

## 차량용 에어컨에 대한 쾌적감과 생체간의 관련성 Relations between biological status and feeling for car conditioner

노태정, 서유진, 박영만, 황진수  
경남대학교 정보통신공학부

### Abstract

열적 쾌적감은 각 개인간의 대사작용의 차이, 실행중인 작업 의복의 종류나 계절의 영향, 환경순응, 습관이나 전통도 많은 영향을 미친다. 열적 쾌적감을 조절하는 기기중 하나인 에어컨은 특히 열적 쾌적감을 고려해서 제품설계를 해야 하는 아주 민감한 제품이다. 본 연구에서는 차량용 에어컨의 영향을 평가하기 위한 기초연구의 하나로서 차량용 에어컨이 작동 중일 때 피실험자의 신체 부위별 주관적 쾌적감과 피부온, 구강온, 맥박, 혈압간의 관계를 분석하고자 한다. 실험은 1인의 피실험자를 대상으로 9회에 걸쳐 chamber에서 1회에 약 90분간 실험했다. 차량용 에어컨에 대한 주관적 쾌적감에 가장 영향을 많이 미치는 요소로서는 머리 부위의 피부온과 구강온이 선택되었으며, 다른 부위의 피부온, 맥박, 혈압등은 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

### 1. 서론

열적 쾌적감(thermal comfort)은 각 개인간의 대사작용의 차이, 실행중인 작업 의복의 종류나 계절의 영향, 환경순응(acclimatization), 습관이나 전통도 많은 영향을 미치기 때문에 명확하게 정의 하기는 어려운 개념이다(Astrand and Rodahl, 1986). 그러나 에어컨을 이용한다면 계절 및 환경의 영향 등을 조절할 수 있으므로 열적 쾌적감에 영향을 줄 수 있는 주요한 기기로 생각할 수 있다. 에어컨 중에서도 차량용 에어컨은 우리 나라 자동차 산업의 폭발적인 발전과 더불어 자동차에 있어서 보조 기능을 하는 제품으로 간주되기 보다는 주기능을 하는 제품으로 인식되어 에어컨의 성능에 따라서 자동차의 판매가 좌우될 정도로 그 중요성이 커졌다. 즉, 차량용 에어컨은 열적 쾌적감을 고려해서 제품설계를 해야 하는 아주 민감한 제품이다.

일반적으로 피부의 온·냉감의 정도는 온도수준, 적응되어 있는 온도로 부터의 온도변화, 온도의 변화속도, 자극을 받는 면적, 자극의 지속시간 등에 의해서 달라지며, 3 초간 이상 피부에

0.001°C/s 정도의 온도 상승이 있으면 온감을 느끼고, 0.004°C/s 정도의 온도 저하가 있으면 냉감을 느낀다(Zotterman, 1959). 인간의 온·냉감은 평균 피부온과 관계가 있고, 의자에 앉아서 안정상태 일 때는 평균 피부온이 33-34°C 일 때에 춥지도 덥지도 않은 가장 양호한 온·냉감을 느낀다(多屋秀人, 1990). 한편, 혈관수축과 떨림(shivering)과 같은 저온 스트레스로 인하여 발생하는 생리적인 현상은 인간의 작업능력(performance)을 저하시킨다는 것도 지적되었다(Enander, 1984).

냉감에 대해서는 어느 정도 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. 따라서, 본 연구에서는 차량용 에어컨의 영향을 평가하기 위한 기초연구의

하나로서 차량용 에어컨이 작동 중일 때 피실험자의 신체 부위별 주관적 쾌적감과 피부온, 구강온, 맥박, 혈압간의 관계를 분석하고자 한다.

