

더운 환경에서 산업용 각반 착용 시의 인체생리반응

최정화 · 박준희*[†]

서울대학교 의류학과/생활과학연구소, *서울대학교 의류학과

Physiological Responses of Wearing Industrial Gaiters in a Hot Environment

Jeongwha Choi · JoonHee Park*[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University/Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

*Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University

(2008. 1. 25. 접수)

Abstract

The gaiter is one of the personal protective equipments worn in various industrial sites. This study was performed on humans to investigate the physiological strain of wearing gaiters and to compare control gaiters that are currently on the market and new gaiters that are developed for alleviating heat stress. Experiments were conducted in a climatic chamber of WBGT $30.0 \pm 0.7^\circ\text{C}$ under five differed experimental conditions: None, Control A, Control B, New A, New B. The results were as follows. The temperature inside gaiters was significantly lower in both New A and New B than in both Control A and Control B and the difference between news and controls was 1°C ($p < .01$). The humidity inside gaiters in both New A and New B were higher than that in Control A, and lower than that in Control B ($p < .01$). The outermost surface temperature of the gaiter was the lowest in None and it increased in the following order: New B < New A < Control A < Control B. Mean skin temperature was higher by 0.14°C in wearing gaiters than in no gaiters. Skin temperatures in lower body were lower in Control than in New and skin temperature in upper body were higher in Control than in New ($p < .01$). Local sweat rate, total weight loss and subjective sensations did not show a significant difference according to the gaiters. It was concluded that wearing gaiters affected distribution of skin temperature and local sweat rate.

Key words: Gaiters, Temperature and humidity inside gaiters, Local sweat rate, Skin temperatures, Extremity; 각반, 각반내 온도와 습도, 국소발한량, 피부온, 사지말초부

I. 서 론

각반(脚絆)이란 걸음을 걸을 때 간편하게 하기 위해 발목에서부터 무릎 아래까지 감거나 둘러싸는 띠를 말한다(김영숙, 1998). 각반은 등산용 각반에서부

터 산업용 각반에 이르기까지 다양한 용도로 사용되며, 산업용 각반은 일반적으로 건축현장 근로자, 환경미화원, 철도 선로 작업자들이 착용한다.

산업용 각반은 발목의 좁은 부위에 피복되는데, 건축 현장 작업자들을 대상으로 설문 조사한 연구(최정화, 박준희, 2007)에 따르면 작업자의 51%가 각반을 착용하고 있었으며, 각반의 착용이 서열 스트레스를 유발시키는 것으로 조사된 바 있다. 뿐만 아니라 사지 말초 부위는 신체의 산열과 방열을 조절하며, 심부온을 변화시키는 역할을 하므로(Jeong & Tokura, 1993; Purvis

[†]Corresponding author

E-mail: joonhee0521@gmail.com

본 논문은 2005년 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2005-000-10592-0).

& Tunstall, 2004), 각반의 착용이 인체의 체온 조절 메커니즘에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 보인다.

그러나 산업용 각반의 착용이 인체생리반응에 미치는 영향에 대해서 조사한 연구는 거의 없다. 각반 관련 연구로는 용광로 작업자들이 고온의 쇳물이 튀는 것으로부터 보호하기 위해 착용하는 각반에 대한 연구(Proctor, 1983) 정도가 있는데, 이 역시 각반을 개발한 후 주관적 평가에 초점을 맞추어 진행되었을 따름이다. 이처럼, 산업용 각반의 착용이 인체생리반응에 미치는 영향에 대해 조사한 연구는 전무하다 할 수 있다.

