

# 주관적 평가를 통한 피로도에 대한 연구

## A Study on the Fatigue through the Subjective Evaluation

권규식\*, 홍부성\*, 김선웅\*, 박세진\*\*

\* 전주대학교 공학부, \*\*한국표준과학연구원

### ABSTRACT

산업의 발전과 함께 소비자의 욕구는 제품의 질적, 감성적 향상을 요구하고 있으며, 또한 최근 각종 공학의 눈부신 발전에 힘입어서 자동차의 성능, 안락성 등이 크게 향상되면서 운전자의 운전 중 피로감 제거에 관심이 높아지고 있다.

본 연구는 주관적인 피로감 평가 방식 중 졸림감(KSS), 피로감 용어 및 신체 불편도를 이용하여 평가를 수행하였다.

졸림감 및 피로감 용어는 차종 및 자세에 따라 약간의 차이가 있었지만, 대체적으로 시간이 지남에 따라 불편함의 정도가 심해졌다. 신체 불편도에 대한 평가결과 엉덩이, 요추, 어깨, 좌우 발목 부위가 불편한 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 차종별 또는 운전자세에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이기도 했다.

이러한 연구 결과를 통해서 동환경 시스템의 기초 데이터를 확보할 뿐만 아니라, 자동차를 설계하는데 있어, 보다 안락하고 편안한 운전환경을 만들 수 있는 기초자료로써 활용이 가능할 것이다.

## 1. 서론

산업의 발전과 함께 소비자의 욕구는 제품의 질적, 감성적 향상을 요구하고 있으며 이러한 추세와 함께 시트의 안락성 향상에 대한 관심이 높아지고 있다[2,3,4].

승차감 및 안락성에 관하여 선진외국에서는 수많은 인간공학적 연구가 행하여져 왔으나 국내 자동차의 안락성 및 승차감에 대한 연구는 미비한 실정이다[1].

자동차 개발에 있어 성능과 외형뿐만 아니라, 운전 중 안락감(Comfort), 피로(Fatigue) 등과 같은 감성적 측면도 고려되어야 한다. 운전자 피로는 많은 연구에서 자동차 사고의 주요 원인으로 보고되고 있으며, 우리나라는 특히 자동차 사고로 인한 운전자 사망률이 매우 높기 때문에 운전자 피로에 대한 연구는 더욱더 필요한 실정이다[5].

최근 국내에서는 운전 상황에 따른 운전자의 심리·생리적 반응에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 이러한 연구들에 따르면, 도로 상태에 따라 고속도로에서 직선 구간을 운전시 굴곡이 있는 도로보다 주관적 긴장 또는 감소하며, 급제동, 급출발과 같은 운전 상태에서는 주관적 긴장도가 높은 것으로 보고되고 있다[6]. 또한 부적절한 거주공간에서 비롯된 좋지 않은 운전 자세는 운전 시 신체 각 부위에 과다한 피로를 유발시키고 운전성능에도 영향을 미칠 수 있다고 보고되고 있다[7]. 운전공간에 대한 연구는 한국인 운전자의 체형에 맞는 운전자세와 시트를 찾으려는 노력이 함께 진행 중이다[8].

따라서 본 연구에서는 피로감용어와 졸림감 및 신체불편도를 주관적 평가법을 이용하여 차종별, 운전자세별로 비교·분석하여 운전자의 피로도를 알아보고자 하였다.

## 2. 연구내용

본 연구에서는 피로감 측정을 위한 다양한 기법들 중 주관적 평가방법을 통한 피로감 용어, 졸림감, 신체불편도를 측정하였다.

### 2.1 연구 방법 및 절차

피험자는 운전면허증을 소유한 20대 이상 운전경력 4년 이상의 남성 5명이었으며, 수동 변속기 차량을 이용하였다. 실험은 호남고속도로 대전-태인 구간을 일정한 속도(80-100km)를 유지하면서 수행하였다. 실험 당일의 교통상황은 지체가 전혀 없었으며, 실험차량 가속, 차선변경을 하지 않도록 통제된 상황에서 수행되었다. 차량은 배기량에 따라 경차, 소형차, 중형차, 대형으로 분류하였으며, 운전자세별로는 운전자가 가장 편하게 느끼는 자세와 가장 편한 자세에서 등받이의 각도를 앞으로 기울여 운전자가 불편해하는 자세로 분류하여 실험하였다. 운전피로감 어휘, 졸림감 평가는 출발전, 주행 후 약

90분 경과(김제 불계이트 정차), 주행 후 약 180분 경과(대전 도착)로 3회 측정하였으며, 신체불편도는 대전 도착 후 운전자가 작성하도록 하였다.

