

서열환경하에서 안전모 착용시의 인체생리학적 반응 Thermophysiological Responses of Wearing Safety Hat for Working at a Hot Environment

경북대학교 생활과학대학 의류학과
박 소 진 · 김 희 은

Dept. of Clothing and Textiles, Kyungpook National University

So-Jin Park · Hee-Eun Kim

(2001. 6. 27 접수)

Abstract

The present study is aimed to investigate the effect of the safety hat on the balance of body temperature by observation of the physiological response under hot working environment. The experiment was carried out in a climate chamber of 30°C, 50%RH for 70 minutes. To compare the two kinds of safety hat, 5 healthy male subjects worn safety hat without hole (called 'without hole') or safety hat with hole (called 'with hole') according to a randomized cross-over design.

The main results of this study are as follows: Rectal temperature and heart rate were significantly lower level in 'with hole' than in 'without hole'. The mean skin temperature was significantly higher in 'without hole' than in 'with hole'. Blood pressure were significantly low in 'with hole'. Sweat rate which was measured by weight loss before and after experiment was higher in 'without hole'. In subjective ratings, subjects replied more hot, more uncomfortable and more wet, they felt more fatigue in condition of 'without hole'. Work ability which was measured by a grip strength dynamometer was higher in 'with hole'.

Safety hat which can be used for safety of the brain in work place is meaningful device of behavioral thermoregulatory response under the hot working environment. The safety hat which is designed for proper ventilation and hygiene can maintain the homeostasis of body temperature by releasing body temperature efficiently.

Key words: thermophysiological response, safety hat, hot environment, rectal temperature, homeostasis; 온열생리반응, 안전모, 서열환경, 직장온, 항상성

I. 서 론

뇌의 시상하부에는 체온조절중추가 존재하므로 엄

한(嚴寒)이나 서열(暑熱) 환경조건하에서는 머리부분의 보호에 대한 중요성이 크게 대두된다. 외부 작업시 서열태양광선하에서 우리 인체의 머리부분은 태양방사열을 직접 받으므로 내부에서의 많은 열생산량과 동시에 외부로부터의 많은 열유입량을 고려하여야 한다.

한편, 머리부분의 보호를 위해 산업안전보건법에

※ 이 논문은 2000년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2000-D00334)

의해 착용이 의무화되어 있는 작업안전모는 작업장에서 물리적, 화학적 위험요소로부터 작업자를 안전하게 보호해 줄 뿐만 아니라 착용자에게 생리적 부담을 주지 않아야 한다. 서열환경하에서 작업에 의해 머리부분에서 발산되는 열, 땀, 수증기, 탄산가스 등이 작업안전모 바깥으로 방출되어 안전모내의 기후가 고온고습한 상태로 되는 것을 방지하여야 한다. 발汗에 의해 통기성의 저하 및 습윤 상태가 되면 체열방산이 방해받아 체온 조절기능이 저하되어 체온의 항상성 유지에 위협을 받게 된다. 체온을 일정하게 유지하기 위해서 체내에 남은 열을 방출, 발산하지 않으면 이 열은 체내에 정체되어 체온이 상승하게 된다. 따라서 작업안전모는 물리적 측면 뿐만 아니라 생리학적 측면에서도 고려된 것이 사용되어야 한다.

작업모와 관련된 연구로 국내에서는 김분옥(1967)의 농촌부녀자의 하절작업모에 관한 연구가 최초로 행해졌으며, 그 이후 최정화와 정영옥(1990)의 하절기 방서용 농작업모 개발에 관한 연구가 이루어졌을 정도이다. 국외에서는 線川와 靑畧(1992; 1994)는 한랭환경과 서열환경에서의 모자착용에 관하여 생리학적 측면에서 연구를 실시하였다. Diffey와 Cheeseman(1992)은 차외선 차단을 위한 여러 가지 형태의 모자의 햇빛 차단 능력을 실험조사 하였으며, Thompson과 Patterson(1998)은 사고예방을 위한 싸이클 헬멧에 관하여 연구를 하였다. Marilyn 등(1998)은 햇빛보호를 위한 모자 착용에 관한 연구를 청소년들을 대상으로 실시하였다. 모자에 관한 연구는 대부분 일반적인 모자에 국한되어 있으며, 특히 작업안전모에 관해 생리학적으로 검토된 연구는 전무한 상태이므로 작업환경에 따른 인체생리반응과 작업 능력 및 안전을 고려한 작업모에 관한 연구 및 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 작업안전모 착용과 관련된 생리학적 온열반응을 조사하고 아울러 일반적인 안전모에 통풍을 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 안전모가 작업시 체열방산, 체온의 항상성과 같은 생리반응에 미치는 영향을 조사하는 것을 목적으로 하여 서열환경하에서의 착용실험을 통한 온열생리학적 반응을 측정하였다.

