

## 시뮬레이터 및 동작데이터를 이용한 남녀 운전 수행 패턴의 비교

문경률\* · 최진승\* · 강동원\* · 이수정\* · 양재웅\*  
최미현\* · 지두환\* · 민병찬\*\* · 정순철\* · 탁계래\*

\*건국대학교 의료생명대학 의공학부, 의공학 실용기술 연구소  
\*\*한밭대 산업경영공학과

## The Comparison of Driving Pattern by Gender Using Driving Simulator and Motion Data

Kyung-Ryoul Mun\*<sup>†</sup> · Jin-Seung Choi\* · Dong-Won Kang\* · Su-Jeong Lee\* · Jae-Woong Yang\* ·  
Mi-Hyun Choi\* · Doo-Hwan Ji\* · Byung-Chan Min\*\* · Soon-Cheol Chung\* · Gye-Rae Tack\*

\*Dept. of Biomedical Engineering, Research Institute of Biomedical Engineering,  
College of Biomedical and Health Science, Konkuk University

\*\*Dept. of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University

The purpose of this study was to compare the difference of driving pattern between male and female drivers for a straight driving and unexpected situation using driving simulator and motion data. The participants included total 60 university students; 30 males aged  $24.3 \pm 1.4$  years and 30 females aged  $23.2 \pm 1.9$  years with 1~3 years of driving experience. The driving task required participants to keep the constant distance (20m, 25m or 30m) with preceding vehicle running at 55~65km/hr speed using driving simulator which was programed unexpected situation for two minutes. Simulator and motion data were acquired. The acquired data was divided in straight driving block for 40 second and unexpected situation block for 2 second. The coefficient of variation (CV) of lane keeping and jerk-cost (JC) function were analyzed for straight driving and unexpected situation blocks. The results show that CV was smaller in males than females for both straight and unexpected situation blocks ( $p < .05$ ). JC was smaller in females than males for both straight and unexpected situation blocks. As the distance of vehicles become longer, JC was smaller for both male and female ( $p < .05$ ).

**Keywords :** Driving Pattern, Driving Simulator, Motion Analysis, Gender, Unexpected Situation

### 1. 서 론

자동차는 오늘날 우리 생활에 있어 매우 중요한 도구로 인식되고 있다. 인간의 시·공간적 활동 영역을 넓혀 주어 현대인들에게 없어서는 안 될 중요 생활 도구가 되었고, 한 가구당 다수의 차량을 보유할 정도로 급

격히 늘어나고 있다[3]. 이에 따라 우리나라의 교통사고 또한 크게 증가했다. 2008년 OECD 데이터에 의하면 우리나라의 교통사고에 의한 사망률은 1985년 17.2(인구 10만 명당)명에서 1995년에는 41.8명까지 크게 증가하였으나 2000년 이후 점차 감소하여 2005년에는 16.5명으로 낮아졌다[2]. 그러나 이러한 감소추세에도 불구하고

논문접수일 : 2010년 01월 29일    논문수정일 : 2010년 06월 18일    게재확정일 : 2010년 06월 21일

<sup>†</sup> 교신저자 gtrack@kku.ac.kr

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2009-0084784).

차량 대 차량 추돌사고는 꾸준히 발생하고 있으며, 이러한 추돌 사고(rear-end collision)는 교통사고 유형 중에서 가장 빈번하게 나타나고 있다[4]. 교통은 흔히 인적, 차량 및 환경적 요인의 복합적인 작용으로 이루어진다. 교통사고는 이러한 요인 중 어느 한 가지 혹은 그이상의 결합에 의해 발생하는데, 인적 요인은 교통사고의 주된 원인이 되고 있다[1]. 인적 요인에 의한 교통사고는 운전 수행 형태 또는 패턴이 적절하지 못할 때, 운전 수행 능력이 미숙 할 때, 운전자가 각종 신호나 경보에 대해 반응이 늦을 때 또는 충분한 안전거리 미확보에 의해 발생한다[1, 4, 5, 9, 14]. 이중, 운전자의 운전 수행 패턴은 성별 및 나이에 따라 다양하기 때문에 이를 분석하는 것은 매우 중요하다고 하겠다.