### 2.2 주관적 평가

주관적인 운전자의 피로감은 설문지를 이용하여 피로감, 졸림감 및 신체불편도를 조사하였다. 운전 피로감에 대한 문항은 운전 피로감과 관련된 23문항을 추출하였고, 졸림감은 KSS(Karolinska sleepiness scale)의 평가항목을 사용하였다. 피로감 용어는 총 23개 항목에 대해 평가하였으며, 4점 척도를 사용하여(0, 1, 2, 3,)로 평가하였으며, 졸림감의 평가항목은 총 22문항이며, 22개 항목 중 1개를 선택하고, 각 항목 당 0-7점의 점수가 부여되었다. KSS는 졸림과 나른함, 주의집중의 곤란, 신체적 위하감의 3군으로 분류하였으며, 신체불편도는 신체부위 중 팔 좌-우, 가슴, 배, 대퇴 좌-우, 장딴지 좌-우, 발목 좌-우, 목, 어깨, 등, 요추, 엉덩이부위를 선정하여 불편정도를 5점 척도(0, 1, 2, 3, 4)를 사용하여 각 신체부위에 체크하도록 하였다.

## 3. 분석 및 결과

### 3.1 피로감 어휘

피로감은 편한 자세와 불편한 자세, 그리고 자동차 종류별로 나누어 분석한 결과는 그림 1에서 보는 바와 같이 경차의 경우 피로감이 시간이 지날수록 지속적인 증가를 보이고 있고, 소형차의 경우는 큰 차이는 아니지만 시간이 지남에 따라 지속적인 증가를 보이고 있다. 중형, 대형 모두 마찬가지로 큰 차이는 아니지만 시간이 지남에 따라 피로감이 증가 하는 것을 알 수 있다.

같은 구간에서의 차이는 출발전, 정차시에는 별 차이점이 없고 도착후 시점이 되면 경차가 다른 차종에 비해 피로감이 높게 측정되었다.

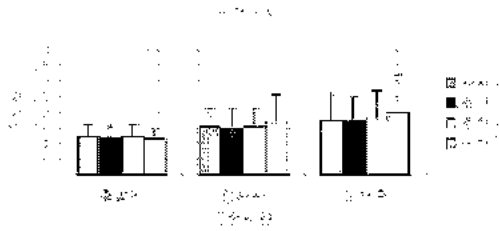


그림 1. 편한 자세에서의 피로감

그림 2에서 보는 것과 같이 불편한 자세에서의 피로감은 모든 차량에서 시간이 지남에 따라 피로감도 증가함을 알 수 있다. 특히 같은 구간에서의 피로도를 살펴보면 도착시 구간에서 경차로 운전한 경우가 피로감의 측정 수치가 높음을 알 수 있다. 또한 편한 자세보다는 불편한 자세에서의 피로감의 측정 수치가 높음을 알 수 있다.

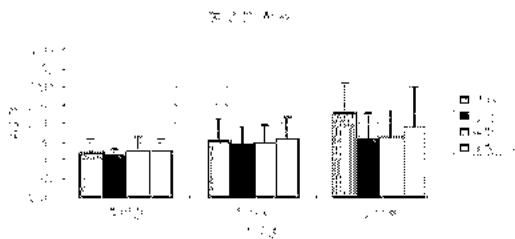


그림 2. 불편한 자세에서의 피로감

### 3.2 졸림감

졸림감은 편한 자세와 불편한 자세, 자동차 종류별로 나누어 분석한 결과 그림 3에서 보는 것과 같이 시간이 지남에 따라 졸림감도 증가함을 알 수 있다. 대형차의 경우에는 도착 시에 급격하게 졸림감이 높게 측정되었다.

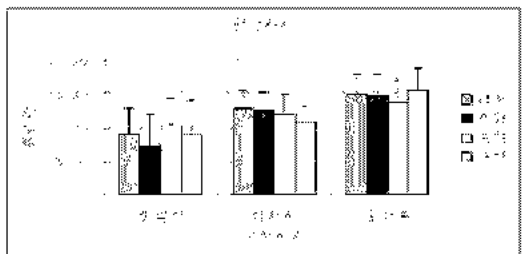


그림 3. 편한 자세에서의 졸림감

불편한 자세에서는 그림 4와 같이 시간이 지남에 따라 졸림감도 증가하였고, 특히 경차와 소형차의 경우 높게 측정되었다. 또한 같은 구간에서는 도착시에는 경차가 중형차 보다 조금 높게 측정되었다.