II. 연구방법

1. 피험자

피험자는 신체 건강한 성인 남자 5명(연령; 21.8 ± 1.79 세, 신장; 175.4 ± 4.67 cm, 체중; 69.24 ± 17.13 kg, 체표면적; 1.83 ± 0.21 m²)을 대상으로 실시하였으며, 사람의 체온은 24시간을 주기로 변동하는 일내 리듬(circadian rhythm)이 존재하므로 실험 실시 시각에 따른 체온의 차이를 없애기 위해 같은 시간대에 실험을 실시하였다. 또한 실험의 피로에 따른 영향을 배제하기 위하여 실험 전후 2일 이내에는 반복실험에 참가하지 않도록 하였다.

2. 실험방법

일반적인 형태의 무공 작업안전모와 통기를 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공 작업안전모를 대조군으로 하여, 온도 $30 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $55 \pm 10\%$ R.H의 인공기후실에서 휴식과 운동을 되풀이하는 총 70분간의 실험을 실시하였다. 전체적인 실험 절차를 Fig. 1에 표시하였다.

측정항목으로는 직장온, 피부온, 심박수, 혈압, 발한량, 안전모내 기후, 주관적 감각, 작업수행능력을 측정하였다. 직장온과 피부온은 Squirrel Meter Logger

Ta: $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $55 \pm 10\%$ RH

Preparation	Rest I	Exercise I	Rest II	Exercise II	Rest III
	0	10	30	40	60
					70
					(min)
Rectal temp.	-----				
Skin temp.	-----				
Heart rate	-----				
Blood pressure	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Body weight	⊙				⊙
Microclimate in hat	-----				
Subjective sensation		⊙	⊙	⊙	⊙
Physical strength	⊙		⊙		⊙

Fig. 1. Experimental schedule

Table 1. Scales of subjective sensations

Scales	Temperature Sensation	Thermal Comfort	Wet Sensation	Fatigue Sensation
+4	very hot	very uncomfortable		very fatigue
+3	hot	uncomfortable	very wet	fatigue
+2	warm	slightly uncomfortable	wet	slightly fatigue
+1	slightly warm	comfortable	slightly wet	neutral
0	neutral	neutral		
-1	slightly cool	slightly dry		
-2	cool	dry		
-3	cold	very dry		
-4	very cold			

(SQ1250, England)를 이용하여 1분마다 연속 측정하였으며, 심박수는 Sport Tester (PE3000, Finland)의 센서를 가슴에 부착하고 모니터를 손목에 착용하여 1분 간격으로 연속적으로 측정하였다. 혈압은 Wrist Blood Pressure Meter (EW 278, Japan)를 이용하여 입실전과 각 실험단계가 끝난 시점에 측정하였다. 발한량은 감도 1g까지 측정 가능한 저울 (Sartorius, KCC-150, Germany)로 실험 전·후의 체중감소량으로 측정하였으며, 안전모내 기후는 두정부(頭頂部)와 안전모 사이

에 온·습도 센서를 부착시켜 측정하였다. 주관적 감각으로는 Table 1의 온냉감 9항목, 쾌적감 4항목, 습윤감 7항목, 피로감 4항목을 이용하여 실험 스케줄에 맞추어 피험자의 신고를 기록하였다. 본 실험에 이용된 안전모는 주로 실외의 노동작업현장에서 착용하므로 이때 사용되는 힘을 근력으로 파악하고자 하였는데 이를 위해 악력계 Grip Strength Dynamometer (TKK5010, Japan)를 사용하여 실험전 힘의 양과 실험후의 소모된 힘의 양을 측정하여 근력의 정도를 비교