한편, 선행연구로 거들, 스타킹, 압박띠 등의 신체를 압박하는 피복류(김현식, 최정화, 1987; 이원자 외, 2002; 이종민, 2000; 綿貫, 三平, 1987; 神谷 외, 2005; Watanuki & Murata, 1994)나 보온을 목적으로 한 다리 보호구(Rissanen et al., 1996)의 착용이 인체에 미치는 영향에 대한 연구들이 일부 소개된 바 있으나, 대부분 쾌적한 환경이나 추운 환경에서 그리고 안정 상태에서 검토되었다. 그러나 산업용 각반의 경우 대부분 작업량이 많은 작업장에서 착용되고 있고, 외부 온열 환경의 영향을 직접적으로 받는 옥외 작업이 많으므로 여름철 작업을 고려한다면, 더운 환경에서 작업 시, 각반의 착용이 인체생리반응에 미치는 영향에 대해서도 살펴볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 더운 환경에서 각반 착용에 따른 인체생리반응을 살펴보고, 둘째, 서열 스트레스 경감을 목적으로 제작한 개발 각반과 시판 각반 착용 시의 인체생리반응을 비교해 보고자 한다.

II. 연구방법

1. 각반 제작과 실험 조건

현재 시판되고 있는 산업용 각반의 유형은 크게 2

가지로, 발목 부위만 감싸는 형태인 A타입(일반형)과 신발 속으로 모래 등이 들어가는 것을 막기 위해 일반형 각반에 발목 아래 부분까지 감쌀 수 있는 별도의 직물이 더해진 형태인 B타입(치마형)이 있다. 써멀 마네킹을 이용하여 각반의 보온력을 측정 한 연구(최정화, 2006)에 따르면 A타입의 보온력은 0.02clo이고, B타입은 0.05clo에 불과했지만, 여름철 건축 현장 작업자를 대상으로 조사한 연구(최정화, 박준희, 2007)에서는 다리 부위를 더운 신체 부위로 인식하여 각반 착용이 불쾌감 및 서열 스트레스를 유발하는 것으로 조사된 바 있다. 이에 서열 스트레스 경감을 목적으로 한 각반을 다음과 같이 제작하였다.

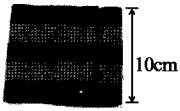
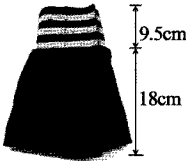
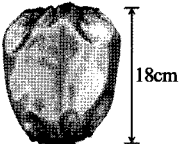
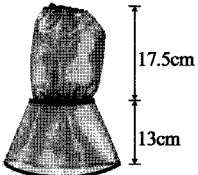
시판 각반은 발목 부위에 착용되는 부분 전체가 10cm 폭의 고무밴드로 이루어져, 착용 시 신체에 밀착되고 피부를 압박하는 특성을 가진다. 이 문제를 해결하기 위해 통기성을 가지는 메시 소재(나일론 100%, 밀도: 경사 75.2올/5cm, 위사 65.6올/5cm, 무게 190.2g/m², 공기투과도 39,060cm³/min/cm²)를 이용하여 각반을 개발하였다. 위, 아래 조임 부분과 여밈 부분에 소폭(2cm)의 고무밴드를 이용하였고, 뽀뽀한 메시 소재가 피부를 자극할 가능성을 배제하기 위해서 면 소재의 직물로 가장자리를 마감 처리하였다. 작업 시 바지 단이 빠지는 것을 막기 위해 각반 길이를 시판 각반에 비해 크게 하였으나, 가벼운 소재를 사용하여 각반의 총 중량은 줄였다.

개발 각반의 구체적인 형태와 무게는 <Table 1>과 같고, 실험조건은 각반 미착용시(None), 시판 각반 2종(Control A, Control B), 개발 각반 2종(New A, New B)으로 총 5가지였다.

2. 피험자와 실험의복

신체 건강한 성인 남자 8명(연령 26.8±3.3세, 신장

Table 1. Gaiters used in wear test

	Control A	Control B	New A	New B
Shape				
Weight(g)	40	100	33	48

174cm, 체중 $67.8 \pm 4.0\text{kg}$, 체표면적 $1.8 \pm 0.1\text{m}^2$)을 대상으로, 체온의 일내 변동(circadian rhythm)을 고려하여 동일 시간대에 실험하였다. 피험자는 실험에 자발적으로 참여하였으며, 실험 내용에 대해 충분히 숙지하도록 하였다.

실험의복은 런닝(90g), 팬티(74g), 긴소매 셔츠(245g), 긴바지(391g), 양말(41g), 안전조끼(249g), 안전화(1457g)를 동일하게 착용하였다. 안전조끼(T/C, 65:35)를 제외한 의복은 모두 면 100%였고, 안전화를 제외한 착용의복의 총 중량은 1,090g이었다.

