_{(2,68)}=30.78, p<.001$ ;  $F_{(4,68)}=4.80, p<.01$ ]. 이에 따라 교차로 유형별로 구분하여 연령 집단에 따른 단순 주효과 분석을 실시하였다(Figure 4). 먼저, T1형의 경우, 연령 집단의 주효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=14.39, p<.001$ ]. Bonferroni 방식으로 사후 비교한 결과, 고령 운전자들이 젊은 성인 및 중년 운전자들에 비해 교차로를 통과하는 데 오랜 시간이 소요되는 것으로 나타났다. 다음으로 T2형의 경우에는 연령 집단의 주효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=2.83, p=.07$ ]. 마지막으로 T3형의 경우, 연령 집단의 주효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=12.92, p<.001$ ]. 이에 따라 Bonferroni 방식으로 사후 비교한 결과, T1형의 결과와 마찬가지로 고령 운전자들이 젊은 성인 및 중년 운전자들에 비해 교차로를 느리게 통과하는 것으로 나타났다.

다음으로 연령 집단과 교차로 유형에 따른 교차로 진입속도를 살펴본 결과, 연령 집단과 교차로 유형의 주효과 및 상

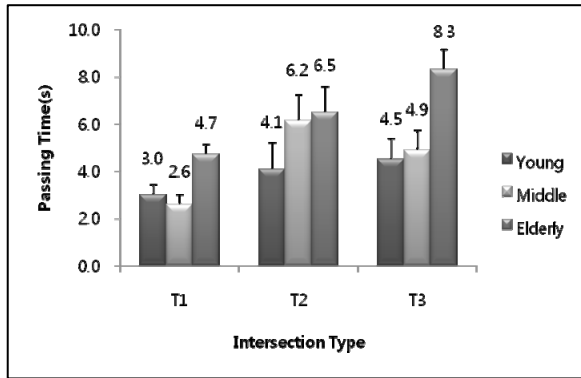


Figure 4. Passing time due to age group and intersection type

호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=9.99, p<.001$ ;  $F_{(2,68)}=21.61, p<.001$ ;  $F_{(4,68)}=6.71, p<.001$ ]. 이에 따라 교차로 유형별로 구분하여 연령 집단에 따른 단순 주효과 분석을 실시하였다(Figure 5). 먼저 T1형의 경우, 연령 집단의 주효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=18.00, p<.001$ ]. Bonferroni 방식으로 사후 비교한 결과, 고령 운전자들이 젊은 성인과 중년 운전자들에 비해 느린 속도로 교차로에 진입하는 것으로 나타났다. 다음으로 T2형의 경우, 연령 집단의 주효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=2.55, p=.09$ ]. 마지막으로 T3형의 경우, 연령 집단의 주효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=14.99, p<.001$ ]. Bonferroni 방식으로 사후 비교한 결과, 고령 운전자들이 교차로에 가장 느린 속도로 진입하며, 젊은 성인 운전자들이 가장 빠른 속도로 교차로에 진입하는 것으로 나타났다. 즉 중년 운전자들은 고령 운전자에 비해서는 빠른 속도로 교차로에 진입하지만, 젊은 성인 운전자들에 비해서는 느린 속도로 교차로에 진입하는 것을 알 수 있다.