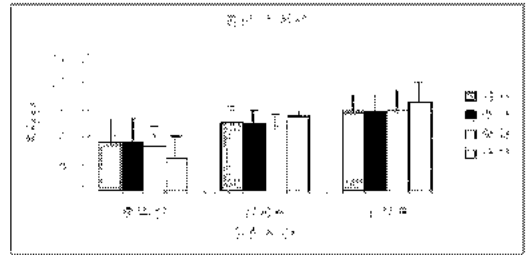


그림 4. 불편한 자세에서의 졸림감

### 3.3 신체불편도

신체부위에 대한 피로도를 측정된 결과 운전자세별로는 그림 5와 같은 부위들이 높은 피로도를 보인 것을 알 수 있었다. 특히 엉덩이 부분과 요추 부분이 가장 높은 피로도를 보였으며, 등과 어깨, 발목등의 부위가 불편한 것으로 나타났다.

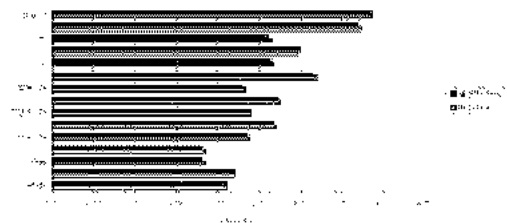


그림 5. 운전자세별 신체부위 피로도

차종별로는 그림 6과 같이 경차인 경우가 다른 차종에 비해 각 부위별 피로도가 높은 것으로 나타났다. 이는 대부분의 운전자들이 소형을 운전하므로 소형 보다 좁은 공간에서의 운전자세가 각 부위별 불편함이 운전자의 피로도에 영향을 준 원인이라고 추측된다.

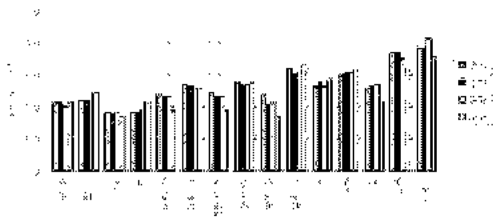


그림 6. 차종별 신체 부위 피로도

표 1. 피로감용어의 T-test 결과

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	R 1 - S 1	-.2778	.5133	8.555E-02	-.4515	-.1041	-3.247	35	.003
Pair 2	R2 - S2	-.1667	.4472	7.454E-02	-.3180	-1.5351E-02	-2.236	35	.032
Pair 3	R3 - S3	-.1389	.4245	7.074E-02	-.2825	4.725E-03	-1.963	35	.058
Pair 4	R4 - S4	-.5278	.6964	.1161	-.7634	-.2922	-4.547	35	.000
Pair 5	R5 - S5	-5.5556E-02	.5315	8.859E-02	-.2354	.1243	-.627	35	.535
Pair 6	R6 - S6	-.4722	.5599	9.332E-02	-.6617	-.2828	-5.060	35	.000
Pair 7	R7 - S7	-.5556	.6947	.1158	-.7906	-.3205	-4.799	35	.000
Pair 8	R8 - S8	-.1111	.4646	7.744E-02	-.2683	4.609E-02	-1.435	35	.160
Pair 9	R9 - S9	-.8611	.9900	.1650	-1.1961	-.5261	-5.219	35	.000
Pair 10	R10 - S10	-.5000	.6547	.1091	-.7215	-.2785	-4.583	35	.000
Pair 11	R11 - S11	-.4167	.6918	.1153	-.6507	-.1826	-3.614	35	.001
Pair 12	R12 - S12	-.3333	.5855	9.759E-02	-.5315	-.1352	-3.416	35	.002
Pair 13	R13 - S13	-.3611	.6393	.1066	-.5774	-.1448	-3.389	35	.002
Pair 14	R14 - S14	-.5556	.6068	.1011	-.7609	-.3502	-5.493	35	.000
Pair 15	R15 - S15	-.1111	.3984	6.640E-02	-.2459	2.369E-02	-1.673	35	.103
Pair 16	R16 - S16	-.3056	.5248	8.746E-02	-.4831	-.1280	-3.494	35	.001
Pair 17	R17 - S17	-.1111	.3187	5.312E-02	-.2190	-3.2692E-03	-2.092	35	.044
Pair 18	R18 - S18	-.1944	.4014	6.690E-02	-.3303	-5.8635E-02	-2.907	35	.006
Pair 19	R19 - S19	-8.3333E-02	.2803	4.672E-02	-.1782	1.151E-02	-1.784	35	.083
Pair 20	R20 - S20	-.1944	.4014	6.690E-02	-.3303	-5.8635E-02	-2.907	35	.006
Pair 21	R21 - S21	-.4167	.5542	9.237E-02	-.6042	-.2292	-4.511	35	.000
Pair 22	R22 - S22	-.1667	.4472	7.454E-02	-.3180	-1.5351E-02	-2.236	35	.032
Pair 23	R23 - S23	-2.7778E-02	.5063	8.438E-02	-.1991	.1435	-.329	35	.744

