

## 주행속도를 달리했을 때 운전 중 휴대 전화 사용이 운전 수행에 미치는 효과

### The effects of cellular-phone use on driving performance under various driving speed conditions

최시환(부산대학교 인지과학 협동과정)\* · 이재식(부산대학교 심리학과)\*\*

Si-Hwan Choi, Jae-Sik Lee

**Abstract** : The purpose of the present driving simulation study was to examine the effect of cellular-phone use on driving performance when required driving speeds were systematically varied(60, 80, 100, or 120km/h) while either using cellular-phones(experimental condition; Hands-Free or Hands-Held) or not(control condition). Driving performance was measured both by longitudinal vehicle control(i.e., variabilities in driving speed and headway) and lateral vehicle control(variabilities in lane position). The results can be summarized as followings: (1) The significant difference in driving speed variation between the two cellular-phone usage conditions was found only at relatively higher driving speed conditions(i.e., over 80km/h). (2) Only in the experimental condition where cellular-phone was required to be used while driving, the magnitudes of variation in driving speed, headway and lane position were gradually increased as the required driving speeds were increased(this tendency was not found in control condition). And. (3) the dependent measures of this study appeared to suggest that cellular-phone usage itself (rather than the types of cellular-phone) had significant impact on driving performance. Finally, implication and issues related to this study were discussed.

**Key words** : driving simulation, cellular-phone use, driving performance, driving speed

**요약** : 본 연구는 운전 시뮬레이션 실험을 통해 운전 중 휴대 전화 사용이 운전 속도의 변화에 따라 운전 수행에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 할 목적으로 수행되었다. 본 연구에서는 일반적인 도로 상황을 모사하기 위해 직선 도로와 곡선 도로가 모두 제시되었으며, 운전자는 60, 80, 100 및 120km/h의 주행 속도를 체계적으로 변화시킨 조건에서 운전하도록 하였다. 이러한 운전 조건에 따라 운전자들은 핸드프리 장치 조건과 핸드헬드 장치 조건 중 한 조건에 할당되었으며, 각각의 휴대전화 유형에서 전화를 사용하는 조건(실험 조건)과 사용하지 않는 조건(통제 조건)을 모두 수행하였다. 이러한 조건에 대해 운전자들이 보인 차량의 종적 통제와 횡적 통제를 측정하여 운전 수행을 비교하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 전체적인 분석에서 전화를 사용하는 조건과 사용하지 않는 조건에서 운전 수행의 차이가 관찰되었고, (2) 전화 사용의 유형(즉, 핸드프리와 핸드헬드 조건) 사이에는 차이가 없었다. (3) 일반적으로, 운전 속도가 증가함에 따라 전화를 사용하면서 운전을 하는 조건에서 속도의 변산성과 차선 내 횡적 위치, 그리고 차간 거리의 변산성이 증가하였다. 이러한 결과들은 운전 중에 어떠한 유형의 휴대폰을 사용하는 것이 더 운전 수행에 손상을 주는지의 여부보다 단순히 전화를 사용하는 것 자체가 운전 수행을 손상시킬 수 있다는 것을 시사하며, 특히 운전 수행과 휴대폰 사용의 관계를 고려할 때 다른 운전 조건(예를 들면, 운전 속도)을 고려해야 한다는 것을 시사한다.

**주제어** : 운전중 휴대전화 사용, 운전 시뮬레이션, 운전 속도, 운전 수행

---

\*\* 연구분야 : 인간공학(운전자 정보처리, 운전 시뮬레이션)

주 소 : 609-735, 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지 부산대학교 사회과학대학 심리학과

전 화 : 051-510-2131

Fax : 051-581-1457

E-mail : jslee100@pusan.ac.kr

## 서론

최근 들어 휴대 전화의 사용은 매우 급속한 속도로 증가하고 있다. 정보통신부는 1999년 2월 중 휴대 전화 가입자가 118만 3,000여 명이 늘어 휴대 전화 사용자가 2,542만 8,000여 명에 달했다고 발표했다. 이것은 전체 인구 중 53.8%가 휴대 전화를 사용하고 있는 것을 의미한다. 이러한 휴대 전화 가입자 수는 계속적으로 증가하여 현재 일반 전화 가입자 수의 약 세 배 정도라고 한다. 또한 이러한 휴대 전화 사용 인구의 증가 추세 현상은 전 세계에서 공통적으로 일어나고 있다.

이러한 휴대 전화 사용의 급격한 증가는 이동하는 상황에서도 필요한 정보를 신속하게 획득하거나 서로 교환할 수 있도록 하여 개인의 삶을 전반적으로 더욱 편리하게 해 주었다. 그러나 이러한 순기능과는 대조적으로 휴대 전화의 사용으로 인한 문제점도 발생하고 있다. 예를 들어, 휴대 전화에서 나오는 전자파에 의한 것으로 추정되는 비행기 추락 사고에서부터, 병원이나 도서관 등과 같은 공공 장소에서의 무분별한 휴대 전화 사용에 의한 심리적 짜증감에 이르기까지 휴대 전화 사용과 관련된 문제들은 매우 다양하다. 그 중에서 현재 가장 시급하게 인식되고 있는 문제 중의 하나는 “운전 중 휴대 전화 사용”이다.

급증한 휴대 전화 사용과 함께 지난 몇 년간 휴대 전화와 관련한 교통사고도 급증하고 있는 실정이다. 예를 들어, 어느 한 자료에 의하면 일본에서는 휴대 전화 관련 교통사고가 1997년에는 2,297건이었는데, 1년이 지난 1998년에는 2,648건으로 1년 사이에 351건이 증가하였다고 한다. 더구나 이와 같은 증가 추세는 계속 이어질 것으로 예상된다고 한다(Iida & Ito, 1998). 특히 운전 중 휴대 전화 사용과 교통사고 가능성 사이의 관계를 살펴본 조사에 의하면, 운전 중 휴대 전화 사용은 그렇지 않은 경우보다 4배 정도 더 높은 교통사고 가능성을 가지고 있다(Redelmeier & Tibshirani, 1997).