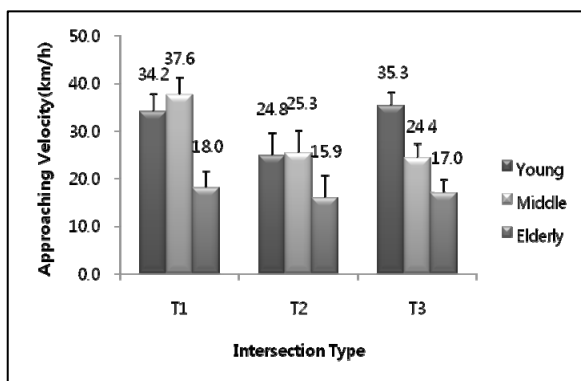


Figure 5. Approaching velocity due to age group and intersection type

연령 집단과 교차로 유형에 따른 교차로 통과 시 속도 변화량을 살펴본 결과, 교차로 유형의 주효과는 유의한 반면 [ $F_{(2,68)}=27.60, p<.001$ ], 연령 집단의 주효과와 연령 집단과 교차로 유형의 상호작용 효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=.45, p=.64$ ;  $F_{(4,68)}=1.20, p=.32$ ]. Bonferroni 방식으로 교차로 유형의 사후분석 결과, T2와 T3형 간의 차이는 유의하지 않은 반면, T1형은 다른 유형들에 비해 속도 변화량이 적은 것으로 나타났다(Figure 6).

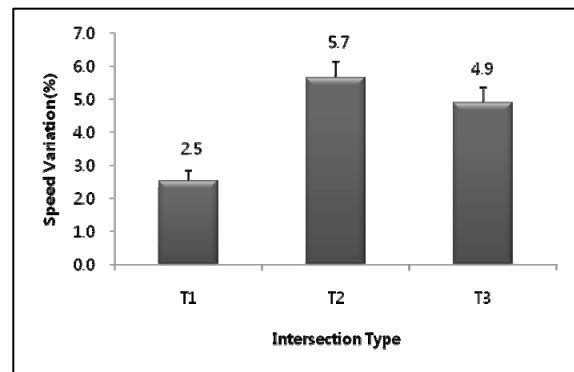


Figure 6. Speed variation due to intersection type

마지막으로 연령 집단과 교차로 유형에 따른 교차로 통과 시 핸들링 변화량을 살펴보았다. 구형성 검증(Mauchly's test of sphericity) 결과, 교차로 유형별 등분산 가정이 충족되지 못했기 때문에 교정값으로 Greenhouse-Geisser 값을 사용하였다 [Mauchly's  $W=.63, \chi^2=15.28, df=2, p<.001, \epsilon=.73$ ]. 그 결과, 속도 변화량과 유사하게 교차로 유형의 주효과는 유의한 반면 [ $F_{(1,46,49,61)}=27.16, p<.001$ ], 연령 집단과 교차로 유형의 상호작용 효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=3.10, p=.06$ ;  $F_{(2,92,49,61)}=.88, p=.48$ ]. Bonferroni 방식으로 교차로 유형의 사후분석 결과, 앞선 속도 변화량과 마찬가지로 T2와 T3형 간의 차이는 유의하지 않은 반면, T1형은 다른 유형들에 비해 핸들링 변화량이 적은 것으로 나타났다(Figure 7).

### 3.2 Heart rate(HR)

연령 집단, 상태 조건 및 교차로 유형에 따른 심박율의 변화를 살펴본 결과, 3원 상호작용 효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(4,68)}=9.00, p<.001$ ]. 이에 따라 회전 상태에서 안정 상태의 값을 뺀 차이값을 사용하여 연령 집단과 교차로 유형에 따른 심박율의 변화를 살펴보았다(Figure 8). 그 결과, 연령 집단과 교차로 유형의 상호작용 효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(4,68)}=9.00, p<.001$ ]. 교차로 유형별로

