

▣ 응용논문

자동차 피로감에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 A Study on the Effecting Factors of the Fatigue on Vehicle

권 규 식*
Kwon, Kyu Sik

ABSTRACT

In this study, through the roadside interview, drivers' feeling about fatigue has been evaluated synthetically and systematically when they drive a vehicle according to their sex, vehicle type, driving career, etc. Also, with the human sensibility evaluation technique, we grasped the human sensibility structure for the fatigue in a vehicle and as an objective evaluation index for comfort and fatigue in a vehicle, we developed a sensibility database.

Through the survey and research, extracting and understanding the importance of factors which have influence on the fatigue in driving can be used as basic data that can suggest more comfort and pleasant driving environment to drivers. Also, human sensibility database regarding to the comfort and fatigue in a vehicle can be used as basic data in ergonomic vehicle design, evaluation for seat, comfort seat development, development of vibration reduction method and so on.

1. 서 론

자동차는 인간에게 교통수단을 제공해 줄뿐만 아니라, 레저 생활 및 작업대상으로서 인간과 매우 밀접한 관계에 있다. 자동차를 소유하는 것은 개인적인 이동 및 운송수단으로서의 기본적인 역할뿐만 아니라, 운전 시의 즐거움, 마음을 편히 할 수 있는 개인적인 공간의 확보, 또는 자기표현으로서 소유하는 것 자체의 즐거움 등 많은 효용을 가진다. 또한, 자신의 차가 안전한 차, 혹은 저공해 차라고 하는 만족감도 있을 것이다. 더욱이 자동차의 대중적인 보급화에 따라 안전성과 환경 친화성 등 사회와의 조화성도 자동차의 기본요건이 되고 있다. 최근 각종 공학의 눈부신 발전에 힘입어 자동차의 성능이 크게 향상되고 있음에도 불구하고, 가속되는 경제발전과 국민의식의 향상, 그리고 소비문화의 질적 고급화로 인하여 사용상의 불편함을 느끼는 소비자들이 늘고 있다[10].

또한, 국민소득이 높아짐에 따라 사람들은 제품이나 삶의 질에 비중을 두게 되었으며, 소비자들은 제품의 기능위주의 기본적인 요구조건의 범위를 넘어 사용의 편의성이나 감성적 매력을 충족시켜 주는 제품을 원하고 있다[11].

* 전주대학교 기계·산업공학부

자동차 피로감에 영향을 미치는 요인으로 시트를 들 수 있다. 시트와 운전자세 사이의 관계는 수십 년 동안 시트 설계자, 인간공학자, 해부학자들에게 큰 관심의 대상이었다.

자동차의 승차감 및 피로감은 도로의 여건, 운전속도 및 운전시간, 운전자세, 차체 및 좌석의 완충장치 등의 여건에 따라 영향을 받게 된다. 운전자세에 관한 연구로서, Rebiffe는 안락한 운전자세를 위한 각 관절 각도를 연구하였고, 작은 사람부터 큰 사람에 이르는 운전자들을 모두 수용할 수 있는 운전대와 페달들에 대한 안락한 영역을 제시하였다[4]. 비록 그 결과들은 선호하는 각도의 범위가 매우 넓고 실제적인 3차원상의 각도가 아니라 2차원의 평면 각도였지만 그들은 자동차 내부 설계자들에게 매우 중요한 지침을 제공하여 주었다. Drury와 Searle은 트럭 운전자를 위한 운전자세와 조종장치들의 선호 위치에 대해 연구하였는데 그 최적 위치의 범위가 매우 넓게 분포되었었다[2]. Verriest는 선호하는 운전자세의 변수들을 측정할 수 있는 가변적인 시험장치를 소개하였으며[6], Schneider 등은 운전자의 선호하는 시트 위치 결정에 페달의 위치와 운전대의 위치 사이에 복합적인 상호작용을 보여주었다[5]. 이처럼 자동차 피로감에 관련된 연구 중 운전자세와 관련된 연구는 많이 수행되어 왔으나, 피로의 요인과 원인에 대한 연구는 미흡한 상태이다. 그러므로 자동차 승차감 및 피로감에 영향을 미치는 요인(Factor)들을 추출하고, 이들의 상호 관련성과 각 요인들이 승차감 및 피로감에 영향을 미치는 정도 등에 대한 체계적인 조사 연구가 필요하다[8]. 특히 운전자나 승차자의 안전성을 보장하고 안락하며 쾌적한 공간으로 자동차를 설계하기 위해서 승차시의 피로 원인, 증상, 피로 해소법 및 운전자나 승차자의 자동차의 감성에 대한 연구가 복합적으로 수행되어야 한다[11].