표 2. 피로감 어휘 T-test 결과

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	R3 - B3	-.4412	.7859	.1348	-.7154	-.1670	-3.273	33	.002
Pair 2	R5 - B5	-.2353	.4960	8.506E-02	-.4083	-6.2241E-02	-2.766	33	.009
Pair 3	R8 - B8	-.2353	.6060	.1039	-.4467	-2.3861E-02	-2.264	33	.030
Pair 4	R15 - B15	-.2647	.5110	8.764E-02	-.4430	-8.6403E-02	-3.020	33	.005
Pair 5	R19 - B19	-.2059	.5382	9.230E-02	-.3937	-1.8095E-02	-2.231	33	.033
Pair 6	R23 - B23	-.2059	.6410	.1099	-.4295	1.777E-02	-1.873	33	.070

표 3. 졸림감의 T-test 결과

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	출발전 - 정차시	-3.6944	3.5763	.5960	-4.9045	-2.4844	-6.11	35	.000

표 4. 졸림감의 T-test 결과

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	출발전 - 정차시	-3.6944	3.5763	.5960	-4.9045	-2.4844	-6.198	35	.000
Pair 2	정차시 - 도착후	-1.8824	2.7608	.4735	-2.8456	-.9191	-3.976	33	.000

#### 4. 결론 및 토의

본 연구에서는 운전자세와 자동차 종류에 따른 운전자의 주관적 피로감을 분석하였다.

본 연구에서는 운전자세와 자동차 종류에 따른 운전자의 주관적 피로감을 분석하였다.

분석 결과 운전자세에 따른 불편한 자세에서의 운전이 편한 자세에서의 운전보다 시간이 지남에 따라 피로감, 졸림감 및 신체불편도가 증가함을 보였고, 자동차 종류에 따른 불편은 경차의 경우가 다른 차종에 비해서 시간이 지남에 따라 운전 피로감, 졸림감 및 신체불편도가 증가함을 보였다. 위의 결과들은 개인적인 성향이 강하고, 측정 당일 날씨 및 운전자의 기분 등 여러 요인에 의해 측정치의 값들에 영향을 줄 수 있기 때문에 보다 많은 데이터의 확보와 모든 요인들을 제어 할 수 있는 공간에서의 실험이 병행된다면 보다 나은 실험결과를 얻을 수 있을 것이다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 운전자에 맞는 운전좌석을 설계하는데 있어 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

#### 5. 참고문헌

- [1]. 박세진, 정민근, 권규식, 김선웅, "자동차 피로감 평가기술에 관한 연구", 대한인간공학회지 춘계학술대회 논문집, pp. 142-145, 2000
- [2]. Colett, E.N., "Aspect of the evaluation of industrial seating: The ergonomics society lecture", Ergonomics vol.19 pp. 257-269, 1989.
- [3]. Habsbug, S. and Middendorf, L., "Calibrating comfort: Systematic Studies of Human Response to Seating", Human Factors in Transport Research, pp. 215-230, 1980.
- [4]. Kadaba. M.P., Ferguson-Pell, M.W., Palmieri, V.R. and Cochran, G.V.B.,

"Ultrasound mapping of the buttock-cushion interface contour", Archives of physics Medicine and Rehabilitation, vol. 65, pp 476-479, 1984.

- [5]. 박세진, 김철중, 민병찬, 김한경, 성홍모, "자동차 승차감 및 피로감 평가기술 개발", KRISS-99-131-IR, 한국표준과학연구원, 1999.
- [6]. 전효정, 민병찬, 성은정, 최현재, 성홍모, 김선웅, 박세진, 김철중. 운전자의 주관적 피로감에 대한 평가", 대한인간공학회지 춘계학술대회 논문집, pp 115-118, 2001.
- [7]. 이상규, 박우진, 정의승, 기도형, 최재호, 박성준, "운전석 위치에 따른 운전자의 지각 불편도 평가", 대한인간공학회지 추계학술대회 논문집, pp 120-127, 1997.
- [8]. 김선웅, 박세진, 권규식, "한국인 운전자의 운전자세에 관한 연구", 대한인간공학회지 춘계학술대회 논문집, pp. 117-120, 2001