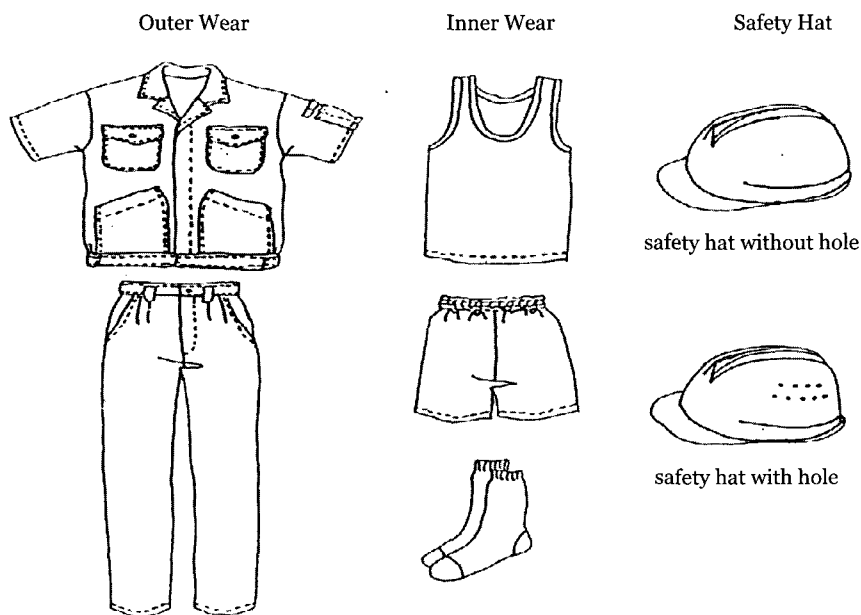


Fig. 2. Technical drawing of experimental clothing

하였다.

본 실험에 사용된 두 종류의 작업안전모는 노동부의 보호구 검정규정에서 성능·재료·구조시험을 통과한 것으로 KSA 9000/ISO 9001 품질인증을 받아 시판되는 것을 채택하였다. 또한 두 종류의 작업안전모에는 동일한 재질의 ABS (Acrylonitrile Butadien Styrene)가 사용되었으며, 유공 작업안전모에는 지름 0.5cm의 구멍이 좌우로 각각 9개씩 뚫려져 있다. 피험자들의 착의조건으로는 실험조건에 따른 안전모의 종류별 착용이외에 기본적인 실험복으로 런닝셔츠(100% Cotton), 팬티(100% Cotton), 양말(100% Cotton), 그리고 작업복 상하의(35% Cotton, 65% polyester)를 착용하였다.

실험에 사용된 작업안전모 및 작업복, 내의 형태는 Fig. 2에 나타내었다.

3. 자료처리 및 분석방법

본 실험에서 얻어진 결과에서 각 시간별 대응되는 피험자 개개인의 두 조건별 값은 T-test로, 각 구간별 두 조건의 평균값은 ANOVA로 통계적 분석을 하였으며, $P < 0.05$ 일 때를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직장온 및 심박수

작업안전모 착용시의 직장온의 경시적 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 전반적으로 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 직장온이 유의하게 더 낮게 나타났으며($P < 0.05$) 이러한 현상은 Exercise I, Exercise II의 후반부에서 더욱 두드러지게 나타났다. 운동시 직장온은 계속 상승하여 회복시에도 5분 정도까지는 계속 상승하다가 완만하게 감소하는 경향을 보이고 있다. 이는 근육에서 세포내로 열 이동 즉, 근육의 높은 온도를 체내로 빼앗기는 현상으로 사료된다.

또한 그림으로 나타내지는 않았지만 심장박동수의 측정결과 전구간에 걸쳐 안전모의 종류에 따른 유의한 차이가 나타났는데($P < 0.05$), 특히 Exercise I에서 유공안전모 착용시 107.72 ± 6.99 회, 무공안전모 착용시 114.19 ± 6.19 회, Exercise II에서는 점차 증가하여 유공안전모 착용시 109.51 ± 7.42 회, 무공안전모 착용시

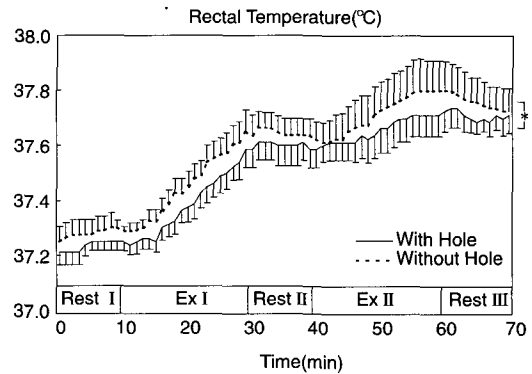


Fig. 3. Time course of rectal temperature during the experiment.

114.91 ± 7.46 회로 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 더 낮은 값을 나타내었는데 이것은 직장온과 심박수가 정적인 상관 관계가 있다는 Kamon 등 (1971)의 연구 결과와 일치한다.

직장온은 체내의 화학반응이 진행되는 내부온도로서 신진대사의 경로와 속도를 조절하는 중요한 인자이며 체온을 일정하게 유지하여 여러 신체기능의 항상성을 유지하는 중요한 역할을 한다. 또한 심박수의 변화는 직장온의 변화와 비슷한 양상을 나타내므로 (Engel 과 Henze, 1989; Zahorska-Markiewicz 등, 1989), 본 실험에서 직장온과 심박수가 유공안전모 착용시 낮게 나온 결과로 인하여 유공안전모가 무공안전모보다 생리학적 측면에서 인체에 부담을 적게 주는 적절한 작업모라고 할 수 있겠다.