이러한 시대의 흐름에 부응하여서 소비자 욕구의 질적 향상에 부응할 수 있는 보다 쾌적하고 안락한 자동차가 요구되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 실제 고속도로 상에서 운전을 하는 운전자와의 인터뷰를 통해 피로의 증상, 원인, 해소 방법 등을 규명해 보고자 하였다.

2. 연구 개요

본 연구는 고속도로 휴게소에서 운전자와의 interview를 통해 피로의 증상, 원인, 해소 방법 등의 실태를 파악해 보았다. 자동차는 넓은 범위의 인체 특성치를 수용해야 하며, 진동과 충격으로부터 운전자 및 승차자를 보호해야 한다[5]. 자동차 주행 시에 노면의 거칠기에 따라서 진동이 발생하게 되며 이러한 진동은 타이어, 현가 장치로 전달되어 최종적으로 승객에게 차량의 접촉부위인 시트를 통해서 진동을 느끼게 되어, 결국 승차감의 형태로 표현된다. 특히 운전자 및 승차자와 바로 접촉하고 있는 시트가 승차감의 상당 부분을 좌우한다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 피로의 원인을 자동차의 시트에 초점을 맞추어 조사해 보았다.

피로의 증상은 피험자가 피로를 느낄 때 찾아오는 증상들이며, 피로에 대한 특별한 정의를 내리지 않고 피험자가 느끼는 주관적인 피로상태에서 발생하는 증상을 선택하도록 하였다.

피로의 해소 방법은 피로를 느꼈을 때 그 피로를 해소하거나, 피로감을 줄이기 위해 하는 방법들을 나열한 후 선택하도록 하였다.

또한, 각 항목마다 '기타의견'란을 두어 제시된 내용 외에 피험자의 주관적 내용을 적을 수 있도록 하였다.

3. 연구 결과

본 실험에 참여한 인원은 총 173명이었고, 거주지는 서울, 경기, 충청도, 전라도, 경상도 등이었다.

Roadside Interview시 총 200부의 설문지를 고속도로 휴게소에서 배포하였고, 173부를 회수하였다. 피설문자 중 162명이 남성이었고, 11명이 여성이었다. 연령분포는 20대에서 60대까지이며, 키의 분포는 여성 5 percentile 에서부터 남성 95 percentile까지 고르게 분포하였다. Roadside Interview를 통해 성·연령·경력·차종·키·몸무게별 등에 따른 피로의 증상, 원인 해소방법 등을 파악할 수 있었다.

3.1 피로 증상

피로증상은 그림 1에서와 같이 전체적으로 집중력의 저하가 가장 많았고, 요추, 등, 엉덩이 등의 부위가 불편하거나 아픈 것으로 나타났다. 키별로 분석해 보았을 때 그림 2에서와 같이 키가 작은 그룹에서는 엉덩이, 대퇴, 무릎, 종아리 등 주로 하체부위에서 피로의 증상을 발견할 수 있었다. 키가 큰 그룹에서는 긴장완화, 어깨, 요추, 엉덩이 피로의 증상으로 발견되었다. 그림 3의 몸무게별 분석에서는 몸무게가 적게 나가는 그룹에서 어깨, 등, 요추 등 대부분의 부위에서 피로의 증상을 발견할 수 있었다. 몸무게가 많이 나가는 그룹에서는 눈, 집중력 저하, 긴장완화 등의 부위에서 피로의 증상을 발견할 수 있었다(표1).

