

시간적 흐름에 따른 차량용 에어컨에 대한 쾌적감과 생체의 변화 Variations of biological status and feeling for car conditioner with time

황진수, 서유진, 박영만, 노태정, 김영석
경남대학교 정보통신공학부

Abstract

차량용 에어컨은 열적 쾌적감을 고려해서 제품설계를 해야 하는 아주 민감한 제품이다. 본 연구에서는 차량용 에어컨의 성능 향상을 위한 기초연구의 하나로서 시간의 흐름에 따른 피실험자의 주관적 쾌적감과 피부온, 구강온, 맥박, 혈압의 변화를 비교 분석하고자 한다. 차량 운행중 에어컨을 사용한다면 바람을 직접적으로 받는 머리 부분은 10-20 분 후에 급격히 피부온이 떨어지고, 등을 제외한 나머지 신체 부위는 40 분 전후에서야 34℃ 정도의 피부온을 보였다. 차량에 탑승한 후 50 분과 70-80 분 이후의 구강온이 초기의 30 분 이전의 구강온과는 유의한 차이를 보이고 있었다. 이것은 구강온이 떨어질 때 졸음의 욕구가 크지기 때문에 운행중 에어컨의 가동은 50 분이하로 하는 것이 좋고 늦어도 70-80 분 이상을 하는 것은 안전 운행상 문제가 있는 것으로 생각된다.

1. 서론

에어컨 중에서도 차량용 에어컨은 우리 나라 자동차 산업의 폭발적인 발전과 더불어 자동차에 있어서 보조 기능을 하는 제품으로 간주하기 보다는 오늘날에는 주기능을 하는 제품으로 인식되어 에어컨의 성능에 따라서 자동차의 판매가 좌우될 정도로 그 중요성이 커졌다. 차량용 에어컨은 열적 쾌적감(thermal comfort)을 고려해서 제품설계를 해야 하는 아주 민감한 제품이다. 열적 쾌적감은 각 개인간의 대사작용의 차이, 실행 중인 작업 의복의 종류나 계절의 영향, 환경순응(acclimatization), 습관이나 전통도 많은 영향을 미치기 때문에 명확하게 정의 하기는 어려운 개념이다(Astrand and Rodahl, 1986).

일반적으로 피부의 온·냉감은 온도수준, 적응되어 있는 온도로 부터의 온도변화, 온도의 변화 속도, 자극을 받는 면적, 자극의 지속시간 등에 의해서 영향을 받으며, 3 초간 피부에 자극을 받았을 때 0.001℃/s 의 온도 상승이 있으면 온감을 느끼며, 0.004℃/s 의 온도 저하가 있으면 냉감을 느낀다(Zotterman, 1959). 인간의 온·냉감은 평균피부온과 관계가 있고, 의자에 앉아서 안

정상태 일 때는 평균피부온이 33-34℃ 일 때에 춥지도 덥지도 않은 가장 양호한 온·냉감을 느낀다(多屋秀人, 1990). 한편, 혈관수축과 떨기(shivering)와 같은 저온 스트레스로 인하여 발생하는 생리적 영향 때문에 인간의 작업능력(performance)이 저하된다는 것도 지적되었다(Enander, 1984).

상기와 같이 냉감에 대한 많은 생리적 연구가 있지만, 에어컨을 대상으로 한 생리적 연구는 우리나라에서는 그렇게 활발하지 못한 실정이다. 즉, 우리나라의 거의 모든 차량용 에어컨 생산업체에서는 열적 쾌적감을 나타내는 지표인 MOLLIER 선도를 기본으로 하여 작성된 기준서에 의해서 에어컨을 시험 한 후 그 양·부만 판정하고 있는 실정이다. 해서, 본 연구에서는 차량용 에어컨의 성능 향상을 위한 기초연구의 하나로서 시간의 흐름에 따른 피실험자의 주관적 쾌적감과 피부온, 구강온, 맥박, 혈압의 변화를 비교 분석하고자 한다.

2. 방법

2.1 피실험자

본 실험에서는 의학적·심리학적인 검사를 통하

여 운전 경력이 2년 6개월인 건강한 남자 운전자 1명(30세)을 선발하여 피실험자로 선정했다. 이 피실험자의 상의는 런닝과 남방사쓰, 하의는 팬티와 골덴바지를 입었으며, 신발은 슬리퍼를 신었으며, 본 실험을 하기 전 52회에 걸쳐 이 실험과 동일한 실험에 참가한 적이 있다. 본 실험은 1999년 9월 22일부터 2000년 2월 11일까지 총 9회(평균 실험시작 시간 14:20)에 걸쳐서 시행되었다.