## 2. 방법

### 2.1 피실험자

본 실험에서는 의학적·심리학적인 검사를 통하여 운전 경력이 2년 6개월인 건강한 남자 운전자 1명(30세)을 선발하여 피실험자로 선정했다. 이 실험자의 상의는 런닝과 남방사쓰, 하의는 팬티와 골텐바지를 입었으며, 신발은 슬리퍼를 신었으며, 본 실험을 하기 전 52회에 걸쳐 이 실험과 동일한 실험에 참가한 적이 있으며, 본 실험은 1999년 9월 22일부터 2000년 2월 11일까지 총 9회(평균 실험 시작시간 14:20)에 걸쳐서 시행되었다.

### 2.2 실험절차 및 장비

본 연구에 사용된 환경풍동시험실(Climatic Wind Tunnel)은 A 산업에서 제작한 용적 924m<sup>2</sup>, 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 느낌 정도를 10분 간격으로 90분간 연속적으로 기록하도록 했다. 느낌평가표는 7개의 항목 즉, 1. 매우 덥다, 2. 덥다, 3. 조금덥다, 4. 약간시원

Table 1. 신체 각 부위의 쾌적감에 대한 혈압, 맥박수, 구강온의 평균과 표준편차

|            | 머리    |         | 등    |         | 어깨   |         | 무릎   |         | 엉덩이  |         | 발    |         |      |
|------------|-------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|            | Mean  | SD      | Mean | SD      | Mean | SD      | Mean | SD      | Mean | SD      | Mean | SD      |      |
| 혈압<br>(최고) | 덥다    | 113.0   | 7.6  | 114.5   | 6.9  | 113.0   | 7.7  | 113.6   | 7.1  | 115.7   | 6.5  | 113.0   | 7.6  |
|            | 조금덥다  | 118.2   | 6.5  | 113.2   | 8.5  | 118.4   | 6.4  | 116.2   | 6.9  | 115.7   | 11.2 | 116.4   | 7.1  |
|            | 시원하다  | 115.8   | 9.5  | 118.7   | 8.9  | 116.0   | 9.3  | 116.5   | 9.4  | 117.0   | 6.6  | 116.4   | 9.1  |
|            | 춥다    | 118.0   | 3.7  | -       | -    | 117.8   | 4.7  | -       | -    | -       | -    | -       | -    |
|            | ANOVA | n.s     |      | F=3.6*  |      | n.s     |      | n.s     |      | n.s     |      | n.s     |      |
| 혈압<br>(최저) | 덥다    | 80.4    | 9.3  | 79.9    | 13.2 | 80.4    | 9.3  | 81.6    | 9.0  | 80.9    | 12.0 | 80.4    | 9.3  |
|            | 조금덥다  | 82.1    | 15.5 | 83.4    | 5.0  | 84.2    | 15.2 | 81.9    | 13.1 | 79.4    | 8.9  | 82.1    | 14.9 |
|            | 시원하다  | 81.4    | 8.2  | 81.7    | 9.6  | 81.3    | 8.7  | 81.8    | 8.2  | 86.2    | 5.1  | 81.9    | 8.0  |
|            | 춥다    | 87.2    | 2.8  | -       | -    | 86.0    | 2.7  | -       | -    | -       | -    | -       | -    |
|            | ANOVA | n.s     |      | n.s     |      | n.s     |      | n.s     |      | F=3.9*  |      | n.s     |      |
| 맥박수        | 덥다    | 81.1    | 11.1 | 78.6    | 9.7  | 81.1    | 11.1 | 80.7    | 9.93 | 76.8    | 9.5  | 81.1    | 11.1 |
|            | 조금덥다  | 74.5    | 7.5  | 73.7    | 7.0  | 75.4    | 8.3  | 73.4    | 7.73 | 73.9    | 5.8  | 74.4    | 7.2  |
|            | 시원하다  | 72.6    | 7.4  | 70.5    | 7.0  | 72.2    | 7.3  | 71.9    | 7.46 | 68.6    | 7.9  | 72.1    | 7.6  |
|            | 춥다    | 67.2    | 6.6  | -       | -    | 69.0    | 7.5  | -       | -    | -       | -    | -       | -    |
|            | ANOVA | F=4.2†  |      | F=7.0†  |      | F=3.6*  |      | F=5.2†  |      | F=7.2†  |      | F=4.8*  |      |
| 구강온        | 덥다    | 36.9    | 0.3  | 36.9    | 0.2  | 36.9    | 0.3  | 36.9    | 0.2  | 36.9    | 0.2  | 36.9    | 0.3  |
|            | 조금덥다  | 36.9    | 0.2  | 36.7    | 0.2  | 36.9    | 0.2  | 36.8    | 0.3  | 36.7    | 0.2  | 36.9    | 0.2  |
|            | 시원하다  | 36.7    | 0.2  | 36.6    | 0.2  | 36.7    | 0.2  | 36.6    | 0.2  | 36.5    | 0.1  | 36.6    | 0.2  |
|            | 춥다    | 36.5    | 0.2  | -       | -    | 36.6    | 0.2  | -       | -    | -       | -    | -       | -    |
|            | ANOVA | F=10.2‡ |      | F=26.3‡ |      | F=7.20‡ |      | F=10.2‡ |      | F=30.5‡ |      | F=15.3‡ |      |