우리나라의 경우, 운전 중 휴대 전화 사용으로 인한 교통사고가 1998년에서 1999년에 이르는 1년 사이에 100%나 증가하였다(자동차 사고 과학 연구소,

1999). 특히 이 자료에서는 1996년 이후 감소하던 교통사고가 최근 급증하고 있는 주요 원인이 바로 “운전 중 휴대 전화 사용”임을 밝힘과 동시에, 손해 보험 회사들에게 운전 중 휴대 전화 사용 금지 조항을 신설할 수 있도록 관계 당국에 건의할 것을 제안하기도 하였다. 또한 경찰청이 발간한 교통사고 통계 자료에 의하면, 우리나라의 교통사고 수준은 다른 선진국들과 비교하여 매우 높을 뿐만 아니라, 최근에는 교통사고의 원인 중에서 운전 중 휴대 전화 사용이 매우 중요한 요소로 등장하고 있음을 지적하고 있다. 예를 들어, 운전 중 휴대 전화 사용으로 인해 발생한 사고 건수가 1998년 상반기에는 119건에 불과하던 것이 1999년 상반기에는 242건으로 증가하였고, 휴대 전화 사용에 따른 사고율이 1년 사이에 무려 103.4%나 증가하였다.

이상에서 살펴본 것과 같이, 운전 중 휴대 전화 사용은 전 세계적으로 교통사고의 새로운 원인으로 인식되고 있고, 이에 따라 운전 중 휴대 전화 사용이 운전자에게 미치는 영향에 관한 연구 역시 다양한 각도에서 이루어지고 있다. 도로교통안전공단(1999)에서 실시한 연구에서는, 운전 중 휴대 전화 사용이 긴장을 유발시켜 사고 대처 능력을 크게 떨어뜨린다는 실험 결과를 얻어냈다. 예를 들어, 이 연구에서는 운전자의 심장박동이 전화를 받기 이전의 평균 분당 68.32회에서 전화 사용 중 75.74회로 갑자기 빨라졌으며, 전화를 끊은 뒤 1분간은 72.82회로 흥분상태가 이어졌다는 것을 발견하였다. 신호대기 후 출발도 4명 가운데 3명이 주변 차량에 비해 늦었다. 또한 갑자기 나타나는 장애물을 지각하고 반응하는 시간은 평균 0.76초로 평소 평균 0.06초보다 크게 늘어났으며, 핸들조작 각도는 평소보다 좌우 1~2도가 더 늘어난 것으로 나타났다.

대부분의 국가에서는 운전자들이 손을 사용하지 않고 통화할 수 있는 핸드-프리 방식에 대해서는 운전 중 사용을 허락하는 추세이다. 그 이유는 아마도 핸드-헬드 방식은 어느 한 손으로 휴대 전화를 들고 다른 한 손만으로 운전 수행을 하는 반면, 핸드-프리 방식은 운전 수행에 두 손을 모두 사용할 수 있다는 장

점이 인정되었기 때문일 것이다. 그러나 몇몇 연구들은 핸드-프리 방식도 운전 수행에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 보여주고 있다.

Nilsson(1993)의 연구에서는 운전 시뮬레이션을 이용하여 서로 다른 연령층의 운전자들에게 운전 중에 핸드-프리 전화를 사용하도록 요구한 실험을 실시하였다. 이 연구에서는 핸드-프리 휴대 전화를 사용하는 조건이라도 휴대 전화를 사용하지 않고 주행하는 조건보다 브레이크 반응 시간이 더 느렸고, 앞 차와의 차간 거리가 줄어들었으며, 특히 젊은 운전자들은 나이 많은 운전자들보다 앞 차에 더 접근하여 운전하는 것이 관찰되었다. 또한 작업 부하를 측정한 질문지에 대한 응답을 살펴보면, 전화 통화와 운전을 동시에 한 실험 참가자들은 운전만 한 실험 참가자들 보다 심적 요구, 시간 압력, 노력 그리고 혼동과 같은 작업 부하의 측면에 높은 점수를 주었다. 또한 통화를 하면서 운전하는 경우 앞 차의 속도 감속에 대한 반응시간이 현저히 늘어난다는 연구 결과(Brookhuis, de Vries & de Waard, 1991)도 보고되었다. 반면 Drory(1985)의 실험에서는 운전자에게 운전 조작에 필요한 계기판을 읽거나 간단한 대화를 나누는 과제인 경우 운전 중 통화는 오히려 운전 수행을 증가시킨다는 결과를 얻기도 했다. 이 실험은 트럭 운전자들을 대상으로 7시간 동안의 운전 수행 중 15분 간격으로 제시한 대화를 통해서 실험 참가자들의 운전 수행을 살펴보는 실험이었는데, 실험 참가자들의 운전 수행이 증가한 것은 전화 통화가 7시간의 운전에서 느낄 수 있는 피곤함과 졸음을 방지하는 역할을 한 것으로 생각이 된다.

운전 중 휴대 전화의 사용이 운전자의 운전 수행에 어떤 영향을 미쳤는가에 관한 연구뿐만 아니라 운전 중 휴대 전화 사용시 전화 통화 내용이 운전 수행에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구도 이루어졌다. 예를 들어, Briem과 Hedman(1995)의 연구에서는 단순한 대화를 하는 경우보다 복잡한 대화를 하는 경우에 운전 속도의 편차는 커지는 것이 관찰되었다. 그리고 운전을 하면서 통화를 하는 것이 기억에 미치는 영향을 알아본 연구에서 운전 중 휴대 전화를 이용한 조건

은 언어기억과 수치기억을 저하시키며 정확한 정보의 해석을 어렵게 한다는 것이 보고되었다(Parkes, 1991).