2. 피부온

이마, 가슴, 상완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등의 7개 부위에서 측정된 피부온을 각 부위의 면적비율로 계산한 평균피부온을 Fig. 4에 경시적 변화로 표시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 운동을 시작함으로써 평균피부온은 점차적으로 상승하였으며 실험 전구간에 걸쳐 안전모의 종류에 따라 유의한 차이를 나타내었다 ($P < 0.05$). 각 신체부위의 피부온도는 운동과 휴식의 시간 경과에 따라 상승 및 하강을 하였는데, 뇌의 온도와 가장 밀접한 관련이 있을 것으로 사료되는 이마 피부온의 경우에는 운동을 시작하면서 무공안전모 착용시

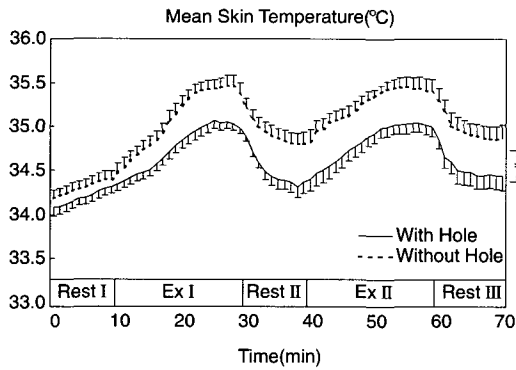


Fig. 4. Time course of mean skin temperature during the experiment.

가 유공안전모 착용시보다 더 높은 온도를 나타내었다. 피복되지 않은 부위인 이마에서 다른 부위보다 발한이 제일 먼저 관찰되었으며 무공안전모 착용시에 더 빨리 발한이 개시되는 것으로 나타났다. 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 피부온의 상승이 저하되고 안전모내에 뚫어져 있는 구멍을 통한 통풍으로 체열방산이 용이하게 이루어져 발한의 개시가 늦은 것으로 사료된다.

3. 혈압

혈압은 혈액에 의해서 혈관 벽에 가해지는 압력을 말하는데 보통 동맥 혈압을 나타내고 있으며 수축기 혈압(systolic pressure)과 확장기 혈압(diastolic pressure)으로 나뉘어진다. 수축기 혈압은 동맥벽 내에서 가장 높은 압력으로 심장의 심실 수축시에 나타나며, 확장기 혈압은 동맥 벽내에서 가장 압력이 낮은 상태로 심실의 확장시에 나타난다. 본 실험에서는 작업 안전모의 종류에 관계없이 운동시에는 혈압이 급격하게 증가하였는데(Fig. 5) 이는 Barrad 등(1973)의 운동시에 수축기 혈압과 확장기 혈압이 동시에 증가한 연구결과와 일치함을 알 수 있었다.

휴식기에는 혈압이 전반적으로 급격한 하강을 보였는데 수축기 혈압의 경우 이러한 현상이 더욱 두드러졌다. 이것을 Lamb(1978)은 운동으로 인해 이미 확장된 혈관내에 저장된 혈액으로 인해서 심장으로 돌아가는 혈액량이 감소되어 혈압이 급속히 하강하는 것

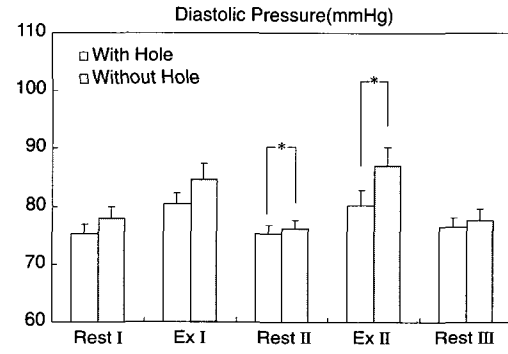
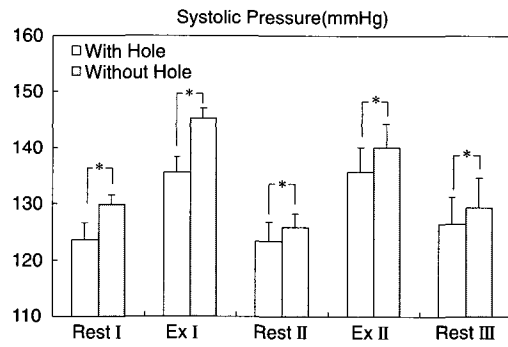


Fig. 5. Systolic Pressure(Top) and Diastolic Pressure(Bottom)

이라고 설명하고 있다. 수축기 혈압의 경우는 전 구간에 걸쳐 안전모의 종류에 따른 유의차가 존재하였으나 확장기 혈압의 경우에는 무공안전모 착용시가 유공안전모 착용시보다 Rest II, Exercise II 기에만 유의하게 높은 것으로 나타났다(P<0.05).