2.2 실험절차 및 장비

본 연구에 사용된 환경풍동시험실(Climatic Wind Tunnel)은 A 산업에서 제작한 용적 924m²,

높이 7.8m 인 에어컨 성능시험용 chamber 이다. 그리고, chamber 내에서 본 실험의 대상 차량인 "C-1" 과 "C-2" 에 탑승한 피실험자의 피부에 센서(온도센서:Thermo Couple T-type)를 부착하여, chamber 밖에 있는 제어실에서 동시에 기록될 수 있도록 설계되어 있다. 이때, 피실험자는 피부온과 구강온(MT-B162), 맥박 및 혈압(ES-9203)을 측정함과 동시에, 에어컨 느낌평가표(Air-conditioner Feeling Evaluation Sheet ;AFES)를 이용해서 신체부위별 느낌정도를 10분간격으로 90분간 연속적으로 기록하도록 했다. 느낌평가표는 7개의 항목 즉, 1. 매우 덥다, 2. 덥다, 3. 조금덥다, 4. 약간 시원하다, 5. 시원하

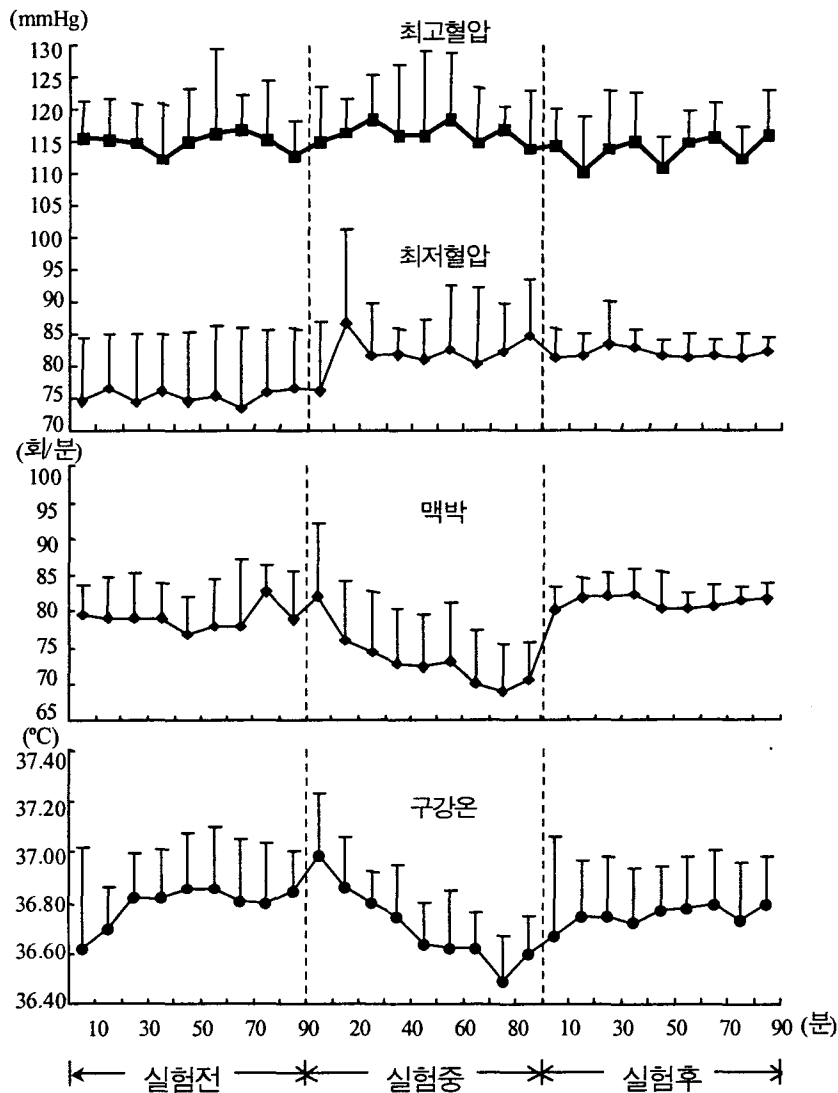


Fig.1 실험 전, 중, 후의 시간의 흐름에 따른 혈압, 맥박, 구강온의 변화

다, 6. 조금춡다, 7. 춡다 에 대해서 주관적인 점수를 기입하도록 했다.