Alm과 Nilsson의 연구에서는 교통량이나 도로의 굴곡 정도 등에 의해 주행해야 하는 도로가 복잡하여 운전 수행에 더 많은 신경을 써야 하는 경우에 실험 참가자들은 휴대 전화에 대한 주의 분할을 상대적으로 적게 하는 것으로 나타났다. 또한 노인들은 운전하기 쉬운 도로임에도 불구하고 통화 중에는 브레이크 반응시간이 증가하였고(Alm & Nilsson, 1991), 운전자들은 휴대 전화의 사용이 자신의 반응능력에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 자각하지 못하는 경향이 관찰되었다(Alm & Nilsson, 1995).

운전 중 휴대 전화의 사용에 관한 연구는 주의에 관한 것뿐만 아니라 운전 중 수행하는 다른 이차 과제와 운전 중 휴대 전화 사용과의 비교를 통해 운전 중 휴대 전화 사용이 운전 수행에 어떤 영향을 미치는지에 대해서도 수행되었다. 운전 중 휴대 전화 사용과 가장 일반적으로 비교해 볼 수 있는 이차 과제는 옆 사람과 대화하면서 운전을 하는 경우이다. 휴대 전화 사용 조건과 옆 사람과의 대화 조건을 통해 운전자의 생리적인 측정치를 알아본 실험에서 운전자들의 반 수 이상이 전화 통화를 하면서 운전하는 상황과 옆 사람과 대화하는 상황에서 운전하는 것에서 어려움을 겪었다고 보고하였다(Fairclough, Ashby, Ross & Parkes, 1991). 그리고 운전을 하면서 통화를 하는 것은 운전 중 라디오 주파수를 맞추면서 운전을 하는 것과 동일하게 운전 수행에 방해로 준다는 연구 결과도 있다(McKnight & McKnight, 1993). 특히 휴대 전화 단말기의 다이얼 배치를 달리하여 실험 참가자들의 수행을 알아봤으나 다이얼 배치에 따른 차이는 나타나지 않았다(Kames, 1978). 운전 중 휴대 전화 사용에 따른 교통사고 발생률 중 두 번째로 많은 비율을 차지하고 있는 전화를 걸기 위한 준비 상황에 관한 실험에서는 손으로 전화를 거는 것보다 음성으로 전화를 거는 것이 운전 수행에 방해로 주지 않았으며 선호도도 더 높은 것으로 나타났다(Serafin, Wen, Paelke, & Green, 1993).

이상에서 살펴본 휴대 전화의 사용에 관한 여러 가

지 연구에도 불구하고 운전 중 휴대 전화의 사용으로 인한 교통사고의 증가를 막기 위한 방법으로 가장 일차적으로 사용하는 것은 운전 중 전화 사용의 금지이다. 특히, 운전 중에 휴대 전화를 사용하고자 할 때는 핸드-프리 방식을 사용하여야 한다고 법으로 명시하고 있다. 그러나 선행 연구에서 알아봤듯이 핸드-프리의 사용으로 얻을 수 있는 장점은 통화 중에 양손을 사용할 수 있다는 것이며, 실제 운전 수행에 필요한 인간의 주의 자원에 대해서는 도움을 주지 못한다(Stein, Parseghian, & Allen, 1987).

본 연구에서는 운전 중 휴대 전화 사용이 상이한 운전 속도 조건에서 운전자의 운전 수행에 미치는 영향에 관해서 알아보려고 한다. 또한 앞에서도 소개하였듯이, 핸드-프리와 핸드-헬드가 운전 수행에 별 차이가 없다는 연구 결과가 있지만 연구의 수가 많지 않은 편이고 운전 중 휴대 전화의 사용은 운전자의 주의 분산에 많은 영향을 미칠 수 있기 때문에, 현행 규제의 대상에서 제외되는 핸드-프리 장치가 운전 수행을 실제로 손상시키지 않는지의 여부도 확인하기 위해 핸드-프리 조건과 핸드-헬드 조건을 비교해 볼 것이다.

## 방 법

### 실험 참가자

운전면허증이 있는 부산대학교 학부생 60명이 실험에 참가하였다. 실험에 참가한 60명 전원은 운전면허증 소지자였다. 실험 참가자의 평균 연령은 22.7세이며 남자 34명, 여자 26명이었다. 면허증 취득 후 운전 경험이 있는 사람은 31명이었으며, 이들은 평균 14.61개월 정도 운전 경험이 있었다.

### 기구

본 실험에서 사용한 시뮬레이터는 고정형 시뮬레이터이며 차체는 90년식 엑셀이었다. 운전 상황은 차체

전방 1.5m에 위치한 3×4m 크기의 스크린에 50×40도 크기의 화면을 지원하는 프로젝터(EIKI KD7000)로 제시하였으며, 엔진 소음은 증폭기(Inkel, CTA-4)를 이용하여 스피커(Inkel, DJ-81, 100W급) 두 대로 제시하였다. 운전 상황을 모사하기 위해서 Visual C++로 제작한 프로그램을 사용하였다. 운전 프로그램을 통해 운전자의 행동에 따른 운전 상황의 변화를 주었으며 운전자의 행동은 1/25초 단위로 측정되었다. 운전 상황 묘사와 운전 행동의 저장은 Pentium III-500MHz급 컴퓨터를 이용하였다. 운전 중 전화 사용 상황을 재현하기 위해서 휴대 전화 모델 YT8200과 TC409를 사용하였는데(그림 1), YT8200은 핸드-프리 조건이고, TC409는 핸드-헬드 조건이었다.