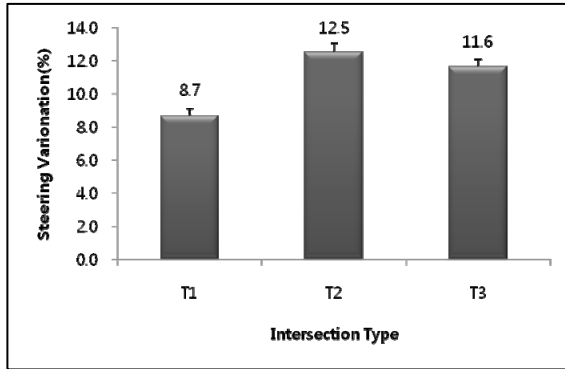


Figure 7. Steering variation due to intersection type

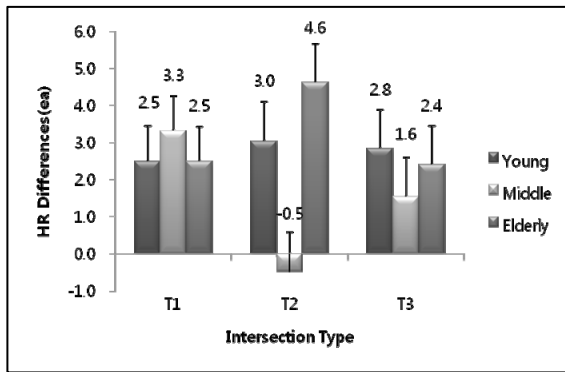


Figure 8. HR differences due to age group and intersection type

구분하여 단순 주효과 분석을 실시한 결과, T1과 T3형에서는 연령 집단의 주효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=3.10, p=.06$ ;  $F_{(2,34)}=3.10, p=.06$ ]. 반면, T2형에서는 연령 집단의 주효과가 유의한 것으로 나타났다 [ $F_{(2,34)}=12.25, p<.001$ ]. Bonferroni 방식으로 사후 비교한 결과, 젊은 성인인 고령 운전자들은 교차로에 진입하기 이전인 안정 상태에서 교차로에 진입 후 교차로를 통과하기까지의 회전 상태에서 심박율이 증가한 반면, 중년 운전자들은 회전 상태보다 안정 상태에서 심박율이 증가한 것으로 나타났다.

#### 4. Discussion and Conclusion

본 연구는 교차로 운전 환경에서 좌회전 시 교차로 유형에 따른 중년 운전자들의 운전수행 및 심박율 변화의 특성을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 20~30대의 젊은 성인인 60~70대의 고령자를 비교 집단으로 하여 중년 운전자들의

T1, T2, 그리고 T3형의 교차로 유형별 운전수행 및 심박율을 측정하였다.

그 결과, 교차로 내에서 처리해야 할 정보량이 낮은 T1형에서 중년 운전자들은 젊은 성인 운전자들과 통계적으로 유의한 교차로 통과시간과 진입속도의 차이를 보이지 않았으며, 고령 운전자들과는 차이를 보이는 것으로 나타났다. 한편 교차로 내에서 처리해야 할 정보량이 높은 T3형에서는 중년 운전자들이 젊은 성인인 유사한 교차로 통과시간과 느린 교차로 진입속도를 보였으며, 고령 운전자들에 비해서는 빠른 교차로 통과시간과 진입속도를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 운전자가 처리해야 할 정보량, 즉 교차로 유형과는 관계없이 중년 운전자들의 운전수행은 연령의 연속적인 시간적 흐름으로써 젊은 성인 운전자와 고령 운전자 사이에 존재하는 또 하나의 연령 집단으로서의 특징을 갖기 보다는 단지 고령 운전자와 대비되는 운전자 연령 집단의 특징을 갖고 있음을 시사하는 것이다.

그러나 T2형의 경우 연령 집단에 따른 차이는 없었지만, marginal 수준에서 기술통계치의 결과를 살펴본다면, 중년 운전자들이 교차로 통과시간에 있어서는 고령 운전자들과 유사한 특징을 보여주는 반면, 교차로 진입속도에 있어서는 젊은 성인 운전자들과 유사한 특징을 보여준다는 점에서 중년 운전자들이 젊은 성인 운전자들과 고령 운전자들과는 달리 젊은 성인에서 고령자로 이동해 가는 연령의 변화 축에서 과도기적인 성향의 운전수행 특징을 갖는 것으로 해석할 수 있다. 다시 말하면, 중년 운전자들은 젊은 성인 운전자들이 고령 운전자들에 비해 운전 확신 수준이 높다는 결과 (Lee, Oh, Park, Lee, & Kim, 2006)처럼 높은 운전 확신 수준을 갖고 있기 때문에 단일로에 비해 상대적으로 위험한 교차로에 진입할 때 보다 빠른 속도로 진입하는 것이다. 하지만 교차로 환경에 도달하면서 젊은 성인들과 같이 빠르게 외부 정보들을 처리하고 그에 따른 판단을 적절하게 내리지 못함을 인식, 즉 고령 운전자들처럼 시각정보처리 능력 (Min, Kim, Lim, Min, & Kim, 2009)과 공간정보처리 능력 (Kim et al., 2009)이 젊은 성인에 비해 저조함을 인식함에 따라 낮은 운전 확신 수준에 대한 보상 운전 행동으로서 미리 속도를 감속시켜 교차로 내에서 지체하는 특징을 보여주는 것이다.