일반적으로 운전 수행 패턴을 측정하기 위한 방법에는 설문지를 이용한 방법과 운전 시뮬레이터 데이터를 이용한 방법 등이 있다[4, 7, 15, 18]. 설문지를 이용하는 방법은 운전 수행 패턴과 직접적으로 연관되기 보다는 피험자의 주관적 기억에 의존하거나 단순히 수행한 운전대에 대해 기술하는 형태이므로 운전 수행 패턴에 대해 객관적이고 정량화된 자료로 활용하기에는 어려움이 있다. 시뮬레이터 데이터를 이용하는 방법은 운전자의 차량 통제 정도를 정량적으로 나타내기 위해 차량의 좌·우 및 상·하 움직임의 변산성을 주로 사용하였다[7, 15]. 이는 운전 중 핸들 조작 각도 및 가속계와 브레이크의 작동 정도를 측정하는 방법이다.

운전자의 운전 수행 패턴은 신체 움직임과 직접적으로 연관된다. 일반적으로 신체 움직임의 부드러움을 정량적으로 측정하는 방법에는 저크함수(Jerk Function)가 사용되고 있다. 저크는 위치 데이터를 시간에 대해 세 차례 미분한 값으로 거친 동작에 비해 부드러운 동작 수행 시 작은 저크 값을 가진다[8, 13, 17, 19].

보행의 부드러움과 능숙함을 측정하기 위해 저크함수를 적용한 연구가 활발히 진행 중이다. 가장 부드러운 동작에서 저크가 최소가 된다는 이론(Maximum smoothness theory)을 이용하여 선호보행속도 결정 및 보행 장애 환자의 보행 평가에 저크함수가 이용되었다[12, 20]. 보행과 유사하게 운전도 학습과 습득을 통해 얻어지는 일련의 개인화된 복합/습관적 동작 형태로 볼 수 있다. 이러한 공통점에 의거하여 운전자의 운전 수행 패턴을 평가하기 위해 저크함수의 적용이 가능 할 것이다.

그러므로 본 연구에서는 운전 시뮬레이터의 데이터를 기반으로 저크라는 동작 데이터를 비교하여 동작신호가 운전 수행 패턴을 분석 할 수 있는 지표가 될 수 있는지에 대한 가능성을 평가하고자 한다. 즉, 본 연구에서는 직선 주행과 돌발 상황에서 남녀 운전자의 운전 패턴의 차이를 시뮬레이터와 동작 데이터를 중심으로 분

석 및 비교 하고자 한다.

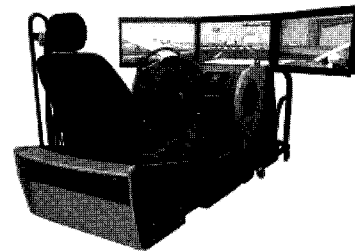
## 2. 실험 방법

### 2.1 실험 대상

운전 경력이 1~3년 사이인 남성 30명(나이 $24.3 \pm 1.4$ 세, 몸무게  $70.5 \pm 9.2$ kg, 키  $176.1 \pm 4.8$ cm)과 여성 30명(나이  $23.2 \pm 1.9$ 세, 몸무게  $53.6 \pm 5.1$ kg, 키  $163.6 \pm 5.6$ cm), 총 60명을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험 전 내용을 충분히 설명하고 실험 참가 확인서에 서명을 받은 후 실험을 실시하였다.

### 2.2 운전 시뮬레이터

본 실험에서 이용된 운전 시뮬레이터는 Gridspace사에서 제작한 GDS-300S로 운전 시 필요한 정면과 좌/우 환경 정보를 3대의 32인치 LCD 모니터를 통해 제공할 수 있다. 차량 모델은 <그림 1>과 같이 현대사의 '클릭' 모델로서 운전 장치 및 표시장치는 실제 차량과 동일하며 핸들 장치는 motor driven power steering(MDPS)의 모터제어 방식을 사용하였다.