3. 실험환경 및 실험과정

인공기후실의 환경조건은 실제 여름철 맑은 날 실외에서 3회 이상 측정된 결과를 바탕으로 WBGT $30.0 \pm 0.7^\circ\text{C}$ (기온 $34.4 \pm 0.6^\circ\text{C}$, 습도 $60 \pm 4\%\text{RH}$, 복사온 $35.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$)로 설정하였다. 피험자들은 실험 시작 전 최소 2시간 동안 물 이외의 음식물은 섭취하지 않았다. 인공기후실에 입실 전 체중을 측정한 후, 실험의복으로 갈아입고 측정기기를 부착하였으며, 안정 후 인공기후실에 입실하여 정해진 시간에 맞추어 운동(10분)과 휴식(5분)을 60분 동안 총 4회 반복 측정하였다. 운동은 메트로놈(Metronome)을 이용하여 120 steps/min의 일정 속도로 걷게 하였다.

4. 측정항목

피부온은 휴대용 써미스터(LT 8A, Gram Corp., Japan)를 이용하여, 8부위(이마, 배, 전완, 손등, 대퇴, 종아리, 발등, 엄지발가락)에서 측정하였고, Hardy, Dubois의 7점법을 이용하여 평균피부온(\bar{T}_{sk})을 계산하였다. 직장온(T_{re})은 1회용 튜브를 끼운 직장온 전용 센서를 직장 내에 약 12cm 삽입하여 측정하였다. 상기의 휴대용 써미스터를 이용하여 각반 최외층 표면 온도를 측정하였고, 각반내 온도와 각반내 습도는 휴대용 온습도 측정기(Thermo Recorder TR-72S, T&D Corp., Japan)를 이용하여 측정하였다. 심박수(HR)는 심박수 측정기(Polar Sports Tester, POLAR ELECTRO Inc., Finland)를 이용하였으며, 모든 측정항목은 1분 간격으로 측정하였다.

총발한량(Total weight loss)은 인체천칭(F150S, Satorius Corp., Germany)을 이용하여 실험 전후 체중변화량으로 계산하였다. 국소발한량(Local sweating)은 여과지법(Craw-

shaw et al., 1975)을 이용하여, $12\text{cm}^2(3 \times 4\text{cm})$ 의 여과지(Filter Paper, ADVANTEC TOYO 2, Japan)를 견갑 및 종아리 부위에 부착하여 실험 전후 무게 차이를 계산하였다.

한서감(ISO 10551의 9점 척도), 습윤감(ASHRAE의 7점 척도), 쾌적감(일본공기조화위생학회의 4점 척도)은 전신 및 각반 착용 부위에 대해 조사하였고, 압박감은 Maruta와 Tokura의 척도를 수정·보완한 5점 척도(김효은, 함옥상, 1994)를 이용하여 각반 착용 부위에 대해 조사하였다. 각 항목은 10분 간격으로 기록하게 하였고 각 척도는 숫자가 커질수록 덥고, 습하며, 불쾌하고, 압박 정도가 큰 상태를 의미한다.

5. 통계분석

실험조건간 인체생리반응의 차이를 규명하기 위해 SPSS 12.0을 이용하였다. 일원배치 분산분석을 실시 후, Duncan의 다중비교를 이용하여 사후검정을 하였다($p < .01$).

III. 결과 및 고찰

1. 각반내 온도와 습도

각반내 온도를 살펴보면, 발목 부위만 감싸는 A타입에서는 시판 각반(Control A)은 $34.4(1.6)^\circ\text{C}$, 개발 각반(New A)은 $33.5(1.7)^\circ\text{C}$ 였고, 발목 부위와 그 아래 부위까지 피복되는 B타입에서는 시판 각반(Control B)은 $34.6(1.5)^\circ\text{C}$, 개발 각반(New B)은 $33.6(1.8)^\circ\text{C}$ 였다. A타입과 B타입 모두 개발 각반이 시판 각반에 비해서 각반내 온도가 유의하게 낮았다($p < .01$). 각반내 습도는 A타입에서는 시판 각반(Control A)이 $54(6)\%\text{RH}$, 개발 각반(New A)이 $55(5)\%\text{RH}$ 였고, B타입에서는 시판 각반(Control B)이 $57(5)\%\text{RH}$, 개발 각반(New B)이 $56(4)\%\text{RH}$ 로 나타나, 개발 각반인 New A와 New B는 시판 일반형 각반인 Control A보다는 유의하게 높고, 시판 치마형 각반인 Control B보다는 유의하게 낮았다($p < .01$).