운동시 혈압의 증가는 매우 중요한 의미를 지니는데, 혈액의 흐름은 뇌와 심장과 같은 신체주요조직을 유지시키며 운동 중의 근육과 피부의 혈액 요구량을 충족시켜 준다는 점에서 그 의의가 크다고 할 수 있다 (McArdle 등, 1991). 확장기 혈압은 심장이 쉬고 있을 때의 동맥내의 압력을 반영하며 운동강도가 증가하면 수축기 혈압이 증가하게 된다. 만약 운동이 오래 지속되면 수축기 혈압은 점차적으로 감소하기도 하지만 확장기 혈압은 일정한 수준으로 지속된다.

혈압의 증감도 혈류량 공급조절기능에 따라 체온조절이란 생리현상을 가진 것으로 미루어 볼 때 심박수와 동일한 생리현상을 일으킨 것으로 사료된다. 따라

서 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 혈액을 통해 전달되는 체열의 상승이 억제되고 피부온의 상승을 억제하여 심박수의 상승을 막는다. 이로 인해 혈압의 과다상승을 막아 인체부담이 경감되었음을 알 수 있다.

4. 발한량 및 안전모내 기후

고온작업환경 근무자의 땀분비에 관한 연구(김덕현, 1982)에서처럼 피부온의 변화로 방열을 조절할 수 없는 서열환경에서는 발한이 체온조절에 가장 중요한 역할을 담당하게 된다. 따라서 본 연구에서는 정밀인 체천칭을 이용하여 실험 전후의 체중 감소량으로부터 발한량을 구하였다.

무공안전모 착용시에는 $596 \pm 6.0g$, 유공안전모 착용시에는 $500 \pm 7.2g$ 의 체중감소량을 보였는데 체중 감소량이 클수록 발한율이 더 크다는 정덕조(1994)의 선행 연구로부터 체중 감소량이 큰 무공안전모 착용시가 발한량이 더 많았다고 판단된다. Mitchell 등(1976)의 연구에서 심부온, 피부온은 발한량에 영향을 주는 요소이며, 평균피부온 상승과 함께 심박수가 증가하며 동일 평균피부온의 경우에는 심부온이 높을수록 발한량이 크며 발한의 증가속도도 커진다고 하였다. 따라서 본 실험에서 무공안전모 착용시가 유공안전모 착용시 보다 심부온, 평균피부온, 심박수, 발한량이 높게 나타난 것은 위의 선행연구와 일치하는 결과로 볼 수 있겠다.

한편, 안전모내의 온도와 습도의 변화는 실험시작 시점에서의 값을 0으로 한 변동값으로 Fig. 6에 나타내

었는데 운동시 안전모의 종류간에 유의한 차이를 보였으며 운동 및 휴식에 따른 변화에서 유공안전모 착용시에는 완만하게 증감을 나타낸 반면, 무공안전모 착용시에는 그 변화폭이 급격한 것을 알 수 있었다. 안전모내의 온도는 Exercise I에서 유공안전모 착용시가 무공 안전모 착용시보다 평균 $0.33^{\circ}C$, Exercise II에서는 평균 $0.53^{\circ}C$ 더 낮게 나타났다($P < 0.01$). 대기중의 수증기 함유량이나 습도는 특히 증발에 의한 열 방산에서 중요한 역할을 하는데, 본 실험에 사용된 두 종류의 안전모내의 습도는 운동 후반부에 유의하게 유공 안전모 착용시가 더 낮은 것으로 나타나($P < 0.01$) 유공 안전모가 열 방산에 더 유리하다는 것을 알 수 있다. 체열은 위로 올라가 방산되는 이른바 연통효과를 나타내고 있는데, 의복의 개구부위를 통해 열과 수증기를 환경으로 내보내게 되는 것이다(Watkins, 1984).

실제로 노동자들은 머리부분의 보호 차원에서 안전모를 착용해야 한다는 것을 지각하고 있음에도 불구하고, 머리부분의 압박감 및 발한, 통풍과 관련하여 착용을 기피하여 머리부분의 손상에 의한 재해가 발생된다. 서열환경하에서 작업활동으로 인해 발한이 일어나 안전모내 습도가 상승하게 되는데, 수분 증발과 통풍을 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공안전모의 착용이 무공안전모 착용보다 작업 안전을 고려하면서도 생리적 부담을 감소시키는데 훨씬 더 유리하다고 할 수 있다.