### 운전 시나리오 및 절차

본 연구에서 실험 참가자들은 60, 80, 100 및 120km/h의 네 가지 서로 다른 속도 조건에서 시뮬레이터 차량을 운전하였다. 도로의 상황은 한산한 지방 국도로 모사되었으며 주행거리는 약 9.4km이었다. 실험 참가자들은 1.2km 주행을 한 후에 도로의 오른쪽 상단에 목표 속도가 적힌 표지판에 따라 운전 속도를 변화하도록 요구받았다. 운전 속도의 변화는 모두 8번이었으며 처음에 60km/h로 주행하다가 점차 80km/h, 100km/h, 그리고 120km/h 순으로 운전 속도를 증가시키다가 120km/h에서 다시 100km/h, 80km/h, 그리고 60km/h 순으로 속도를 감속하였다. 실험 참가자들이 주행을 시작한지 4.7km되는 지점에서 전화가 걸려오면 전화를 받으면서 운전을 하도록 하였다.

실험 참가자들이 주행한 도로는 도로의 교통량이 많거나 보행자가 있는 상황은 아니었으나 직선 도로와 곡선 도로를 모두 제시함으로써 가능한 현실적인 운전 상황이 되도록 하였다. 운전 속도의 변화는 실험 참가자 내 변인이며 핸드-프리와 핸드-헬드 조건은 실험 참가자간 변인으로 실험이 이루어졌다. 실험 참가자들은 5분 가량의 운전 시뮬레이션 적응을 위한 연습시행을 실시하였다. 연습 시행 후에 운전자들에 따

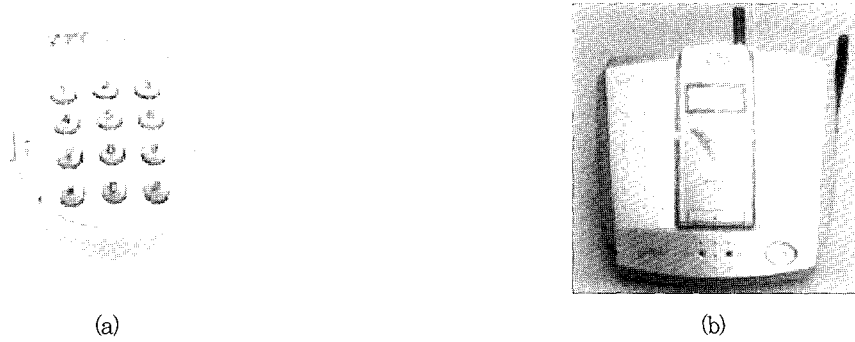


그림 1. 본 실험에 사용된 휴대 전화기의 유형 (a) 핸드-프리 조건에서 사용된 Y8200, (b) 핸드-헬드 조건에서 사용된 TC409

라 전화를 사용하지 않는 통제 조건에서 먼저 운전하거나 휴대 전화를 사용하는 실험 조건에서 먼저 운전하도록 함으로써 특정 조건에 대한 연습 효과를 배제하고자 하였다.

전화 통화는 실험용 휴대 전화와 유선으로 연결하여 이루어졌다. 이전 연구들이 사용했던 전화 통화의 내용은 문법 추론 과제나 Baddeley Working Memory Span Test 등과 같은 것이었으나, 일차적인 연구 결과 이러한 과제는 일반적인 대화보다는 실험 참가자들에게 인지적 부담을 과중하게 주어 운전 수행을 매우 어렵게 하였기 때문에, 본 연구에서는 통화 내용을 운전면허 취득 시거나 운전면허 취득 장소, 중간고사를 치른 과목의 이름 등과 같은 일상적인 내용으로 한정하였다. 또한 운전자들이 운전 중에 전화를 사용

하는 방법을 미리 숙지하도록 하여 처음 접해보는 전화기 유형 때문에 발생할 수 있는 영향이 최소화되도록 하였다. 실험 참가자들은 실험이 끝날 때까지 계속 통화하도록 하였다. 특히 운전 중 휴대 전화 사용은 전화 걸기와 통화, 그리고 전화 받기의 세 가지로 구분할 수 있는데 본 실험에서는 이 세 가지 중 전화 걸기와 전화 받기 상황에 해당하는 자료는 실험의 결과 분석에서 배제되었다. 그림 2는 실제 운전 시뮬레이션 상황에서 핸드-프리 조건과 핸드-헬드 조건의 휴대 전화 사용 예시를 보여 주고 있다.

### 종속 변인 및 분석

관찰 가능한 다양한 운전 수행 측정치 중 운전자가



(a) 핸드-프리 조건



(b) 핸드-헬드 조건

그림 2. 실제 운전 시뮬레이션 상황에서 핸드-프리 조건(a)과 핸드-헬드 조건(b)의 휴대 전화 사용 예시

보인 시뮬레이터 차량의 횡적 통제와 종적 통제를 종속 측정치로 사용하였으며, 변량 분석(ANOVA)을 통해 이를 분석하였다. 통계적 유의도 수준은 5%로 정하였다. 운전 수행 측정치에 대한 구체적인 기술은 아래에 제시되어 있다.

**차량의 종적 통제.** 실험 참가자들이 차량의 종적 통제를 위해서 보인 속도 변산성과 선행 차량과의 차간 거리 변산성을 분석하였다. 속도 변산성은 실험 참가자가 전화 통화를 하면서 얼마나 속도를 일정하게 유지하였는지를 알아보는 지표로 속도 변산성이 작을수록 실험 참가자는 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다. 차간 거리 변산성은 선행 차량의 뒤 범퍼에서 실험 참가자가 운행한 시뮬레이터 차량의 앞 범퍼까지의 거리를 얼마나 일정하게 유지하였는가를 나타내는 것이며 차간 거리 변산성이 작을수록 실험 참가자는 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다.