<그림 1> 운전 시뮬레이터

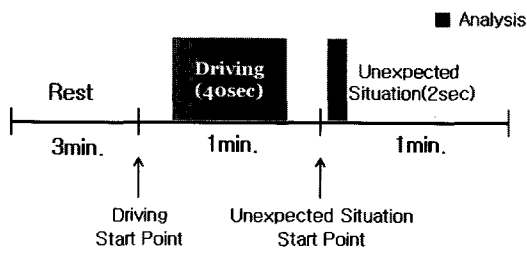
### 2.3 운전 시나리오

실험 참가자는 간단한 연습시행을 통해 시뮬레이터 조작에 익숙해지도록 하였다. 운전 상황은 변화하지 않는 도심지역의 왕복 4차선 직선 도로로 구성하였다. 피험자는 55~65km/hr의 속도로 주행하는 선행차량과 일정한 거리(20m, 25m or 30m)를 유지한 채 운전 하도록 하였다. 이때 선행차량과의 거리는 시뮬레이터 화면에 표시 되도록 하였다. 세 가지 종류(20m, 25m or 30m)의 선행차량과의 거리 유지 실험에 남녀 각각 10명씩의 피험자가 무작위로 참여 하였다. 선행차량은 대형 차량으로 피험자가 전방 신호등의 정보를 전혀 인식할 수 없도록 하였다. 전방의 신호등이 갑자기 적색으로 바뀌어 대형

차량이 급정거를 하고 뒤따르던 본인의 차량도 급정거 하는 시나리오로 순간적인 돌발 상황을 유도하였다.

## 2.4 실험절차

<그림 2>와 같이 실험은 안정(3min.)과 운전(2min.)으로 구성되었다. 신호등 변경으로 인해 대형 차량이 급정거 하는 순간을 “돌발 상황 시작점”으로 정의 하였고 돌발 상황 시작 전의 1분 간의 운전 상황 중 중간 40초를 “운전 구간”으로 정의 하였다. 또한 돌발 상황 시작점 이후 브레이크를 밟은 직후 2초를 “돌발 구간”으로 정의 하였다. 운전 구간(40초)과 돌발 구간(2초)에서 시물레이터 및 동작 신호를 분석하였다.



<그림 2> 실험 절차

## 2.5 동작신호 측정

4대의 초고속 적외선 카메라(Motion Analysis Corp. Santa Rosa, CA USA)를 이용하여 피험자의 동작 신호를 측정하였다. <그림 3>과 같이 상지(외측상과(elbow), 전완골 경상돌기(wrist), 손의 머리골(hand)) 및 하지(대퇴의 내·외측 상과(R.knee, R.ex.knee), 하퇴의 내측복사(R.ankle), 발의 중간췌기골(R.toe))에 10개의 마커를 부착하였으며, 120Hz의 샘플링 주파수로 동작 신호를 획득 하였다.



<그림 3> 동작 신호 측정을 위해 부착된 마커셋

## 2.6 데이터 분석

운전 시물레이터로부터 획득 할 수 있는 데이터는 차

량의 위치정보, 브레이크 반응 및 충돌여부 등이다. 이 중 차량의 위치정보를 이용하여 차선이격거리의 분산계수(Coefficient of variation : CV)를 분석하였다. CV는 식 (1)과 같이 도로의 중심을 기준으로 하여 차량의 좌우 움직임 좌표의 표준표차를 평균으로 나눈 값으로 정의 한다.

$$CV = \frac{STD}{Mean} \quad (1)$$

CV는 차량이 차선 내에서 좌우로 흔들림을 나타내는 지표이며, 작을수록 운전자가 안정적으로 차량을 통제 했다는 것을 나타낸다.

동작 신호로부터 획득 할 수 있는 데이터는 각 마커의 위치 정보이다. 이것을 이용하여 저크비용함수(Jerk-cost function : JC)를 분석하였다. 저크는 동작의 부드러움 및 능숙함을 정량적으로 측정하는 변수로 위치좌표를 시간에 대하여 세 차례 미분한 후 저크비용함수(JC) 혹은 정규저크(normalized jerk)를 이용하여 정량화 할 수 있으며, 부드러운 운동 수행은 저크의 감소라는 특성을 가지고 있다[8, 12, 19]. 동작 신호로부터 측정된 각 마커의 위치 데이터는 2차 0지연 Butterworth 필터를 이용해 차단주파수 6Hz로 저역통과 시켜 급격한 변화의 데이터 수집 오차를 제거하였으며, 이를 식 (2)와 같이 시간에 따라 세 차례 미분하여 각 마커에서의 JC를 계산하였다[12]. 모든 계산은 Matlab v7.3(Mathworks Inc., USA)이 이용되었으며, 변인간의 차이를 확인하기 위한 통계적 분석에는 SPSS 12.0k(SPSS Inc., USA)가 이용되었고, 일원분산 ANOVA 분석을 한 후 변인 간 차이확인을 위해 Tukey의 사후검정을 실시하였다.