시판 각반과 개발 각반의 각반내 온도는 평균 1°C 의 차이를 보였고, 시판 A타입과 개발 A타입은 B타입 착용시보다 온도가 낮았다. 각반내 습도는 실험 시작 30분경까지는 개발 각반 A, B타입이 A타입의 시판 각반보다는 높고 B타입의 시판 각반보다는 낮았으

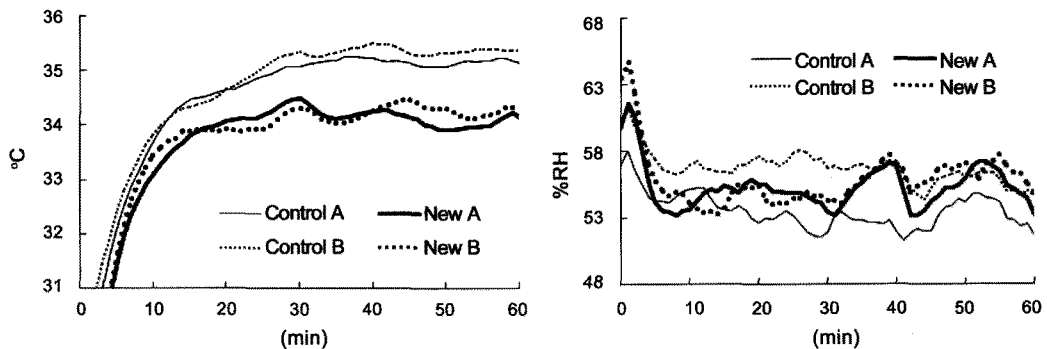


Fig. 1. Changes of microclimate inside gaiters during human wear test.

나, 30분 이후부터는 B타입의 시판 각반과 유사한 값을 나타냈다(Fig. 1). 개발 각반이 시판 각반에 비해서 각반내 온도는 유의하게 낮으나, 각반내 습도는 상승하는 경향을 보이는데 이는 시판 각반에 비해서 다리를 피복하는 면적이 넓기 때문으로 생각된다. 뿐만 아니라 개발 각반 착용 시에 발한량의 증가 경향이 나타나, 이것이 각반내 습도에 영향을 미친 것으로 생각되며 이는 종아리의 발한량 측정결과에서 상세히 언급하고자 한다.

각반 미착용 시에 종아리 부위의 최외층 의복 표면 온도는 $33.4(1.5)^{\circ}\text{C}$ 였고, 각반 착용시 동일 부위의 최외층 표면온도는 A타입에서는 시판 각반(Control A)이 $34.1(1.3)^{\circ}\text{C}$, 개발 각반(New A)이 $33.7(1.4)^{\circ}\text{C}$ 였고, B타입에서는 시판 각반(Control B)이 $34.3(1.4)^{\circ}\text{C}$, 개발 각반(New B)이 $33.6(1.5)^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다($p < .01$). 각반 착용 시가 미착용 시에 비해 표면온도가 높은 결과를 통해서 각반이라는 보호구의 착용이 최외층 표면 온도를 상승시킴을 알 수 있다. 또한 두 가지 타입 모두 개발 각반이 시판 각반보다 낮은 온도를 나타낸 것으로 미루어 각반내에 공기층을 여유있게 형성해 주는 디자인과 통기성 있는 소재를 적용하는 방법이 최외층 표면온도 저하에 영향을 준 것으로 생각된다. 이는 피부온이 환경온보다 높은 상황에서 피부면에서 멀어질수록 표면온도가 낮아짐을 의미하며, 공기층의 간격이 클수록 공기 이동이 수월해지고 이것이 각반내 온도 및 다리의 피부온 저하에까지 영향을 미친 것으로 간주할 수 있을 것이다.