**차량의 횡적 통제.** 차량의 횡적 통제를 측정하기 위해서 차선 내 횡적 위치 변산성을 측정하였다. 차선 내 횡적 위치 변산성은 차량이 차선 내에서 얼마나 많이 좌우로 흔들렸는가를 나타내는 지표로, 차선 내 횡적 위치 변산성이 작을수록 실험 참가자들은 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다.

## 결과 및 논의

본 실험에서는 실험 참가자들이 운전을 계속하면서 운전 속도를 변화시키도록 요구받았기 때문에 운전자들이 속도를 변화시키는 구간의 데이터는 분석에서 제외하였다. 그리고 앞서도 언급하였듯이 결과의 분석에서는 핸드-프리 조건과 핸드-헬드 조건 사이의 운전 수행 차이 및 이러한 운전 수행이 여러 운전 속도 조건에서 어떠한 형태로 변화하는지를 살펴보고, 전화를 사용하는 조건과 그렇지 않은 조건에서의 차이도 각각의 전화기 유형에 따라 분석하고자 한다.

## 속도 유지 변산성

그림 3은 운전 속도에 따른 속도 유지 변산성 결과를 보여주고 있다. 먼저 핸드-프리 조건과 핸드-헬드 조건의 사이에는 유의미한 차이가 나타나지 않았으나  $[F(1, 58) = 1.609, p > .05]$ , 전화의 사용 여부  $[F(1, 174) = 30.501, p < .01]$ . 운전 속도 조건  $[F(3, 174) = 3.034, p < .05]$  그리고 전화의 사용 여부 및 운전 속도 조건 사이에 유의미한 상호작용 효과  $[F(3, 174) = 14.479, p < .01]$ 가 관찰되었다. 이러한 결과를 전체적으로 해석해 보면, 운전 중에 어떤 형태의 전화기를 사용하는지와 상관없이 단지 운전 중에 전화기를 사용하는 것 자체가 운전 속도의 유지 변산성을 증가시키고, 특히 운전 속도가 증가할수록 그 변산성의 정도가 증가한다는 것을 시사한다.

전화의 사용 여부 및 운전 속도 조건 사이에 유의미한 상호작용 효과가 관찰되었기 때문에 각각의 전화기 유형에 따라 운전 속도의 유지 변산성이 운전 속도 조건별로 어떻게 변화하는지 살펴보았다. 먼저 핸드-프리 조건에서는 운전 속도가 60km/h인 경우 통제 조건과 실험 조건 간에 실험 참가자들이 속도를 유지하는 것에서 차이를 보이지 않았으나  $t(29) = -.220, p > .05]$ , 운전 속도가 80km/h 이상으로 요구되었을 경우에는 전화 사용 조건과 통제 조건 사이에 유의미한 차이가 관찰되어 80km/h 이상의 운전 속도 조건에서 전화를 사용할 경우 운전 속도를 유지하는데 운전자들이 어려움을 경험한다는 것이 관찰되었다  $[80km/h인 경우 t(29) = 2.834, p < .05, 100km/h인 경우 t(29) = 4.379, p < .05, 그리고 120km/h인 경우 t(29) = 4.266, p < .05]$ . 핸드-헬드 조건에서도 핸드-프리 조건과 마찬가지로 60km/h에서는 속도 유지에 차이가 나타나지 않았으며  $t(29) = -1.859, p > .05]$  운전 속도가 80km/h 이상으로 요구되는 조건들에서 전화 사용 조건과 통제 조건 사이에 유의미한 차이가 관찰되었다(즉, 80km/h 조건인 경우  $t(29) = 2.897, p < .05, 100km/h 조건인 경우 t(29) = 3.489, p < .05, 그리고 120km/h 조건인 경우 t(29) = 3.012, p < .05]$ . 특히 그림 3에서도 보이듯이 운전 속

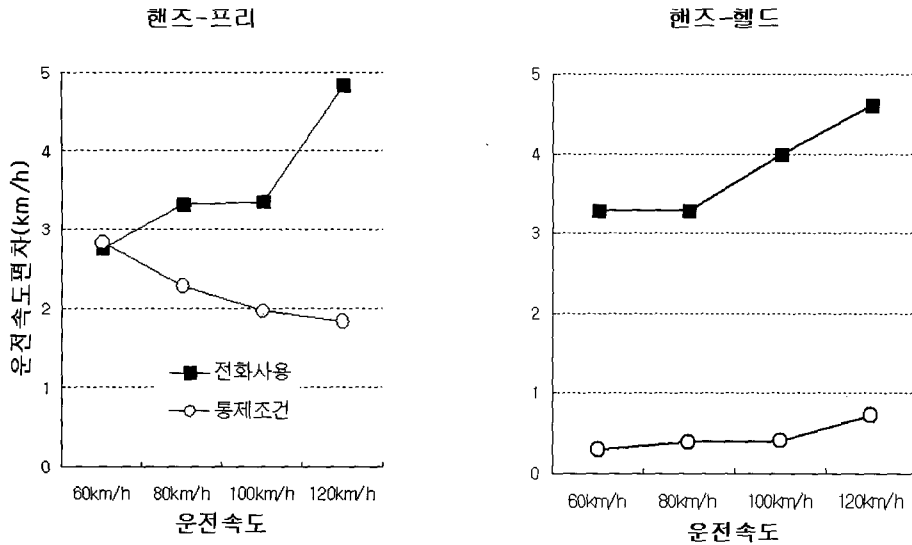


그림 3. 운전 중 휴대 전화 사용 여부, 휴대 전화기 유형 및 운전 속도에 따른 속도 유지 변산성

도가 빨라질수록 이러한 차이는 더 증가하였다.