\* p<0.05 † p<0.01 ‡ p<0.001

Table 2. 각 신체 부위별 쾌적감에 따른 피부온의 평균과 표준편차

| 쾌적감 | n  | 덥다    |      | 조금 덥다 |      | 시원하다  |      | 춥다    |      |
|-----|----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|     |    | M     | SD   | M     | SD   | M     | SD   | M     | SD   |
| 머리  | 81 | 33.84 | 3.58 | 29.03 | 3.87 | 29.50 | 3.82 | 28.65 | 1.51 |
| 어깨  | 81 | 36.45 | 2.41 | 33.71 | 5.76 | 34.47 | 3.23 | 33.33 | 0.72 |
| 등   | 81 | 36.98 | 1.10 | 35.24 | 3.25 | 35.75 | 2.75 | -     | -    |
| 무릎  | 81 | 35.17 | 2.28 | 34.25 | 4.18 | 35.21 | 3.13 | -     | -    |
| 엉덩이 | 81 | 34.62 | 2.78 | 35.23 | 1.94 | 32.38 | 5.25 | -     | -    |
| 발   | 81 | 35.06 | 3.69 | 33.99 | 2.54 | 35.18 | 2.08 | -     | -    |

Table 3. 각 부위별 쾌적감의 생체 변수에 의한 Stepwise 판별분석 결과

| 쾌적감 | Step | 선택된 변수   | 표준계수      |           |           | Lambda |
|-----|------|----------|-----------|-----------|-----------|--------|
|     |      |          | Function1 | Function2 | Function3 |        |
| 머리  | 1    | 머리(피부온)  | 0.64      | 0.07      | 0.82      | 0.691  |
|     | 2    | 엉덩이(피부온) | -0.52     | 0.98      | 0.03      | 0.506  |
|     | 3    | 구강온      | 1.04      | 0.02      | -0.43     | 0.420  |
| 어깨  | 1    | 머리(피부온)  | 0.73      | 0.21      | 0.74      | 0.797  |
|     | 2    | 엉덩이(피부온) | -0.59     | 0.97      | -0.07     | 0.627  |
|     | 3    | 구강온      | 1.04      | -0.04     | -0.52     | 0.509  |
| 등   | 1    | 머리(피부온)  | 0.49      | 0.91      | -         | 0.616  |
|     | 2    | 구강온(피부온) | 1.00      | -0.25     | -         | 0.554  |
| 무릎  | 1    | 머리(피부온)  | 0.69      | 0.74      | -         | 0.805  |
|     | 2    | 구강온      | 0.85      | -0.55     | -         | 0.670  |
| 엉덩이 | 1    | 구강온      | 1         | -         | -         | 0.590  |
| 발   | 1    | 머리(피부온)  | 0.48      | 0.89      | -         | 0.728  |
|     | 2    | 구강온      | 0.95      | -0.35     | -         | 0.616  |

하다, 5. 시원하다, 6. 조금 춥다, 7. 춥다에 대해서 주관적인 점수를 기입하도록 했다.