$$JC = \int_0^T \left( \frac{d^3 r}{dt^3} \right)^2 \cdot dt \quad (2)$$

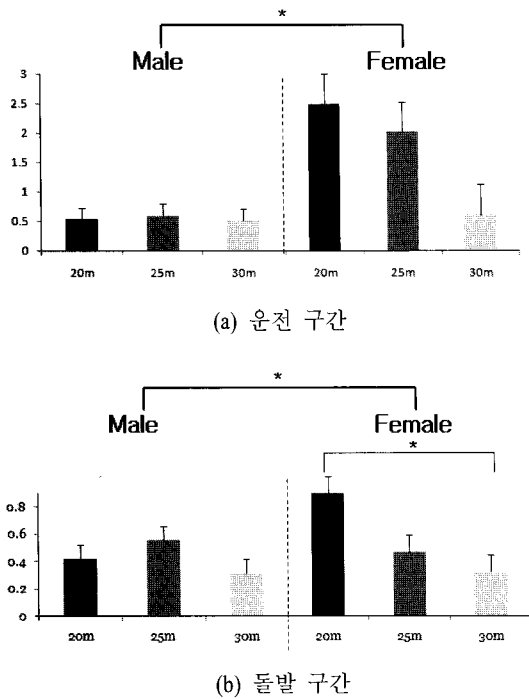
(r = 위치 데이터)

## 3. 결 과

### 3.1 차선이격거리의 분산계수(Coefficient of Variation : CV)

<그림 4>는 남성과 여성의 차간거리에 따른 CV의 결과를 보여주고 있다. 운전 구간에서 남성의 경우, 차간 거리에 관계없이 일정하고 낮은 CV 값을 나타내었다. 여성의 경우, 차간거리가 증가함에 따라 CV는 줄어드는 경향을 보이지만 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 그룹 간 비교에서는 남성의 CV 값이 여성의 경

우 보다 낮게 나타났다( $p < .05$ ).



<그림 4> 차간거리에 따른 CV

돌발 구간에서 남성의 경우, 운전 구간과 유사한 낮은 CV값을 나타내었다. 그러나 여성은 차간 거리가 증가함에 따라 CV는 유의하게 줄어드는 경향을 보였고( $p < .05$ ), 남성의 CV값이 여성보다 낮게 나타났다( $p < .05$ ).

### 3.2 저크비용함수(Jerk-cost function, JC)

JC는 성별 및 선행차량과의 차간거리에 따라 분석하였다. 발의 중간 췌기골(toe)에 부착한 마커는 운전 시, 시뮬레이터로 가려졌기 때문에 분석에서 제외 하였다. 상지의 마커는 피험자가 모두 오른손잡이였기 때문에 오른쪽에 부착한 마커의 동작데이터를 이용하였다.

#### 3.2.1 성별 차이에 따른 JC

상지 마커는 성별에 따라 다양한 패턴이 나타났고 유의한 차이가 없었다. <그림 5>와 <그림 6>은 운전 및 돌발 구간에서 성별에 따른 하지 마커의 JC를 나타내었다. 전반적으로 성별에 따른 JC는 남성에 비해 여성이 낮은 값을 가졌다. 운전 구간에서는 25m의 차간거리로 주행 시 대퇴 내·외측 상과(R.ex.knee, R.knee)에서, 30m의 차간거리로 주행 시 대퇴 내·외측 상과(R.ex.knee, R.knee) 및 내측복사(R.ankle)에서 남성에 비해 여성의 JC가 작게 나타났다( $p < .05$ ). 돌발구간에서도 이와 유사한 결

과가 나타났다. 20m의 차간거리에서는 대퇴 내·외측 상과(R.ex.knee, R.knee)에서, 25m의 차간거리에서는 대퇴 내측 상과(R.knee)에서, 30m의 차간거리에서는 대퇴 내측 상과(R.knee) 및 내측복사(R.ankle)에서 남성에 비해 여성의 JC 값이 작게 나타났다( $p < .05$ ).