5. 주관적 감각

주관적 감각인 온냉감, 쾌적감, 습윤감, 피로감의 구

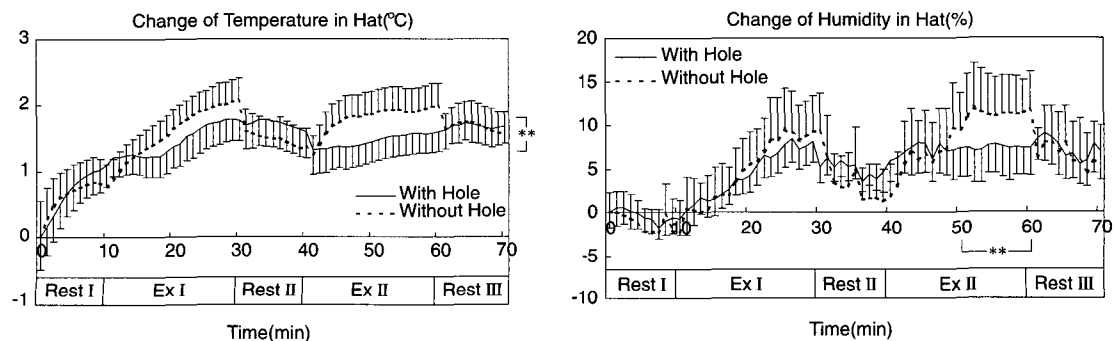


Fig. 6. Changes of microclimate in temperature(Top) and humidity(Bottom)

간별 변화를 Fig. 7에 나타내었다.

온냉감에서는 운동시에 무공안전모 착용시가 유공 안전모 착용시보다 'very hot' 에 가까운 더 높은 수치를 나타내었다($P < 0.05$). 쾌적감에 대한 반응에서 운동부하 및 시간경과에 따라 'uncomfortable' 쪽으로 응답이 이동하였으며 이러한 경향은 무공안전모에서 더욱 크게 나타났다($P < 0.05$). 습윤감에 있어서도 무공안전모 착용시에 발한량이 더 많아서 수치가 높게 나타난 결과로 미루어 더 습하게 느낀다는 것을 알 수 있다 ($P < 0.01$). 피로감에서도 전 구간에 걸쳐 유공안전모가 무공안전모에 비해 덜 피로하게 느끼는 것으로 나타났으며, 악력계를 이용한 근력측정에서 운동전에는 유공 안전모 착용시 $41.80 \pm 3.63\text{kg}$, 무공 안전모 착용시

$41.60 \pm 4.01\text{kg}$ 으로 유사한 수치였으나, 운동후에는 유공 안전모 착용시 $36.63 \pm 4.39\text{kg}$, 무공 안전모 착용시 $35.13 \pm 4.67\text{kg}$ 로 무공안전모 착용시가 유공안전모 착용시보다 유의하게 낮은 값을 나타내어($P < 0.05$) 작업 수행능력이 더 떨어지는 것으로 판단되며 이것으로 미루어 무공안전모를 착용하는 것이 더 피로한 것으로 알 수 있다.

본 연구에서 측정된 모든 주관적 감각에서 무공안전모 착용시가 유공안전모 착용시 보다 부정적인 응답결과를 보인 것은 무공안전모 착용시에 전체적으로 운동에 의한 땀의 분비가 많아 체온이 상승하였기 때문에 이러한 객관적인 생리현상은 작업수행능력의 저하라는 결과로 이어진다고 판단된다. 따라서 서열환