2.3 통계적 분석

본 싡험에 독립변수로서 사용된 싡험요인은 생리적 평가인 피부온, 구강온, 맥박, 혈압, 주관적 평가인 AFES 이며, 종속변수로서는 연속탑승시간 이다. 주로 사용된 분석방법은 1-way ANOVA 와 Games-Howell 의 post hoc 검정이다.

3. 결과

Fig.1 은 싡험 전, 중, 후 각각 90 분씩 총 270 분 동안에 10 분 간격으로 피싡험자의 혈압, 맥박, 구강온을 보여주고 있다. 싡험전과 후의 최고/최저 혈압, 맥박, 구강온 등은 시간의 흐름에 따라 유의한 차이를 보이지 않았고, 또한 싡험 중의 최고/최저 혈압도 유의한 차를 보이지 않았으나, 맥

박수 ($F(8,72)=2.30, p<.05$)와 구강온 ($F(8,72)=6.35, p<.001$)은 유의한 차이를 보였다. 맥박수는 차량에 탑승하여 에어컨을 가동시킨 후 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 탑승 초기에 82.1(회/분) (SD= 10.1)에서 80 분이 지난 후 69.0(회/분) (SD= 6.44)으로 감소했다. 차량에 탑승함으로써 행동의 제한 때문에 신체의 안정상태가 유지되고, 그리고 주변 온도가 낮아 짐에 따라서 맥박수가 감소하는 것으로 보인다. 그리고 구강온 역시 시간의 흐름에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 탑승 초기에 37.0°C (SD= 0.24)에서 80 분 후에는 36.5°C (SD= 0.18)로 약 0.5°C 낮아졌다. 체온을 생체리듬의 측면에서 본다면, 일반적으로 오후가 되면 체온이 높아지는 경향을 보이는데 이것과는 반대로 하강하는 경향을 보이고 있기 때문에, 에어컨으로 인해서 생체리듬에 나쁜 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 구강온에 대해 Games-Howell 의

Table1. 차량 탑승중 시간에 의한 신체 각 부위별 피부온 및 쾌적감의 비교

Time (min)		머리		등		어깨		무릎		엉덩이		발	
		피부온	feeling	피부온	feeling	피부온	feeling	피부온	feeling	피부온	feeling	피부온	feeling
10	mean	34.31	3.33	37.79	2.56	37.02	3.33	36.20	3.33	35.41	2.33	35.64	3.33
	SD	3.32	0.87	0.75	0.73	2.50	0.87	1.84	0.87	3.31	0.71	3.48	0.87
20	mean	30.20	4.33	37.16	3.22	35.72	4.44	35.46	4.11	34.57	3.00	35.31	4.22
	SD	3.85	0.71	1.35	0.83	2.72	0.73	2.23	0.78	3.68	0.87	2.77	0.67
30	mean	29.02	4.78	36.00	4.00	35.01	4.78	35.16	4.56	33.78	3.56	35.03	4.67
	SD	4.10	0.67	2.65	0.71	2.99	0.44	2.64	0.53	5.15	0.88	2.34	0.50
40	mean	28.58	5.11	35.83	4.22	34.34	5.11	34.98	4.67	33.08	4.11	34.93	4.89
	SD	3.94	0.33	1.94	0.83	3.43	0.33	3.20	0.50	6.20	0.78	2.09	0.33
50	mean	28.51	5.11	35.41	4.67	34.17	5.11	34.83	4.89	33.67	4.22	34.94	5.00
	SD	3.55	0.33	2.58	0.50	3.14	0.33	3.59	0.33	4.19	0.67	2.15	0.00
60	mean	29.04	5.33	35.90	4.78	33.52	5.22	34.59	5.00	33.52	4.33	34.80	5.00
	SD	4.13	0.50	3.21	0.44	3.83	0.44	3.51	0.00	4.50	0.50	2.30	0.00
70	mean	28.66	5.00	35.03	4.89	33.48	5.00	34.41	5.00	33.63	4.56	34.62	5.00
	SD	3.42	0.00	3.10	0.33	4.10	0.00	4.09	0.00	3.64	0.53	2.27	0.00
80	mean	29.43	4.78	34.90	4.56	33.88	4.78	34.57	4.56	34.54	4.22	34.63	4.78
	SD	3.41	0.44	3.51	0.73	3.82	0.44	4.36	0.73	1.98	0.83	2.28	0.44
90	mean	30.38	4.56	34.97	4.33	33.50	4.56	34.76	4.56	34.60	4.11	34.78	4.67
	SD	3.06	0.73	3.37	1.00	4.51	1.01	4.37	0.73	2.49	1.05	2.22	0.71
ANOVA		F=2.24*	10.04‡	ns	10.88 ‡	ns	8.68 ‡	ns	7.28 ‡	ns	7.94 ‡	ns	10.57 ‡