#### 3.2.2 선행차량과의 거리에 따른 JC

<그림 7>은 운전 구간에서 차간거리에 따른 JC를 나타내었다. 상지 마커는 차간 거리에 따라 다양한 패턴이 나타났고 유의한 차이가 없었다. 하지 마커에서는 차간 거리에 따른 유의한 차이가 나타났다. 남성의 JC는 차간거리에 따라 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 여성은 대퇴 외측 상과(R.ex.knee) 및 하퇴 내측복사(R.Ankle)에서 JC가 차간 거리가 멀어질수록 작게 나타났다( $p < .05$ ).

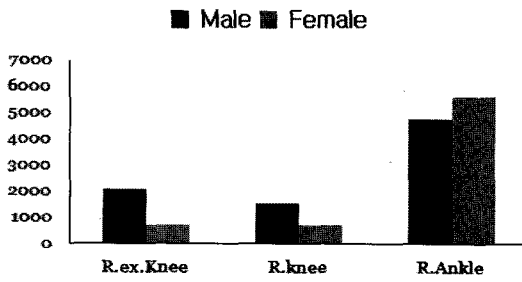
<그림 8>은 돌발구간에서의 JC를 나타내었다. 돌발 구간 역시 운전 구간과 유사한 패턴이 나타났다. 남성의 JC는 대퇴 내측 상과(R.knee)와 내측복사(R.ankle)에서, 여성은 대퇴 내측 상과(R.knee)에서 JC가 차간 거리가 멀어질수록 작게 나타났다( $p < .05$ ).

## 4. 결론 및 토의

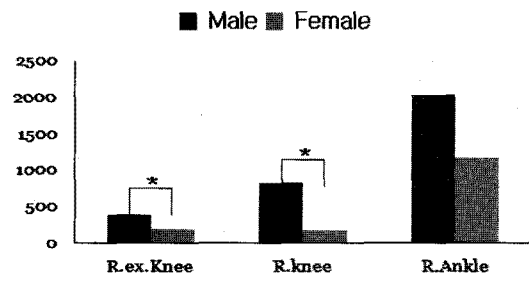
본 연구에서는 운전 시뮬레이터를 이용하여 직선주행과 선행 차량이 급정거를 하고 뒤따르던 본인의 차량도 급정거해야 하는 예측하지 못한 돌발 상황 발생 시 남녀의 운전 수행 패턴의 차이를 차선이격거리의 분산계수(CV)와 저크비용함수(JC)를 이용하여 규명하고자 하였다.

운전 중 휴대 전화를 사용하지 않는 경우에 비해 휴대 전화를 사용하는 조건에서 차간 거리 및 차선이격거리의 변산성이 커진다는 사실이 보고되었다[7]. 또한 신체적부하로 유발된 주의력 분산으로 차량이 주행로에서 벗어나는 정도가 증가한다는 사실이 보고되었다[17]. 이와같은 선행 연구로부터 CV는 차량의 안정적인 통제를 나타내는 신뢰할 수 있는 지표라는 사실을 알 수 있다. 본 연구에서 CV 값은 운전 및 돌발 구간 모두 여성에 비해 남성이 일정하고 낮게 나타났다. 이는 여성에 비해 남성이 안정되게 운전을 수행하였음을 나타낸다. 또한 돌발 구간 시 차간 거리가 증가 할수록 여성의 CV 값은 유의하게 낮아지고 남성은 큰 차이가 없이 일정하고 낮은 CV 값을 나타내었다.