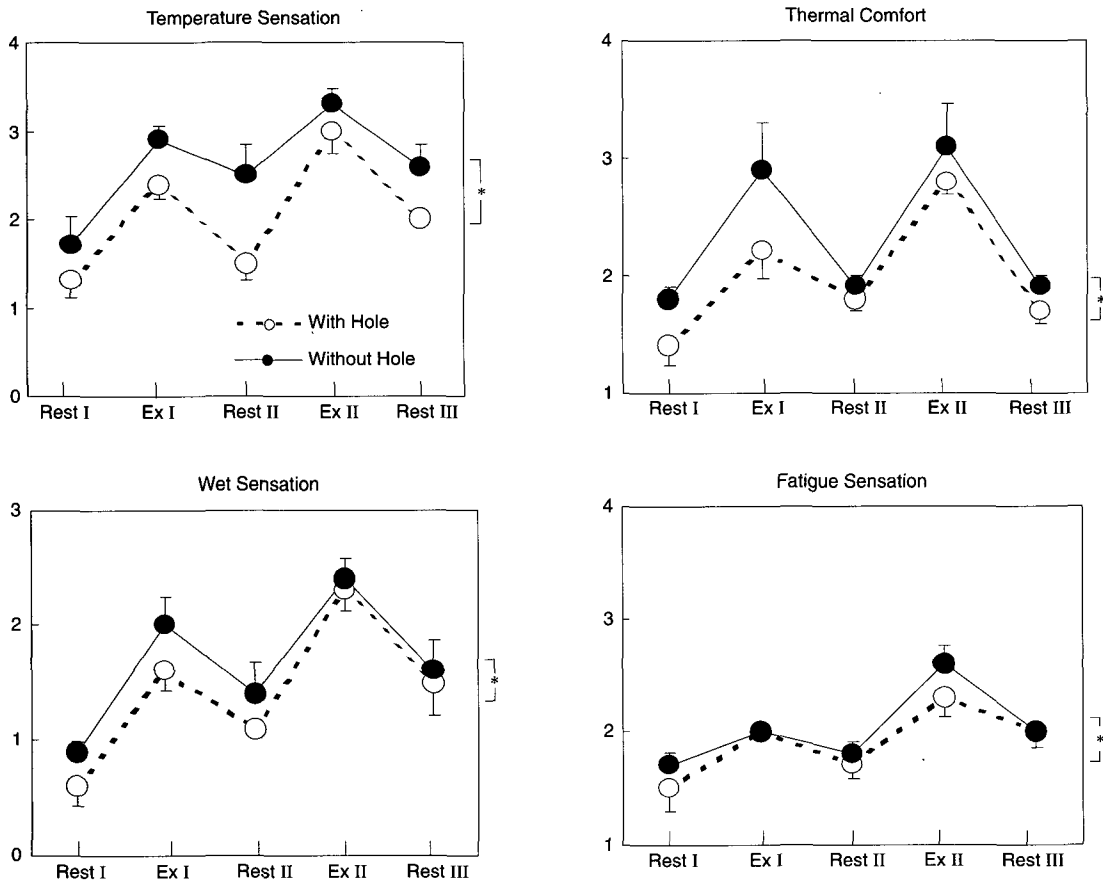


Fig. 7. Subjective Sensation

경하에서 유공안전모의 착용은 무공안전모 착용에 비해 착용자의 주관적인 감각에서 보다 효율적인 것임을 알 수 있다.

IV. 요약

본 연구에서는 서열환경하에서의 안전모 착용과 관련된 생리학적 온열반응을 조사하고 아울러 일반적인 안전모에 통풍을 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 안전모가 작업시 체열방산, 체온의 항상성과 같은 생리반응에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 검토를 실시하고자 성인 남자 5명을 대상으로 착용실험을 실시하였다. 구멍이 없는 일반적인 형태의 무공 작업 안전모와 통기를 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공 작업 안전모를 대조군으로 하여, 온도 $30 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $55 \pm 10\% \text{R.H}$ 의 인공기후실에서 휴식과 운동을 되풀이하는 총 70분간의 실험을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 직장온과 심박수는 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 유의하게 낮게 나타났으며, 체열평형과 관련하여 신체기능의 항상성을 유지하는 데에 유공안전모를 착용하는 것이 더 효율적임을 알 수 있었다.

2. 각 부위의 피부온과 평균 피부온은 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 유의하게 낮았는데 특히 발한이 다른 부위보다 먼저 시작되는 이마에서 더욱 두드러지게 나타났다. 이는 안전모 착용으로 체온이 상승되어 피부온과 평균 피부온의 상승으로 이어지는 과정에서 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 더 유리하다는 것을 알 수 있었다.

3. 혈압은 전 구간에 걸쳐 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 낮게 나타났다. 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 혈액을 통해 전달되는 체열의 상승이 억제되고 피부온과 심박수의 상승이 억제되는 것을 알 수 있었는데 이것이 곧 혈압의 과다 상승 방지와 인체부담의 경감으로 연결되었다고 사료된다.

4. 발한량은 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 낮은 값을 나타내 보였다. 운동으로 인해 높아

진 머리부분의 온도는 통풍을 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공안전모를 착용했을 때 통기구멍으로 공기가 순환되어 온도가 과도하게 상승하는 것이 방지된다. 따라서 서열환경하에서의 체온상승이 억제됨에 따라 낮은 발한량을 나타내 보였다. 안전모내의 기후에서 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 유의하게 더 낮은 온도를 나타내었고, 안전모내 습도는 운동시에 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 다소 낮은 경향을 보였다. 통기를 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공안전모를 착용함으로써 모자내의 더운 공기가 외부와 순환되어 무공안전모 착용시보다 온도가 낮게 나타났고 땀이 유공안전모의 구멍을 통해 증발을 일으켜 과도하게 습해지는 것을 방지할 수 있었다.