만일 이러한 해석이 타당하다면, 중년 운전자들이 교차로 환경을 지각하는 시점에서 일반적인 예상과는 다른 형태의 자율 신경계 반응 결과가 뒷받침 되어야 한다. 다시 말하면, 현재 자신의 차량이 자신이 판단하고 통제할 수 있다고 생각되는 수준에 비해 빠르게 교차로에 진입하고 있음을 중년 운전자들이 지각함으로써 인해, 이에 대한 이들의 긴장 또는 각성 수준의 증가가 나타나다가 교차로에 진입한 이후에는 오히려 감소하는 형태의 자율 신경계 반응의 결과가 뒷받침

되어야 한다는 것이다. 그러나 일반적으로 운전수행과 자율 신경계 반응에 대한 연구 결과들을 살펴보면(Kim et al., 2009, 2010; Kim et al., 2009; Yi et al., 2010) 교차로와 같은 정보량이 높은 환경에 직면했을 때에는 그 이전의 상태에 비해 각성 수준이 증가하기 때문에 앞선 해석이 그 타당성을 잃을 수도 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 자율 신경계 반응으로서의 심박율 결과를 살펴보면, T2형에서 중년 운전자들의 심박율이 안정 상태에 비해 회전 상태에서 오히려 감소하는 결과를 보여주고 있다. 이는 중년 운전자들이 젊은 성인에서 고령으로 이어지는 연령의 시간적 흐름에서 과도기에 해당되고, 이에 따른 과도기적인 운전 행동을 가지고 있으며, T2형 교차로가 이러한 행동 특성을 잘 반영함을 시사하는 것이다.

교차로 교통사고 건수가 매년 증가하며, 우리나라 운전자들 중 40~50대 운전자가 가장 많음에도 불구하고 이들에 대한 연구들이 드물다는 점에서 중년 운전자들의 교차로 운전 행동에 대해 살펴본 본 연구는 그 의의를 찾을 수 있다. 그러나 연구에 참여한 각 연령별 실험 참가자 수가 적기 때문에 그 결과를 일반화하는 데 제한점이 존재한다. 따라서 추후에는 중년 운전자 집단을 잘 대표할 수 있는 표본 구성을 비롯하여, 교차로의 보다 세부적인 조건과 다면적인 생리적 변화 특성 반영 지표들을 구성하여 중년 운전자들에 대한 체계적인 연구들이 진행될 필요가 있다.

## Acknowledgements

This work was supported by the Priority Research Centers Program(2010-0028289) and the Regional Core Research Program/Zero Energy Green Village Technology Center Through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology.