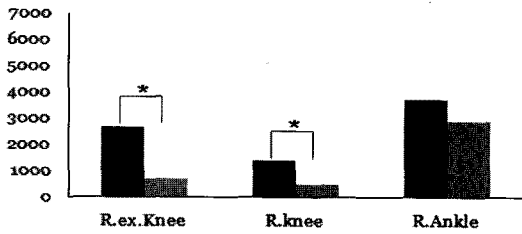
즉, 남성은 차간 거리에 관계없이 차량을 안정되게 통제 하였다. 그러나 남성에 비해 여성은 차간거리가 좁은 경우 차량 통제에 어려움을 나타낸 것으로 해석



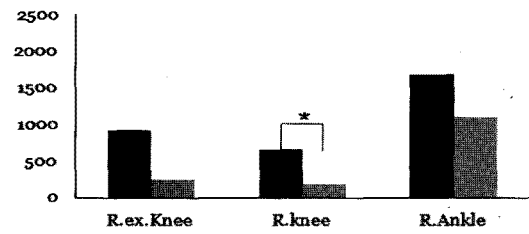
(a) 20m



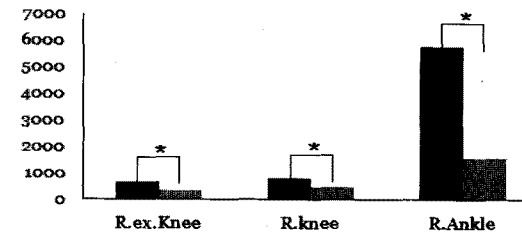
(a) 20m



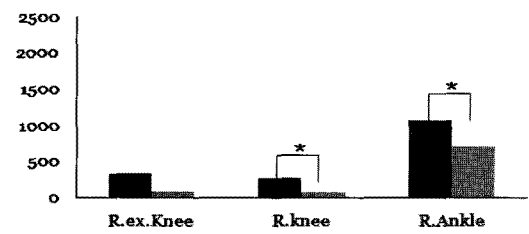
(b) 25m



(b) 25m



(c) 30m



(c) 30m

<그림 5> 운전 구간에서 성별에 따른 저크비용합수

<그림 6> 돌발 구간에서 성별에 따른 저크비용합수

할 수 있다.

저크를 이용하여 보행속도와 정규저크 사이의 관계를 확인한 연구, 골프 퍼팅 시 초보자와 숙련자의 JC를 비교한 연구 및 속도에 따른 팔꿈치의 굽힘 운동을 통해 동작의 부드러움을 정량적으로 평가한 연구 등 동작과 저크와의 상관관계를 규명한 많은 연구들이 수행되었다 [12, 13, 17]. 이들 선행 연구로부터 JC는 동작의 부드러움을 나타내는 신뢰할 수 있는 지표라는 사실을 알 수 있다. 그러나 저크합수를 운전 수행 패턴 측정에 적용한 연구는 수행된 바 없다.

본 연구에서 저크비용합수(JC)는 운전 및 돌발 구간에서 성별 및 차간 거리에 따라 각각 분석되었다.