2. 피부온, 직장온, 심박수

각반 미착용 시와 각반 착용 시의 평균피부온은 평

균 0.14°C 의 차이를 보인다($p < .01$)(Table 2). 이러한 결과는 더운 환경에서 운동 시, 각반의 착용 유무가 평균피부온에 통계적으로 유의한 영향을 미친다는 사실을 시사하며, 각반의 형태 및 소재에 따른 유의차는 나타나지 않았다.

각반 착용에 따른 부위별 피부온을 살펴보면, 이마, 배 같은 상반신 피부온의 경우 시판 각반이 개발 각반보다 통계적으로 높거나 같고, 발등, 발끝 같은 하반신 피부온의 경우 시판 각반이 개발 각반보다 통계적으로 낮은 온도를 보였다($p < .01$)(Table 2). 평균피부온은 유의한 차이가 없는데 반해 부위별 피부온에 있어서는 시판 및 개발 각반에 따라 다른 경향을 보이고 있다. 이러한 경향은 특히 A타입에서 뚜렷하게 나타나는데, 이는 시판 각반의 압박 정도가 커서 혈류의 흐름을 방해하고 이것이 다시 하반신의 피부온을 낮추는 결과를 유발한 것으로 인체의 체온조절 기전에 의하여 상반신과 하반신의 피부온 분포에 차이를 보이는 것으로 생각된다. 이 결과는 선행연구에서도 뒷받침 되는데, 川 외(이종민에서 재인용, 2000)에 따르면 하지부에 압력이 강하면 말초부 피부혈류량이 감소한다고 하였다. 즉, 말초부 피부혈류량의 감소는 피부온의 하강을 의미하는 것으로 본 연구에서 시판 각반 착용 시 하지부 피부온이 낮게 나타난 결과는 시판 각반의 압력이 혈류량에 미칠 정도의 수준임을 짐작케 한다. 綿貫, 三平(1987)의 연구에서도 하지부에 가해지는 압력이 증가할수록 하지부 피부온이 감소한다고 하였다.

특히, 발가락 끝 피부온은 각반 미착용 시의 경우보다 A, B타입 모두에서 시판 각반 착용 시가 더 낮아 각반의 착용이 피부혈류량에 영향을 미침을 명백히 보여주고 있다. 그러나 서열 스트레스 경감을 목

적으로 제작한, B타입의 개발 각반에서는 미착용시보다 발가락 끝 피부온이 오히려 낮게 나타나 개선의 필요성을 보여주었다. 이상의 결과를 통해 소재가 다른 각반의 종류가 전신의 피부온 분포에도 영향을 미침을 알 수 있다.

직장은온은 A타입의 경우, 시판 각반(Control A) 착용시에 가장 높았고, B타입의 경우, 시판 각반(Control B) 착용시에 가장 낮았다($p<.01$). 심박수는 A타입의 경우 각반의 종류 및 착용 여부에 따른 유의차를 나타내지 않았고, B타입은 시판 및 개발 각반 모두 미착용시에 비해 높은 값을 나타냈다($p<.01$). 각반 유형에 따라서는 유의한 차이를 보여 시판 및 개발 각반 모두 A타입 착용 시가 B타입 착용 시보다 심박수가 낮았고($p<.01$), 각반의 종류간에는 통계적 유의차를

보이지 않았다(Table 2). 직장은온은 일정한 경향을 보이지 않고, 심박수의 경우 동일한 유형에서 시판 각반과 개발 각반간에 차이를 보이지 않는 것으로 미루어, 직장은온과 심박수에서는 개발 각반의 영향이 일정하게 나타나지 않는 것으로 생각된다. 이는 각반의 피복면적이 다리의 일부분에만 해당되는 것으로 서로 다른 각반의 종류가 직장에까지 미치는 영향을 미치지 않고, 피부온의 조절만으로 체온조절이 이루어진 것으로 해석할 수 있다. 직장과온과 정의 상관관계를 가지는 심박수 또한 같은 이유로 설명할 수 있을 것이다.