5. 주관적 감각으로 온냉감, 습윤감, 쾌적감, 피로감을 측정하였는데 유공안전모 착용시가 무공안전모 착용시보다 더 낮은 주관적 감각 수치를 나타내어 착용감이 더 좋았음을 알 수 있었다. 또한 근력측정에서 무공안전모 착용시가 유공안전모 착용시보다 평가 수치가 낮게 나타나 더 피로한 것을 알 수 있다.

이상의 결과에서 통기를 목적으로 구멍을 뚫어 놓은 유공작업안전모가 심부온, 피부온, 혈압, 심박수, 발한량, 모자내 기후 등의 인체생리반응을 고려해 볼 때 더 바람직한 작업안전모 형태라는 것을 알 수 있었다. 종래의 작업과 관련한 피복연구에서 작업복, 장갑, 신발에 대하여는 생리학적 연구가 이루어졌으나, 안전모에 관한 연구에서는 생리학적 부분을 고려하지 않고 단지 안전 보호측면에서의 연구가 이루어졌을 뿐이었다. 따라서 서열환경하에서 머리부분의 쾌적성을 고려한 다양한 작업안전모에 대한 지속적인 연구와 개발이 이루어진다면 물리적 측면에서 작업 안전을 만족시킬 뿐만 아니라 생리적 측면에서 체열 평형을 도모하여 작업능률의 향상을 가져올 것이다.

참고 문헌

- 건설연구원(1999) 산업안전보건법.
- 김덕현(1982) 용해직(고온작업환경) 근무자의 땀분비에 관

- 한 실험적 연구, 연세대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김분옥(1967) 농촌부녀자의 하절작업모에 관한 연구, 대한 가정학회지, 6, 930-937.
- 정덕조(1994) 최대하 운동시 온도, 습도 변화에 따른 피부온도 변화 및 발한량에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 논문.
- 최정화, 정영옥(1990) 하절기 방서용 농작업모 개발에 관한 연구, 한국의류학회지, 14(4), 281-291.
- 緑川知子, 登倉尋實(1992) 暑熱放射熱存在下における帽子着用が温熱生理反応に与える効果, 日本家政學會誌, 43(5), 421-427.
- 緑川知子, 登倉尋實(1994) 寒冷環境下における帽子着用が深部体温に与える影響, 日本家政學會誌, 45(4), 323-330.
- Barrad, R. T., Grander, W. V., Piaco, R. N. and Macalpin, A. K.(1973) Cardiovascular response to sudden strenuous exercise—heart rate, blood pressure and ECG, *Journal of Applied Physiology*, 34, 833-837.
- Diffey, B. L. and Cheeseman, J.(1992) Sun protection with hats, *British Journal of Dermatology*, 127, 10-12.
- Engel, P. and Henze, W.(1989) Circadian variations of physiological response to a brief extreme heat exposure, Elsevier Science, 311-314.
- Kamon, E. and Belding, H. S.(1971) Heart rate and rectal temperature relationship during work in hot humid environments, *Journal of Applied Physiology*, 31, 472-477.
- Lamb, D. R.(1978) *Physiology of exercise: Response and adaptations* New York, MacMillian Publishing Co., Inc, 211-215.
- Marilyn, D., Karen, L. B., Sherri, G., Nancy, N. and Lotus, L.(1998) Implications of an educational intervention program designed to increase awareness of hats for sun protection, *Clothing and Textiles Research Journal*, 17(2), 73-83.
- McArdle, W. D., Kach, F. I. and Kach, V. L.(1991) *Exercise physiology*, Lea & Febiger Philadelphia, 158-198.
- Mitchell, D., Senay, L. C., Wyndham, C. H., Rensburg, A. J. von, Rogers, G. G. and Strydom, N. B.(1976) Acclimatization in a hot, humid environment: Energy exchange, body temperature and sweating, *Journal of Applied Physiology*, 40(5), 768-778.
- Thompson, D. C. and Patterson, M. Q.(1998) Cycle helmets and prevention of injuries, *Sports Medicine*, 25(4), 213-219.
- Watkins, S. M.(1984) *Clothing: The Portable environment*, Iowa State University, 35-57.
- Zahorska—Markiewicz, B., Dcbowski, M., Spioch, F. M., Zejda, J. and Sikora, A.(1989) Circadian variations in psychophysiological responses to heat exposure and exercise, *European Journal of Applied Physiology*, 59, 29-33.