표 1. 피로증상의 몸무게별 분석

몸무게별 분류	피로 증상 요인
가벼운 그룹	어깨, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 종아리, 오른쪽 종아리 등
무거운 그룹	눈, 집중력 저하, 긴장완화, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴 등

그림 4의 차종별 분석에서는 승용차나, 기타 차종(승합, Jeep형)에 비해 트럭운전자들에게서 많은 피로의 증상이 나타남을 알 수 있었다. 또한 차종별 세부 분석을 실시해 본 결과 트럭은 1~5ton 사이의 트럭에서 모든 설문내용의 증상들이 나타나는 것을 발견할 수 있었다. 또한 1ton, 5ton이상의 트럭에서는 집중력 저하, 긴장완화, 머리, 어깨, 등, 요추 등의 부위가 피로 증상으로 나타남을 발견할 수 있었다. 승용차에서는 경형, 소형, 중·대형으로 구분하여 분석을 해 보았으며, 그 결과는 집중력 저하 이외에는 특별한 증상이 나타나지 않는 것

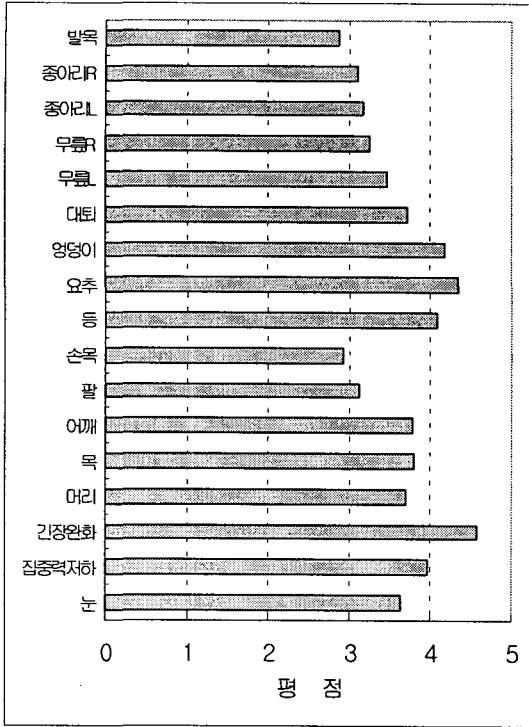


그림 1. 피로 증상(전체)

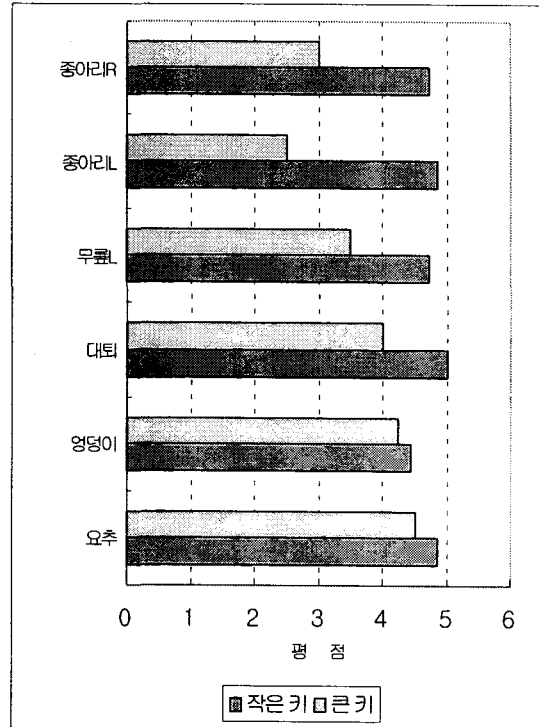


그림 2. 피로 증상(키별)

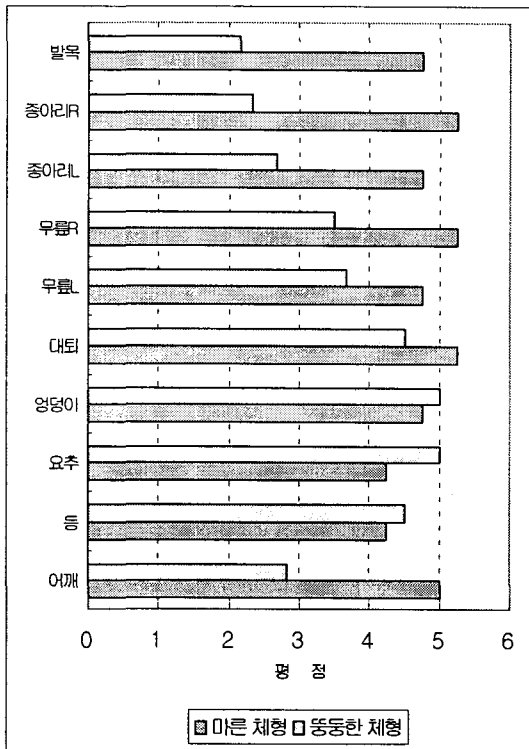


그림 3. 피로 증상(몸무게별)