3. 국소발한량 및 총발한량

착용한 각반의 종류에 따른 견갑 부위와 종아리 부

Table 2. Skin and rectal temperatures, heart rates according to the experimental conditions

	None	Control A	New A
T _{forehead} (°C)	35.30(0.5) ^a	35.64(0.6) ^c	35.54(0.4) ^b
T _{abdomen} (°C)	34.67(0.7) ^a	35.10(0.8) ^c	34.78(0.6) ^b
T _{arm} (°C)	34.94(0.6) ^b	34.86(0.8) ^a	35.00(0.6) ^b
T _{hand} (°C)	35.02(0.7) ^b	34.92(0.8) ^a	34.92(0.6) ^a
T _{thigh} (°C)	35.00(0.8) ^a	35.07(0.8) ^a	35.20(0.8) ^b
T _{leg} (°C)	35.54(0.9) ^a	35.51(0.9) ^a	35.77(0.9) ^b
T _{foot} (°C)	36.21(1.1) ^a	36.26(1.0) ^a	36.45(0.8) ^b
T _{toe} (°C)	36.22(1.5) ^a	36.15(1.5) ^a	36.56(0.8) ^b
T _{sk} (°C)	35.06(0.6) ^a	35.22(0.5) ^b	35.20(0.5) ^b
T _r (°C)	37.53(0.2) ^a	37.63(0.3) ^b	37.53(0.2) ^a
HR (beats/min)	90(12)	92(11)	91(15)
	None	Control B	New B
T _{forehead} (°C)	35.30(0.5) ^a	35.70(0.5) ^b	35.70(0.6) ^b
T _{abdomen} (°C)	34.67(0.7) ^a	34.83(1.1) ^b	34.69(0.9) ^a
T _{arm} (°C)	34.94(0.6)	34.98(0.8)	34.96(0.7)
T _{hand} (°C)	35.02(0.7) ^b	34.84(0.7) ^a	35.00(0.8) ^b
T _{thigh} (°C)	35.00(0.8) ^a	35.16(0.8) ^b	35.18(0.9) ^b
T _{leg} (°C)	35.54(0.9) ^a	35.73(0.9) ^b	35.89(0.9) ^c
T _{foot} (°C)	36.21(1.1) ^a	36.27(1.1) ^{ab}	36.37(1.2) ^b
T _{toe} (°C)	36.22(1.5)	36.11(1.9)	36.14(1.9)
T _{sk} (°C)	35.06(0.6) ^a	35.19(0.6) ^b	35.18(0.7) ^b
T _r (°C)	37.53(0.2) ^b	37.44(0.4) ^a	37.59(0.2) ^c
HR (beats/min)	90(12) ^a	93(10) ^b	96(12) ^c

$p<.01$

Values are mean (SE). Superscripts of each value mean group divided by ANOVA and Duncan's post hoc test ($a<b<c$).

위의 국소발한량은 다음과 같다. A타입의 경우, 견갑 부위의 발한량은 시판각반(Control A)이 $0.70\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$, 개발각반(New A)이 $0.64\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$ 였고, 종아리 부위의 발한량은 Control A가 $0.20\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$, New A가 $0.21\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$ 였다. B타입의 경우, 견갑 부위의 발한량은 시판 각반(Control B)이 $0.75\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$, 개발 각반(New B)이 $0.68\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$ 이었고, 종아리 부위의 발한량은 Control B가 $0.17\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$, New B가 $0.20\text{g}/12\text{cm}^2/\text{hr}$ 이었다(Fig. 2). 국소발한량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나, 시판 각반과 개발 각반에서 상이한 경향을 나타냈다.