* p<0.05 †p<0.01 ‡ p<0.001

post hoc 검정에서 탑승직후의 구강온은 50 분 이후의 구강온과 유의한 차를 보였고, 탑승후 20 분, 30 분 후의 구강온은 각각 80, 90 분 후의 구강온과 유의한 차이를 보였다. Table 1 은 신체의 6 개 부위 즉, 머리, 등, 어깨, 무릎, 엉덩이, 발에 대해서 차량 탑승 후의 주관적인 쾌적감과 피부온의 평균과 표준편차를 보여주고 있다. 머리를 제외한 나머지 신체 부위에 대한 피부온은 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 신체의 6 개 부위 모두 쾌적감에 대해서는 유의한 차이를 보이고 있었다. 머리 부분의 피부온은 탑승 직후 34.3°C 였으나, 20 분 후 30.2°C 로 크게 떨어지고, 50 분 지점에서 가장 낮은 28.5°C 를 기록해 탑승 직후와 5.8°C 의 차이를 보였다.

머리에 대한 쾌적감 점수는 탑승 후 계속 높아지다가 60 분 후에 가장 높은 점수를 보였다. 유의한 차는 없지만 등의 피부온은 탑승 80 분 이후, 어깨, 무릎, 발은 40 분 이후, 엉덩이는 20 분 후에 35°C 이하로 떨어졌다. 등에 대한 쾌적감은 탑승후 30 분까지는 4 점 이하였으나 그 이후로는 4 점 이상을 기록하면서 70 분후 최대치를 기록했다. 어깨, 무릎, 발 부위에 대한 쾌적감은 비슷한 경향을 보이고 있다. 즉, 탑승 10 분 후부터 4 점 이상으로 증가하다가 60 분 전후에 최고치를 기록한 후 감소하는 경향을 보였다. 무릎과 발 부위는 모두 30 분 후의 쾌적감 평균 점수가 4.5-5.0 사이로 큰 변화를 보이지 않았다. 엉덩이에 대한 쾌적감은 탑승직후 2.33 으로 20-30 분 후는 3 점대를, 40 분 이후로는 4 점 이상의 점수를 보였다.

4. 토의 및 결론

차량 운행중 에어컨을 사용한다면 바람을 직접적으로 받는 머리 부분은 10-20 분 후에 급격히 피부온이 떨어지고 등을 제외한 나머지 신체 부위는 40 분 전후에서야 34°C 정도의 피부온을 보였다. 물론 외부 기온의 영향과 에어컨의 용량의 차이가 있겠지만, 적절한 느낌을 가지려면 40 분 이상의

에어컨의 작동이 필요하다는 것을 위의 자료에서 보여주고 있다. 또한 혈압의 경우는 에어컨의 영향을 거의 받지 않았지만 맥박이나 구강온의 경우는 에어컨의 영향이 있는 것으로 나타났다. 특히 50 분 이후 그리고 70-80 분 이후의 구강온이 초기의 30 분 이전의 구강온과는 유의한 차이를 보이고 있었다. 이것은 체온이 떨어질 때 졸음의 욕구가 크지기 때문에 운행 중 에어컨의 가동은 50 분 이하로 하는 것이 좋고 늦어도 70-80 분 이상을 하는 것은 안전 운행상 문제가 있는 것으로 생각된다.

5. 참고문헌

Astrand, P., and Rodahl, K., Textbook of work physiology, Mcgraw-Hill : New York, 1986.

Enander, A., "Performance and sensory aspects of work in cold condition: A review." *Ergonomics*, 30(10), 365-378, 1984.

多屋秀人, "溫熱感覺と生理反應", In 野呂影勇(Ed), 圖說エルゴノミクス, 日本規格協會, 東京, 1990.

Zotterman, Y., "Thermal Sensation", In J. Field, H.W. Magoun, and V.E. hall(Ed), Handbook of Physiology, American Physiol. Soc., Washington D.C., 1959.