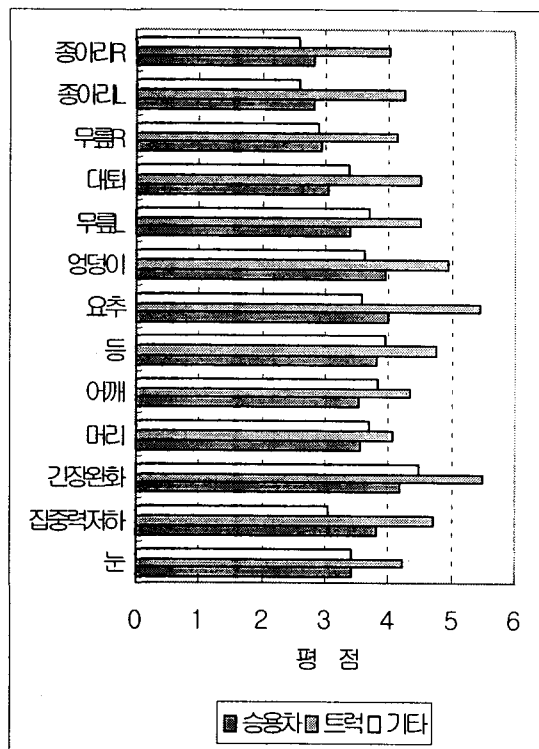


그림 4. 피로 증상(차종별)

으로 나타났다. 기타 차종은 Jeep형과 승합 차량으로 구분하였으며, 그 결과는 승합 차량에서 집종력 저하, 목, 어깨, 등, 요추, 엉덩이 등의 부위에서 피로 증상이 나타남을 발견할 수 있었다(표2).

표 2. 피로증상의 차종별 세부분석

차종별 세부분석		피로 증상 요인
승용차	경형	긴장완화, 엉덩이 등
	소형	눈, 긴장완화 등
	중·대형	긴장완화, 요추
트럭	1ton	눈, 집중력저하, 긴장완화, 머리, 목, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 왼쪽 종아리, 오른쪽 종아리 등
	1~5ton	눈, 집중력저하, 긴장완화, 머리, 목, 어깨, 팔, 손목, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎, 왼쪽 종아리, 오른쪽 종아리, 왼쪽 발목 등
	5ton 이상	눈, 집중력저하, 긴장완화, 머리, 어깨, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 왼쪽 무릎, 오른쪽 무릎 등
기타	Jeep형	없음
	승합	긴장완화, 목, 어깨, 등, 요추, 엉덩이 등