본 결과를 통해 다음의 2가지 사실을 알 수 있다. 첫째, 더운 환경에서 운동 시 구간부(견갑 부위)의 발한량이 사지(종아리 부위)의 발한량보다 많다는 사실이다. 이러한 결과는 여러 선행연구들(염희경, 최정

화, 1992; Hertzman et al., 1957)에서도 이미 확인된 바 있다. 둘째, A타입과 B타입 모두에서 시판 각반이 개발 각반에 비해 견갑 부위에서는 오히려 발한량이 많고, 종아리에서는 발한량이 적다는 사실이다. 이는 특정 부위에 착의량이나 압력이 많아지면 그 반대쪽이 오히려 땀을 더 많이 낸다는 반측 발한 현상(최정화, 荒木勉, 1982; 緒方, 1973)이 일어났기 때문으로 생각된다. 즉, 시판 각반의 압력이 높아 반측 발한의 경향을 보인 것으로 생각되나 통계적인 유의성이 나타나지 않아 단언하기는 어렵다. 반측 발한 현상은 하반신 거들 착용 시의 선행연구(김현식, 최정화, 1987)에서도 조사된 바 있다.

이와 같은 이유로 통기성이 우수한 개발 각반 착용 시에 오히려 각반내 습도가 높은 사실 또한 설명될 수 있다. 즉, 반측 발한 현상으로 인해 개발 각반의 종아리 부위 발한량이 많아 이것이 각반내 습도의 증가에도 영향을 미친 것으로 볼 수 있기 때문이다.

총발한량은, A타입에서는 시판 각반(Control A)이 $110\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$, 개발 각반(New A)이 $120\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$ 이었고, B타입에서는 시판 각반(Control B)이 $113\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$, 개발 각반(New B)이 $120\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$ 이었다. 통계적으로 유의하지는 않았으나 A타입과 B타입 모두 개발 각반의 발한량이 더 많은 것으로 나타났다(Fig. 2). 총발한량에서의 이러한 결과는 개발 각반의 피복면적이 더 넓기 때문으로 생각된다. 선행연구에서도 어느 부위여라도 의복을 착용하면 발한이 증가한다고 하여(최정화, 荒木勉, 1982), 피복면적의 영향으로 설명될 수 있겠다.

4. 주관적 감각

한서감, 쾌적감, 습윤감, 압박감의 주관적 감각에서는 각반의 착용 여부 및 각반의 종류에 따른 통계적인 유의차가 나타나지 않았다(Table 2).

각반 미착용 시가 각반 착용시에 비해 주관적으로 덜 덥고, 덜 습하며, 더 쾌적할 것으로 기대하였으나, 그러한 경향만 보였을 뿐 유의한 차이가 없었다. 또한 통기성이 우수한 메시 소재와 소폭의 밴드를 이용한 개발 각반과 10cm 폭의 밴드로 이루어진 시판 각반의 비교 시에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과의 이유로 압박감이라는 요소 외에 더워라는 환경 요소와 운동의 요소가 더해진 점과, 실험 노출 시간(60분)이 다소 짧았던 점을 들 수 있다. 특히, 각반의 피복면적이 전신의 5~10%에 불과하고, 각반

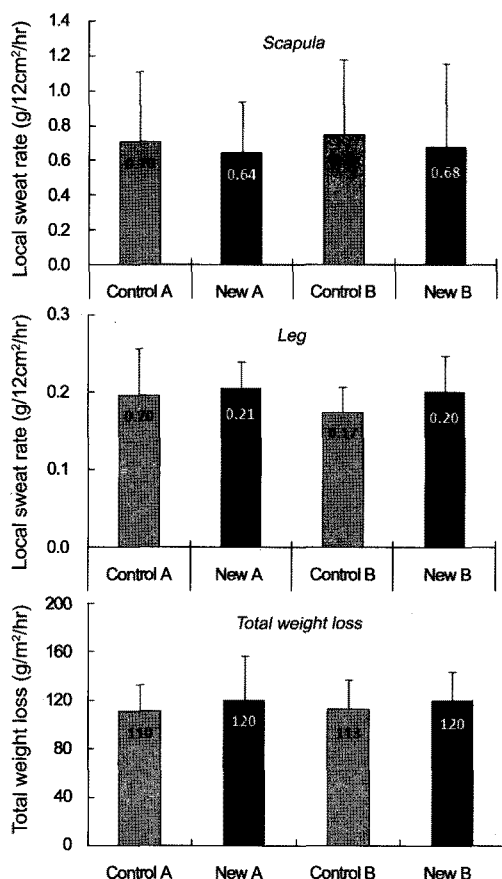


Fig 2. Local sweat rates and total weight loss according to the gaiters.