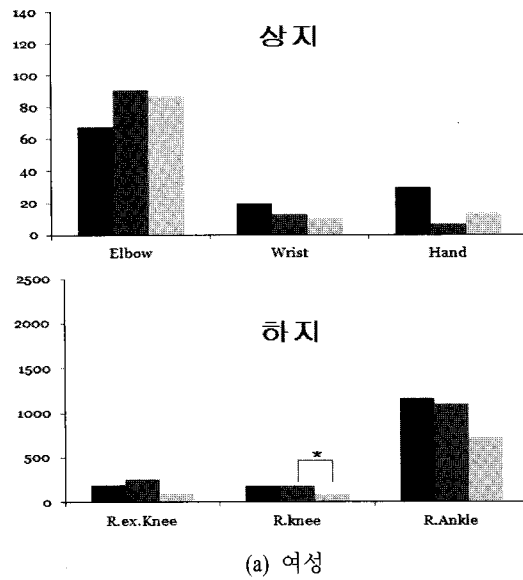
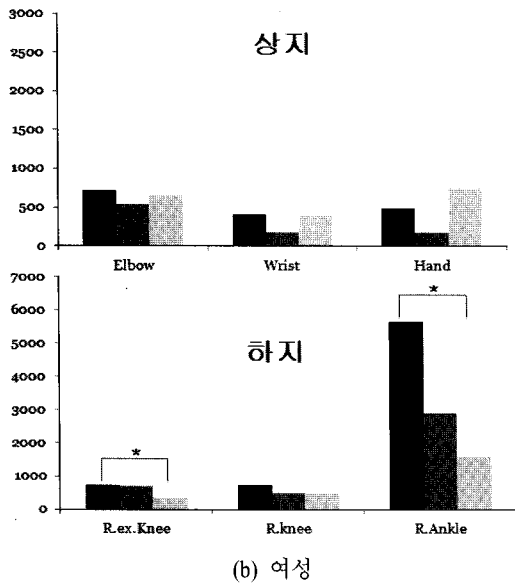
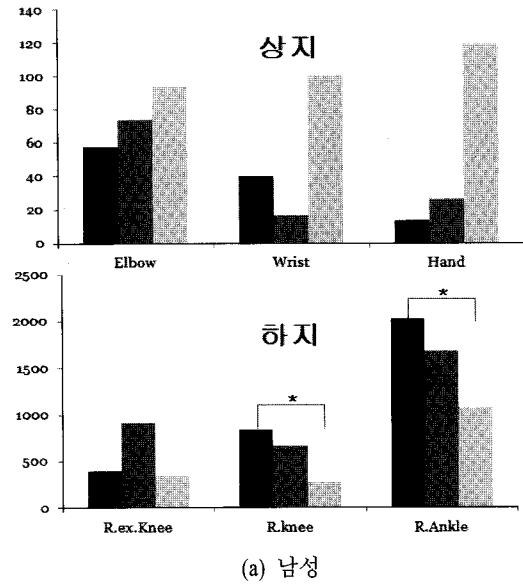
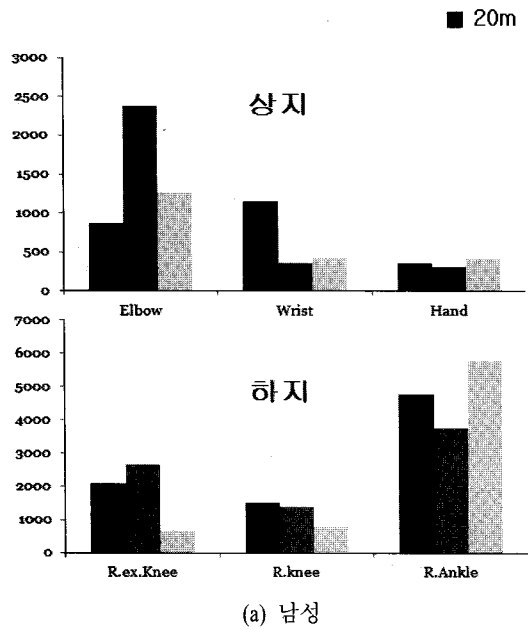
성별에 따른 JC의 경우, 운전 및 돌발 구간 모두에서 JC는 남성에 비해 여성이 낮게 나타났다. 이것은 여성에 비해 남성이 잦은 차량 조작을 수행하여 남성의 JC가 전반적으로 크게 나타난 것으로 판단된다.

성별에 따라 분석된 JC와 CV의 결과를 통해 남녀의 운전 수행 패턴을 유추해보면, 남성은 차량을 거칠게 조작하며 안정되게 차선을 유지한 반면 여성은 남성에

비해 부드럽게 운전을 수행하였지만 차량 통제에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 여성에 비해 남성이 상대적으로 뛰어난 운동신경을 지니고 있기 때문으로 사료된다.

차간 거리에 따른 JC의 경우, 운전 구간에서 남성의 JC는 통계적 유의차는 없었지만 여성은 차간 거리가 멀어질수록 작은 JC 값을 나타냈다. 즉, 여성은 차간 거리가 증가 할수록 JC가 작아지며, 이는 차간 거리가 멀어질수록 운전이 부드러워 짐을 의미한다. 돌발 구간에서, JC는 남녀 모두 차간 거리가 증가 할수록 작아지는 경향이 나타났다. 이는 차간 거리가 증가 할수록 운전자들은 돌발 상황에서도 부드럽게 운전을 수행함을 의미한다. 결론적으로, 남녀모두 차간 거리가 좁을 때 운전 수행이 거칠어지며, 넓은 차간 거리에서 운전 수행은 부드러워진다고 할 수 있다.