3.2 피로 원인

그림 5를 통해 볼 때, 전체적으로 피로에 대한 원인을 요추지지대의 부적절함에 두고 있음을 알 수 있고, 그 외에 머리 받침대나 시트의 크기 및 형상 등이 부적절함을 알 수 있었다. 키별로 분석을 해 보았을 때 그림 6에서와 같이 키가 작은 그룹에서는 요추지지의 부적절 이외에는 별다른 피로의 원인이 없는 것으로 나타났으며, 큰 그룹에서는 요추지지의 부적절, 시트가 너무 부드러움, 부적절한 형상, 몸에 맞지 않는 시트 등이 피로의 원인으로 나타났다. 몸무게별 분석에서는 그림 7에서와 같이 몸무게가 적게 나가는 그룹에서는 요추지지의 부적절 이외에 별다른 피로의 원인을 찾을 수 없었으며, 많이 나가는 그룹에서는 머리 받침대의 부적절, 요추지지의 부적절, 높이 등이 피로의 원인으로 나타났다(표3). 차종별 분석은 그림 8에서와 같이 승용차에서는 요추지지의 부적절 이외에 별다른 피로의 원인을 찾아 볼 수 없었다. 트럭은 머리 받침대, 요추지지의 부적절, 편평한 시트 등 거의 대부분의 항목이 피로의 원인인 것으로 나타났다. 기타 차량에서는 요추지지의 부적절, 형상, 편평한 시트 등이 피로의 원인으로 나타났다. 차량별 세부 분석을 실시 해 본 결과 승용차에서는 표 4와 같이 경형의 경우, 머리 받침대, 요추지지의 부적절, 시트의 높이 등이 피로의 원인으로 나타났다. 소형의 경우, 요추지지의 부적절, 딱딱한 시트, 형상 등이 피로의 원인으로 나타났다. 하지만, 중·대형의 경우, 피로의 원인으로 볼 수 있는 요인들이 나타나지 않았다. 1ton 트럭에서는 머리 받침대, 요추지지대, 크기 등이 피로의 원인으로 나타났으며, 1~5ton 트럭에서는 머리 받침대, 요추지지대, 페달 등이 피로의 원인으로 나타났고, 5ton 이상의 트럭에서는 딱딱함, 형상, 크기 등이 피로의 원인으로 나타났다. 기타 차량에서 Jeep형 의 경우, 높이조절 불가 이외의 특별한 원인을 찾아 볼 수 없었으며, 승합차량에서는 머리 받침대, 요추지지대, 형상 등의 항목들이 피로의 원인으로 나타났다.

표 3. 피로원인의 몸무게별 분석

몸무게별 분류	피로 원인 요인
가벼운 그룹	요추지지대 등
무거운 그룹	머리 받침대, 요추 지지대, 시트 높이, 페달, 핸들, 형상, 편평함 등

표 4. 피로원인의 차종별 세부분석

차종별 세부분석	피로 원인 요인	
승용차	경형	머리 받침대, 요추지지대, 높이조절 불가, 편평함 등
	소형	요추지지대, 딱딱함, 형상, 크기 등
	중·대형	없음
트럭	1ton	머리 받침대, 요추지지대, 높이조절 불가, 딱딱함, 크기, 편평함 등
	1~5ton	머리 받침대, 요추지지대, 높이조절 불가, 페달, 핸들, 딱딱함, 형상, 크기, 편평함 등
	5ton 이상	머리 받침대, 요추지지대, 높이조절 불가, 딱딱함, 형상, 크기, 편평함 등
기타	Jeep형	높이조절 불가 등
	승합	머리 받침대, 요추지지대, 높이조절 불가, 페달, 형상, 편평함 등

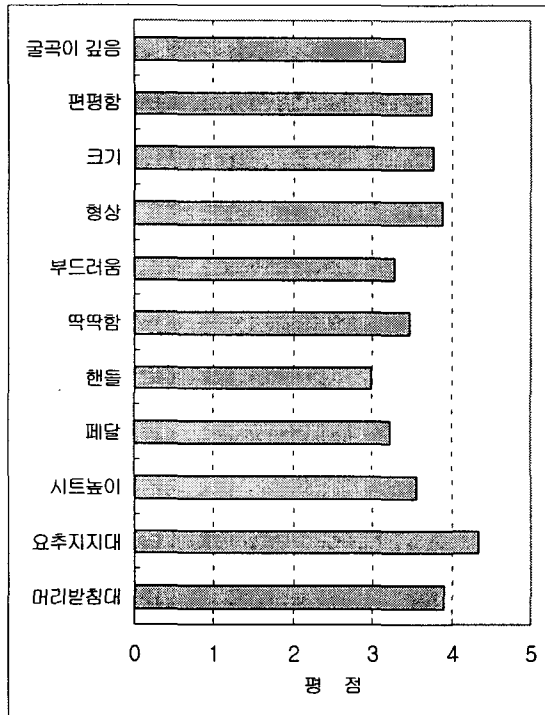


그림 5. 피로 원인(전체)