속도를 유지하는 것이 차량의 종적 통제 중 중요한 수행 측면이라고 생각한다면 운전자들이 통화를 하면서 운전할 경우(특히 어떤 형태의 전화기를 사용하는지와 상관없이) 차량의 운전 속도가 높아짐에 따라(본 실험에서는 80km/h 이상인 경우) 운전자들이 종적 통제에 많은 어려움을 경험하였다는 것은 중요한 시사점을 갖는다. 또한 본 실험은 한적한 국도를 배경으로 실험 절차가 구성되어 있으나 수시로 교통의 흐름이 바뀌는 도심의 교통 상황에서는 휴대 전화 사용으로 인해 운전자들이 경험하는 차량의 종적 통제 어려움은 교통사고를 일으킬 수 있는 중요한 원인이 될 수 있을 것이다. 특히, 규제의 대상에서 제외되면서 운전자들이 안전하다고 믿는 핸즈-프리의 경우에도 손으로 전화기를 들고 운전하는 것과 비교하여 차량의 종적 통제가 효과적이지 못했다는 점을 감안하면 핸즈-프리 전화기의 운전 중 사용이 재고되어야 할 것으로 판단된다.

### 차간 거리 변산성

운전자들이 운전 중에 선행 차량과의 거리를 얼마

나 일정하게 유지할 수 있었는지에 대한 결과는 그림 4에 제시되어 있다. 선행 차량과의 차간 거리 유지 변산성도 앞에서 기술한 운전자의 운전 속도 변산성과 마찬가지로 전화기 유형(즉, 핸즈-프리 조건과 핸즈-헬드 조건) 사이에는 유의미한 차이가 나타나지 않았으나  $[F(1, 58) = 0.025, p > .10]$ , 전화의 사용 여부  $[F(1, 174) = 13.398, p < .01]$ , 운전 속도 조건  $[F(3, 174) = 18.359, p < .01]$  그리고 전화의 사용 여부 및 운전 속도 조건 사이에 유의미한 상호작용 효과  $[F(3, 174) = 5.595, p < .01]$ 가 관찰되었다. 이러한 결과는 운전 중에 어떤 형태의 전화기를 사용하는지와 상관없이 단지 운전 중에 전화기를 사용하는 것 자체가 선행 차량과의 거리 유지를 어렵게 한다는 것을 시사한다. 특히 운전 속도가 저속인 조건(60km/h)에서는 핸즈-프리 전화기 사용 조건을 제외하면 통제 조건이라 할지라도 대체적으로 선행 차량과의 거리 편차가 상대적으로 더 컸는데 이러한 결과는 운전 속도가 저속 조건인 경우 선행 차량과의 거리를 유지하기 위해 운전자들이 더 빈번하게 가속 페달과 브레이크를 조작한 것이 원인일 가능성이 높다.

각각의 운전 속도 조건에 따라 전화기 사용 조건과 통제 조건 사이의 차간 거리 변산성을 살펴보면, 먼저

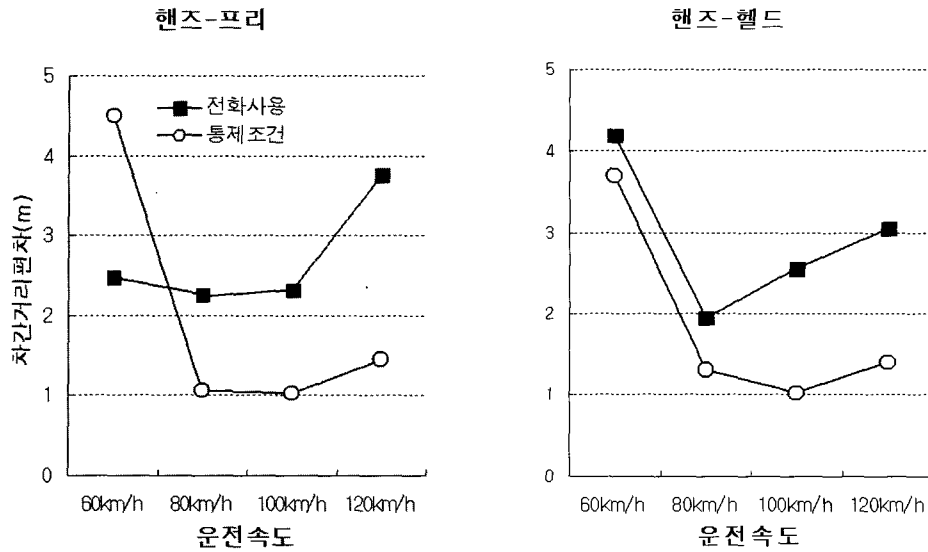


그림 4. 운전 중 휴대 전화 사용 여부, 휴대 전화기 유형 및 운전 속도에 따른 선행 차량과의 차간 거리 변산성

핸즈-프리 조건에서 실험 조건과 통제 조건 간에는 60km/h 속도 조건에서만 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않은 반면  $t(29) = -1.790, p > .05$ , 80km/h 조건  $t(29) = 2.623, p < .05$ , 100km/h 조건  $t(29) = 3.488, p < .05$ , 그리고 120km/h 조건  $t(29) = 4.772, p < .05$ 에서는 유의미한 차이가 관찰되었다. 그림 4에서는 60km/h 조건인 경우 통제 조건의 변산성이 핸드-프리 사용 조건에 비해 차간 거리 유지 변산성이 매우 큰 것으로 보이지만 이 차이가 통계적으로 유의미하지 않았던 것은 추가적인 분석 결과 이 속도 조건에서 차간 거리 유지 수행에서의 개인차가 다른 조건에 비해 더 컸기 때문이었다. 핸드-헬드 조건에서 60km/h 조건  $t(29) = .448, p > .05$ 과 80km/h 조건  $t(29) = 1.037, p > .05$ 에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 100km/h 조건  $t(29) = 4.609, p < .05$ 과 120km/h 조건  $t(29) = 2.839, p < .05$ 에서는 유의미한 통계적 차이가 나타났다.