향을 미칠 수 있는 생체적 요인을 찾기 위해서 판별분석을 이용하여 처리했다.

### 2.3 통계처리

신체 각 부위의 쾌적감에 대한 생체 측정 결과의 차이를 분석하기 위해서 1-way ANOVA 를 사용하였으며, 유의수준은 0.05 로 했다. 독립변수로서 사용된 실험요인은 생리적 평가인 피부온, 구강온, 맥박, 혈압이며, 종속변수로서는 주관적 평가인 AFES 이다. 쾌적감에 가장 큰 영

### 3. 결과

Table 1 은 각 신체부위별 쾌적도에 따른 혈압, 맥박수, 구강온의 평균과 표준편차를 보여주고 있다. 최고 혈압의 경우 신체 부위 중에 등의 경우가 ' 시원하다' 고 느낄 때 가장 높은 수치를 보였고, 최저 혈압의 경우에는 엉덩이만이 유의한 차를 보이고 역시 ' 시원하다' 의

경우에서 가장 높은 수치를 보였다. 맥박수의 경우 신체 6 개 부위 전부 쾌적감의 정도에 따라 유의한 차이를 보이고 있다. 전체적으로 신체 부위의 느낌이 '춥다' 쪽으로 진행됨에 따라 맥박수는 감소하는 현상을 확실하게 보여 주고 있다. 구강온 역시 맥박수와 동일하게 모든 부위의 느낌에 대해 유의한 차이를 보여주고, 그 경향 또한 비슷했다.

Table 2 는 각 신체 부위별 느낌에 따른 각 부위의 피부온의 평균과 표준편차를 보여주고 있다. 전체적으로 '덥다' 의 느낌과 비교하여 다른 느낌에 대한 피부온은 낮지만, '조금 덥다' 의 경우는 '시원하다' 의 경우보다 머리, 등, 어깨, 무릎, 발의 경우는 오히려 약간 낮았다. '춥다' 라는 응답은 당연하지만 머리, 어깨부위에 대해서만 응답이 있었고 나머지 부위에서는 나타나지 않았다.

Table 3 은 6 개의 신체 부위별 쾌적감에 대해 맥박, 혈압, 구강온, 각 부위별 피부온 등에 의한 Stepwise 판별분석 결과를 보여주고 있다. 그 결과 머리와 어깨 부위의 쾌적감의 정도를 구분하는 변수로는 머리의 피부온, 엉덩이의 피부온, 구강온 3 개의 변수가 선택되었고, 등, 무릎, 발의 쾌적감은 머리의 피부온, 구강온 두개의 변수가, 엉덩이의 경우는 구강온 한 개의 변수가 선택되었다.

#### 4. 토의 및 결론

차량용 에어컨의 온도조절에 의한 쾌적감의 정도는 혈압과는 관련성을 보이지 않고, 맥박의 경우 주관적 쾌적감이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였지만 역시 구강온에 비해 그 영향력이 떨어졌다. 각 신체 부위별 쾌적감에 대한 영향력이 있는 변수는 부위마다 약간의 차이

를 보이지만 가장 영향력이 큰 변수로는 머리부위의 피부온과 구강온이었다. 그리고 각 신체 부위의 쾌적감에 대한 피부온에서 '조금 덥다' 가 경우가 '시원하다' 보다 약간 높은 부위도 약간 낮은 부위도 있었으나, 구강온의 경우는 '조금덥다' 의 경우가 '시원하다' 보다 약 0.2°C 정도 높았다.

#### 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.