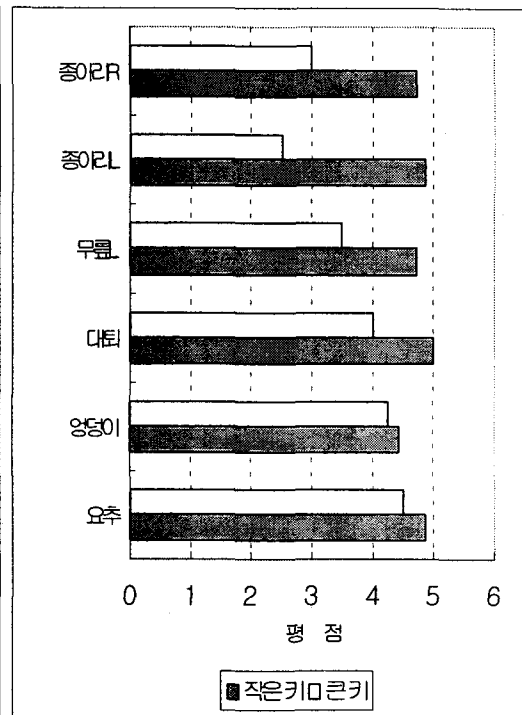


그림 6. 피로 원인(키별)

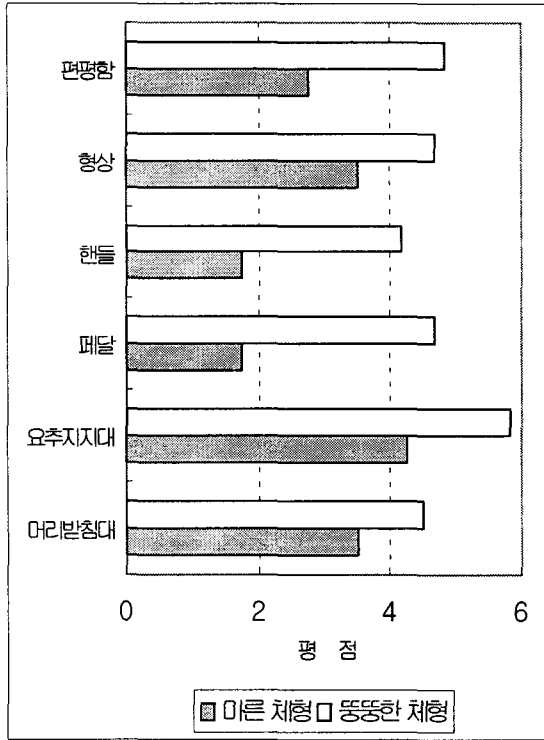


그림 7. 피로 원인(몸무게)

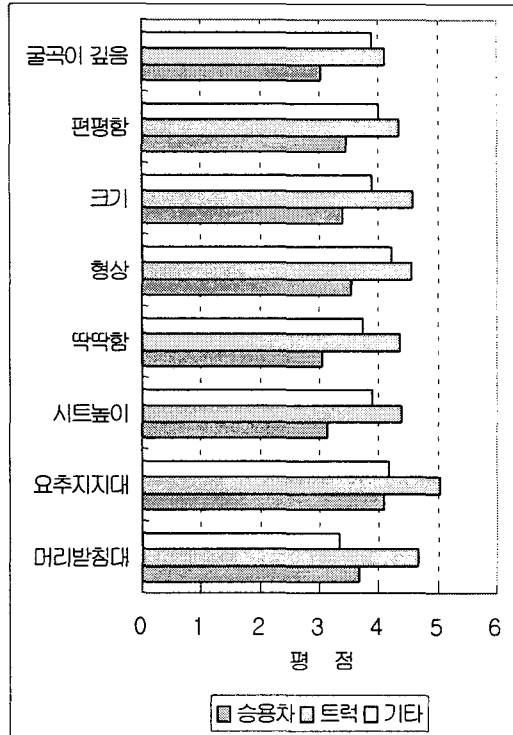


그림 8. 피로 원인(차종별)

3.3 피로 해소 방법

피로 해소 방법에 있어서 거의 대부분의 운전자들이 차를 세워 휴식을 취하거나, 운전 중 자세를 바꿔줌으로써 피로를 해소하는 것으로 나타났다. 하지만 여성의 경우에는 차를 세워 휴식을 취하기보다는 운전 중 시트의 위치나 시트 등판의 각도를 바꿔 주거나 운전 중 자세를 바꿔줌으로써 피로를 해소하는 것으로 나타났다. 기타의견으로 음악을 듣거나 창문을 열어 환기를 시켜준다는 의견도 있었다.