#### 차선 내 차량의 횡적 위치 변산성

운전자들이 보인 차선 내 차량의 횡적 위치 변산성

에 대한 결과는 그림 5에 제시되어 있다. 앞에서 기술된 차량의 운전 속도 유지 변산성과 선행 차량과의 차간 거리 변산성 결과와는 대조적으로 운전 중 전화 통화와 운전을 병행하면서 차선을 유지하는 것은 운전자들에게는 그렇게 어려운 과제가 아닌 것으로 나타났다. 우선 운전 속도 유지 변산성과 선행 차량과의 차간 거리 변산성 결과와 마찬가지로 핸드-프리 조건과 핸드-헬드 조건의 사이에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다  $F(1, 58) = 0.054, p > .05$ . 특히 위에서 언급된 두 가지의 종속 측정치와는 달리 차선 내 차량의 횡적 위치 변산성은 전화의 사용 여부와 상관없이 차이가 없었던 반면  $F(1, 174) = 0.002, p > 1.0$ . 운전 속도 조건  $F(3, 174) = 42.768, p < .01$ , 전화기 유형, 전화의 사용 여부 및 운전 속도 조건 사이의 3원 상호작용 효과  $F(3, 174) = 2.946, p < .05$ 가 통계적으로 유의미하였다.

핸즈-프리 전화기 조건에서는 운전 속도 조건이 100km/h인 상황을 제외한 나머지 세 조건에서 통제 조건과 실험 조건 간에 차이가 있었다. 60km/h 조건  $t(29) = -4.033, p < .05$ , 80km/h 조건  $t(29) = -2.459, p < .05$ , 그리고 120km/h 조건  $t(29) = 2.620, p < .05$ ). 그러나 핸드-헬드 조건에서는 모든 속도에서 실험



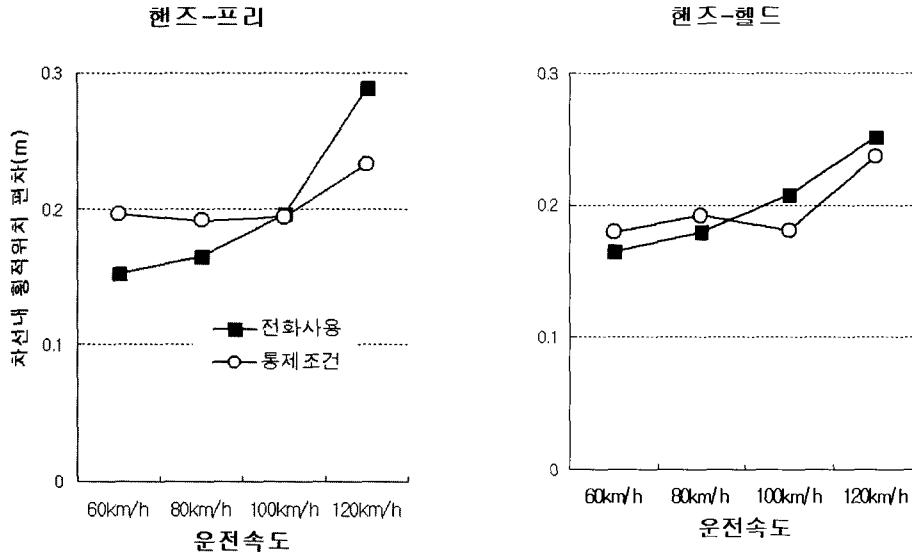


그림 5. 운전 중 휴대 전화 사용 여부, 휴대 전화기 유형 및 운전 속도에 따른 차선 내 횡적 위치 변산성

험 조건과 통제 조건 간에 차이가 나타나지 않았다.

핸즈-헬드 조건의 경우 모든 운전 속도 조건에서 실험 조건과 통제 조건 간에 차이가 나타나지 않은 것이나 핸즈-프리 조건에서 비교적 저속의 운전 속도 조건인 경우(즉, 60km/h와 80km/h)에는 전화를 사용하지 않은 통제 조건이 전화를 사용한 조건에 비해 더 큰 횡적 위치 변산성을 보인 것은 흥미로운 결과이다. 이러한 결과는 일반적으로 운전자들이 차량의 종적 통제 보다는 횡적 통제에 더 많은 주의를 기울일 수 있음을 시사하고, 이러한 경향은 핸즈-헬드 조건에서 더 두드러지는 것으로 보인다.

### 종합 논의

본 연구는 운전 시뮬레이션 실험을 통해 운전 중 휴대 전화 사용이 운전 속도의 변화에 따라 운전 수행에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 할 목적으로 수행되었다. 본 연구에서는 일반적인 도로 상황을 모사하기 위해 직선 도로와 곡선 도로가 모두 제시되었으며, 운전자는 60, 80, 100 및 120km/h의 주행속도를 체계적으로 변화시킨 조건에서 운전하도록

하였다. 이러한 운전 조건에 따라 운전자들은 핸즈-프리 장치 조건과 핸즈-헬드 장치 조건 중 한 조건에 할당되었으며, 각각의 휴대 전화 유형에서 전화를 사용하는 조건과 사용하지 않는 조건(통제 조건)을 모두 수행하였다.