본 연구에서는 하지에서 성별 및 차간 거리에 따라 유의한 차이가 있었으나 상지에서는 차이가 나타나지 않았다. 상지의 움직임은 자유도가 크며, 운전 습관에 따라 다양하게 나타난다. 이러한 원인 때문에 상지 마커의



<그림 7> 운전구간에서 차간거리에 따른 저크비용합수

<그림 8> 돌발구간에서 차간 거리에 따른 저크비용합수

JC는 일정한 패턴이 나타나지 않은 것으로 사료된다.

본 연구는 최초로 JC를 이용하여 남녀의 운전 수행 패턴을 비교한 것으로 의미가 크다고 판단된다. 향후 남녀 운전 형태의 정확한 비교를 위해 운전 상황과 난이도에 따른 다양한 실험이 수행되어야 할 것이다.

**참고문헌**

[1] 김형준, 김태영, 박병호; “무인신호위반 단속장비 설치에 따른 교통사고 특성 및 모형”, 대한국토·도시계획학회지, 44(2).

[2] 장영식; 지표로 본 한국의 보건복지 동향, 보건복지포럼, 2009.

[3] 이효구, 김상호; “뺑소니 사고 대응방안에 관한 연구”, 한국경찰연구, 7(1), 2008.

[4] 김재식, 이영송, 김영석, 이운성, 박종철, 박종찬; “돌발상황에 대한 운전자 반응 연구”, 한국법과학회, 9, 2004.

[5] 오영진; “운전자의 특성에 따른 자동차 운전 수행도 분석”, 공업경영학회지, 21(48), 1998.

[6] 이재식; “운전 시뮬레이션을 이용한 운전자의 추돌 회피 행동에 관한 연구”, 한국심리학회지, 13(2) :

- 53-73.
- [7] 최시환, 이재식; “주행속도를 달리했을 때 운전 중 휴대전화 사용이 운전 수행에 미치는 효과”, 한국감성과학회지, 6(3) : 1-11, 2003.
- [8] 최진승, 탁계래, 한영민, 이정환, 임영태, 전재훈; “보행속력과 동작의 부드러움과의 상관관계에 관한 연구”, 한국운동역학회지, 16(1) : 11-17, 2006.
- [9] Casey, S. and Lund, A.; “Three Field studies of Driver Speed Adoption,” *Human Factors*, 29, 1987.
- [10] Evans, L. *Traffic Safety and Driver*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [11] Gkikas, N., Hill, J., and Richardson, J., Exploitable characteristics of driver braking, National Highway Traffic Safety Administration, 09-0247, 2009.
- [12] Gye-Rae Tack, Choi, J. S., Yi, J. H., and Kim, C. H.; “Relationship between Jerk Cost Function and Energy Consumption during Walking,” *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, 14, 2007.
- [13] Choi, J. S., Kim, H. S., Lim, Y. T., and Tack, G. R.; “Kinematic Analysis of Golf Putting for Elite and Novice Golfers,” *The Impact of Technology*, 2007.
- [14] Natasha Merat, Virpi Anttila, Juha Louma, Comparing the driving performance of average and older drivers : The effect of surrogate in-vehicle information systems, Transportation Research, F8147-166, 2005.
- [15] Takafumi Asao, Takahiro Wada and Shun'ichi Doi, The Effect of Physical Workloads on Driving Performance, Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety Vehicles, Paper Number 05-0435.
- [16] van der Horst, A. R. A. and Kraay, J. H.; The Dutch conflict observation technique 'Doctor'. In proceedings of the workshop traffic conflict and other intermediate measures in safety evaluation, Budapest, September, 1986.
- [17] Wiegner, W. and Margaret Wierzbicka, M.; “Kinematic models and human elbow flexion movements : Quantitative analysis,” *Exp Brain Res*, 88 : 665-673, 1992.
- [18] West, R., Elander, J., and French, D.; Decision making, personality and driving style as correlates of individual accident risk, Contractor report 309, Transport Research Laboratory, 1992.
- [19] Zatsiorsky, V. M.; Kinematics of human motion, Human Kinetics, ISBN-13, 1998.
- [20] Olivier Remy-Neris, Vincent Tiffeau, Stephane Bouillard, Bernard Bussel, Intrathecal Baclofen in Subjects With Spastic Hemiplegia : Assessment of the Antispastic Effect During Gait, Arch Phys Med Rehabil, 84, May 2003.