4. 결 론

자동차 운전에 따른 피로의 증상에는 체형(키, 몸무게 등)이나 차종에 따라 약간씩 차이가 있으나, 일반적으로 요추, 등, 엉덩이, 대퇴 등으로 주로 한국인 체형에 맞지 않는 자동차 시트설계 기준에 따른 시트의 제작에서 오는 피로가 대부분이었다. 그 외에 집중력 저하, 긴장 완화 등과 같은 장시간 운전으로 인한 정신적 스트레스에서 오는 피로 증상도 나타났다. 차종별로 분류하여 분석을 해 보았을 때, 승용차와 트럭간에 피로 증상 및 그 정도가 확연히 차이가 나타났다. 승용차에서는 긴장완화, 집중력 저하 등의 장시간 운전으로 체력의 저하에서 오는 증상들이 대부분이었지만, 트럭에서는 이를 포함하여 머리, 목, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 무릎 등 신체의 대부분이 불편해짐을 알 수 있었다.

피로의 원인으로는 요추지지대, 시트의 형상, 크기 등이 피로의 원인으로 나타났다. 그 외에 머리받침대도 하나의 요인으로 나타났는데, 이는 인터뷰 장소가 고속도로이기 때문에 시내 주행과는 다른 운전 방법에서 오는 결과인 듯 하다.

피로의 해소 방법으로는 주로 차를 세워 휴식을 취하거나, 운전자세를 바꾸어 줌으로써 피로를 해소하는 것으로 나타났다.

본 연구를 수행하면서 일반시민들에게 아직도 감성공학이나 자동차 디자인 및 개발에 감성의 반영에 대한 필요성을 크게 느끼지 못하고 있는 것을 다시 한 번 절감하게 되었다. 또한 우리나라 사람들의 체형에 맞는 시트의 제작이 절실히 요구됨을 알 수 있었다. 이를 위해서는 빠른 시일 안에 한국인 체형을 대표할 수 있는 마네킹에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

추후에 피로감과 관련하여 주관적인 요인과 객관적인 요인을 동시에 고려하였을 때의 피로의 요인을 알아볼 필요성이 있다.

후 기

본 연구는 한국표준과학연구원에서 시행한 특정연구개발사업의 위탁연구결과임.

참 고 문 헌

- [1] Drummond, D.S., et al., "Recommendation for ergonomic and climate physiological vehicle seat design", SAE paper 880055, 1988.
- [2] Drury, C.G., and Searle, J.A., A study of the seating and control positions in commercial vehicle cabs, Report no. 1965-17, Motor Industry Research Association, Warwickshire England, 1965.
- [3] Kamijo, K., et al., "Evaluation of Seating Comfort", SAE Paper 82761, 1982
- [4] Rebiffe, R., "The Driving Seat: Its Adaption to Function and Anthropometric Requirements", Proceedings of a Symposium on Sitting Posture, pp.132-147, 1969.
- [5] Schneider, L.W., Anderson, C.K., and Olson, P.L., Driver anthropometry and vehicle design characteristics related to seat positions selected under driving and non-driving conditions, SAE paper no. 790384, 1979.
- [6] Verriest, J.P., "Driving Posture and Comfort", Recherche transport Securite, pp.38-44, 1986.
- [7] Zhang L., Helander M.G., Drury C.G., "Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting", Human Factors, 38(3), 377-389, 1996.

- [8] 이면우 등, 국제 경쟁력 제고를 위한 자동차 운전석의 인간공학적 연구(KIAMAN), 서울대학교 생산기술연구소, 1985.
- [9] 이영신, 이석기, 박세진, "인체 측정치를 이용한 자동차 운전석의 레이아웃 평가", 한국자동차 공학회논문집, Vol.4, No.3, 1996.
- [10] 한국표준과학연구원, 감성공학기술, 1996.
- [11] 한국표준과학연구원, "감성공학 기술동향 및 수요조사 연구", 과학기술처, 1993.
- [12] 한국표준과학연구원, "감성측정 및 평가기술", 과학기술처, 1997.
- [13] 한국표준과학연구원, "감성측정평가 시뮬레이터 설계기술 개발", 1998.