이러한 조건에 대해 운전자들이 보인 차량의 종적 통제와 횡적 통제를 측정하여 운전 수행을 비교하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 전체적인 분석에서 전화를 사용하는 조건과 사용하지 않는 조건에서 운전 수행의 차이가 관찰되었으나, (2) 전화 사용의 유형(즉, 핸즈-프리와 핸즈-헬드 조건) 사이에는 차이가 없었고, (3) 일반적으로, 운전 속도가 증가함에 따라 전화를 사용하면서 운전을 하는 조건에서 속도의 변산성과 차선 내 횡적 위치, 그리고 차간 거리의 변산성이 증가하였다. 이러한 결과들은 운전 중에 어떠한 유형의 휴대 전화를 사용하는 것이 더 운전 수행에 손상을 주는지의 여부보다 단순히 전화를 사용하는 것 자체가 운전 수행을 손상시킬 수 있다는 것을 시사하며, 특히 운전 수행과 휴대 전화 사용의 관계를 고려할 때 다른 운전 조건(예를 들면, 운전 속도)을 고려해야 한다는 것을 시사한다.

본 연구에서는 전화 통화 상황을 핸즈-헬드 조건과

핸즈-프리 조건으로 비교해 보고자 하였으나 모든 종속 측정치에서 두 조건 간에는 유의미한 통계적 차이가 나타나지 않았다. 다만, 운전 속도가 증가함에 따라 그리고 운전 중 통화를 하는 것 자체가 운전 수행을 저하시키고 있다는 점이 가장 중요하게 고려되어야 한다고 생각된다. 본 연구에서는 전화를 받는 상황과 전화를 거는 상황은 측정하지 않았기 때문에 핸드-프리 장치가 운전 수행에 어떠한 영향을 미칠 것인지는 알 수 없었으나 핸드-프리로 통화하는 것은 규제 대상이 아니라는 현행 법규를 고려해 본다면 본 실험의 결과는 중요한 시사점을 가진다. 즉, 핸드-프리로 통화를 하는 것과 핸드-헬드로 통화를 하는 것이 운전 수행에 영향을 미치는 정도가 유사하다는 점을 감안하면, 운전 중 어떤 유형의 휴대 전화를 사용하는지에 따라 전화 사용의 규제를 결정하는 기준은 재고되어야 할 것이다.

또한 운전은 대부분 시각적인 과제이고 운전 중 휴대 전화 사용에서 운전자들의 주의를 가장 직접적으로, 그리고 가장 많이 분산시킬 수 있는 상황이 전화를 걸거나 받는 상황이라는 점을 감안하면 추후 연구에서는 운전 수행에 이러한 상황이 주는 효과를 알아보아야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 직선 도로와 곡선 도로를 실험 참가자들이 주행하게 하여 가능한 일반적인 도로와 유사한 상황에서 실험을 진행하려 했으나 주변의 교통량은 본 실험에서는 통제되지 않았다. 추후 연구를 통해 주변 교통량이 포함된 보다 자연스러운 운전 상황에서 운전 중 휴대 전화 사용이 운전 수행에 미치는 효과를 알아볼 필요가 있다고 생각한다.

## 참고문헌

- [1] 자동차 사고 과학 연구소 <http://www.sago114.com/>
- [2] 도로교통안전공단 <http://www.rtsa.or.kr>
- [3] Alm, H., & Nilsson, L. (1991). *Changes in driver behaviour as a function of handsfree mobile telephones : a simulator study* (DRIVE Project V1017, Report No. 47). Linkoping, Sweden : Swedish Road and Traffic Research Institute.
- [4] Alm, H., & Nilsson, L. (1995). The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 707-715.
- [5] Briem, V., & Hedman, L. R. (1995). Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics*, 38, 2536-2562.
- [6] Brookhuis, K. A., de Vries, G., & de Waard, D. (1991). The effects of mobile telephoning on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 23, 309-316.
- [7] Drory, A. (1985). Effects of rest and secondary task on simulated truck-driving task performance. *Human Factors*, 27, 201-207.
- [8] Fairclough, S. H., Ashby, M. C., Ross, T., & Parkes, A. M. (1991). Effects of hands free telephone use on driving behaviour. *Proceedings of the ISATA Conference*, Florence, Italy.
- [9] Iida, T., Ito, T. (1998), Influence on thought when trying to obtain visual information while driving, *Journal of the Traffic Science Society of Osaka*, 28, 60-65.
- [10] Kames, A. J. (1978). A study of the effects of mobile telephone use and control unit design on driving performance. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-27, 282-287.
- [11] McKnight, A. & McKnight, A. (1993). The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accident Analysis & Prevention*, 25, 259-265.

- [12] Nilsson, L., & Alm, H. (1991). Elderly people and mobile telephone use; effects on driver behaviour. *Proceedings of the Conference Strategic Highway Research Program and Traffic Safety on Two Continents*. Gothenburg, Sweden, and DRIVE Project V1017 (BERTIE, Report No. 53).
- [13] Nilsson, L. (1993). Behavioral research in an advanced driving simulator : Experiences of the VTI system. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting*, 612-616.
- [14] Parkes, A. M. (1991). Drivers business decision making ability whilst using carphones. In Lovessey, E. (Ed.), *Contemporary Ergonomics, Proceedings of the Ergonomic Society Annual Conference* (pp. 427-432). London : Taylor & Francis.
- [15] Redelmeier, D. A., & Tibshirani, R. J. (1997). Association Between Cellular Telephone Calls and Motor Vehicle Collisions. *The New England Journal of Medicine*, 336, 453-458.
- [16] Serafin, C., Wen, C., Paelke, G., & Green, P. (1993). Car phone usability : a human factors laboratory test. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting*, 220-224.
- [17] Stein, A.C., Parseghian, Z., & Allen, R.W. (1987). *A simulator study of the safety implications of cellular mobile phone use*. (Paper No. 405). Hawthorne, CA : Systems Technology, Inc.