## References

- Driver's License Agency, *In 2009 Driver's License Holders by a Age, Sex, and Type of License*, 2009.
- Hoberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J. and Brown, J., Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance, *Accident Analysis and Prevention*, 38(1), 185-191, 2006.
- Hong, S. H., Min, S. Y., Kim, B., Min, Y. K., Kang, J. K. and Min, B. C., Difference of driving performance according to turn types at the intersection and age, *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, August 9-12, Changchun, China, 16-19, 2009.
- Korean National Police Agency, *Traffic Accident Statistics 2006 Edition*, 2006.
- Korean National Police Agency, *Traffic Accident Statistics 2007 Edition*, 2007.
- Korean National Police Agency, *Traffic Accident Statistics 2008 Edition*, 2008.
- Korean National Police Agency, *Traffic Accident Statistics 2009 Edition*, 2009.
- Korean National Police Agency, *Traffic Accident Statistics 2010 Edition*, 2010.
- Kim, B., Kang, J. K., Min, B. C. and Min, Y. K., The changes of the cognitive load's level and the heart-rate due to driving road condition complexity, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(1), 241-251, 2009.
- Kim, B., Kim, Y. S., Min, S. Y., Min, B. C. and Min, Y. K., The changes of driving performance and ANS responses due to the intersection types in left-turn situation, *Proceedings of the 2008 Korean Society for Experimental Psychology*, December 12, Chonbuk Univ. 121-126, 2008.
- Kim, B., Lim, D. H., Kim, H. W., Min, B. C. and Min, Y. K., The relationship between spatial information processing skills and driving performances of older drivers at the left- and right-turn situation, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(3), 1319-1330, 2009.
- Kim, B., Yi, Y. C., Kim, H. W., Lim, D. H., Bak, M. S., Ji, D. H., Hong, S. H., Kang, J. K., Min, B. C. and Min, Y. K., The characteristics of elderly drivers' driving behavior on intersection using graphic driving simulator., *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 611-617, 2010.
- Kim, H. W., Lee, Y. C., Kim, B., Min, B. C. and Min, Y. K., Difference of driving performance and physiological arousal due to the intersection types and age, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 11(6), 3057-3069, 2009.
- Lee, S., Lee, S. and Kim, I., Analysis of the risk factors in the situation of a left turn by the aged driver's vehicle, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 8(1), 375-390, 2006.
- Lee, S., Oh, J., Park, S., Lee, S. and Kim, I., The relationship between driving confidence and driving behavior in elderly and young drivers, *Korean Journal of Psychological and Social Issues*, 12(1), 81-102, 2006.
- Min, Y. K., Kim, H. W., Lim, D. H., Min, B. C. and Kim, B., Effects of visual information processing skills on intersection's driving performance of elderly drivers, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 32(4), 107-112, 2009.
- Miyake, S., *Comfort Engineering*(B. C. Min, Trans.), Seoul: Sigmappress, 2001.
- Patten, C. J. D., Kircher, A., Ostlund, J., Nilsson, L. and Svenson, O., Driver experience and cognitive workload in different traffic environments, *Accident Analysis and Prevention*, 38(5), 887-894, 2006.

Yi, Y. C., Kim, B., Lim, D. H., Kim, H. W., Ji, D. H., Min, B. C. and Min, Y. K., Autonomic nervous system responses in yellow interval dilemma situation, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 12(1), 185-194, 2010.

## Author listings



**Boseong Kim:** navyk439@kongju.ac.kr  
**Highest degree:** PhD, Department of Psychology, Chungnam National University  
**Position title:** Research Professor, Green Home Energy Technology Research Center, Kongju National University  
**Areas of interest:** Cognitive Psychology, Cognitive Engineering, Engineering Psychology, Human Factors and Ergonomics



**Byung-Chan Min:** bcmin@hanbat.ac.kr  
**Highest degree:** PhD, Department of System Engineering, The University Electro-Communications(UEC) in Tokyo  
**Position title:** Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University  
**Areas of interest:** Ergonomics, Welfare Engineering, Biosignal Processing



**Jin-Ho Kim:** kjh@kongju.ac.kr  
**Highest degree:** PhD, Department of Statistics, Seoul National University  
**Position title:** Professor, Department of Industrial and Systems Engineering, Kongju National University  
**Areas of interest:** Human Factors in Energy and Standardization, Information Statistics



**Yoon-Ki Min:** ykmin@cnu.ac.kr  
**Highest degree:** PhD, Department of Psychology, North Carolina State University  
**Position title:** Professor, Department of Psychology, Chungnam National University  
**Areas of interest:** Cognitive Engineering, Interactive Modality, Displays

Date Received : 2011-01-05

Date Revised : 2011-02-11

Date Accepted : 2011-02-11