Table 3. Subjective sensations

		None	Control A	New A	Control B	New B
Thermal sensation	whole body	2.70 (1.1)	2.87 (1.3)	2.86 (1.0)	3.02 (1.1)	2.86 (1.0)
	ankle	1.96 (1.4)	2.27 (1.3)	2.28 (1.3)	2.43 (1.2)	2.34 (1.4)
Thermal comfort	whole body	1.70 (0.9)	1.76 (0.7)	1.75 (1.0)	1.92 (0.9)	1.89 (0.8)
	ankle	1.44 (0.9)	1.46 (0.9)	1.49 (1.0)	1.63 (0.9)	1.45 (1.0)
Wet sensation	whole body	1.79 (0.9)	1.96 (0.8)	2.00 (1.0)	1.90 (1.0)	2.21 (0.9)
	ankle	1.34 (1.0)	1.55 (1.0)	1.60 (1.1)	1.75 (1.0)	1.71 (1.1)
Pressure sensation		-	2.88 (0.8)	2.78 (0.6)	2.79 (0.8)	2.82 (0.7)

Values are mean (SE).

이 구간부를 감싸는 의복이 아니라 하퇴의 일부분을 감싸는 보호구에 해당하므로 사람의 주관적 감각이 미치는 영향이 상대적으로 적게 나타난 것으로 보여진다. 즉, 객관적인 데이터와는 달리 운동 및 높은 환경 온도의 영향으로 단시간 착용의 효과가 주관적 감각에까지 영향을 미치지 못했으나, 각반이 실제 작업 시에는 하루 종일 착용되는 보호구임을 고려하면, 장시간 착용 시에는 주관적 감각에도 영향을 미칠 것으로 생각된다.

한편, 여러 폭의 밴드를 이용하여 하지부의 압박감을 측정을 선행연구(綿貫, 三平, 1986)에서는 최소의 압박감을 느끼게 하는 밴드 폭이 7cm라고 하였다. 시판 각반의 경우 10cm의 폭일 뿐 아니라 발목 부위 전체를 감싸는 형태로서 주관적인 압박감에 미치는 영향이 크므로, 개선이 필요함을 알 수 있다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 더운 환경에서 산업용 각반의 착용에 따른 인체생리반응을 살펴보고, 시판 각반과 개발 각반 착용 시의 생리반응을 비교하는 것을 목적으로 하였다. 여름철에 각반의 착용으로 인해 유발되는 서열 스트레스를 경감시키기 위해 각반의 기능은 유지하면서도 시판 각반보다 통기성이 우수한 각반을 제작하였고, WBGT 30°C로 설정된 인공기후실에서 각반 미착용시, 시판 각반 2종, 개발 각반 2종의 총 5조건에 대한 피험자의 생리적, 주관적 반응을 평가하였다. 결과는 다음과 같다.

1) 각반내 온도는 A타입과 B타입 모두, 통기성있는 메시 소재와 소폭의 밴드를 이용한 개발 각반의 경우가 시판 각반보다 낮았고($p<.01$), 그 차이는 평균 1°C였다. 각반내 습도는 통기성있는 메시 소재와 소

폭의 밴드를 이용한 개발 각반(A타입, B타입)이 다리 부위만 피복되는 A타입의 시판 각반보다는 높고, 다리 부위와 발등 부위까지 피복되는 B타입의 시판 각반보다는 낮았다($p<.01$).

2) 각반 착용 부위에서 측정한 최외층 표면온도는 각반 미착용시에 낮고, 각반 착용 시에 높았다. 각반의 종류에 따라서는, A타입과 B타입 모두에서 통기성있는 메시 소재와 소폭의 밴드를 이용한 개발 각반이 10cm 폭의 압박 고무밴드로 구성된 시판 각반보다 최외층 표면온도가 낮게 나타났다($p<.01$).

3) 평균피부온은 각반 착용 시가 각반 미착용 시에 비해 평균 0.14°C 높았다. 각반 종류에 따른 부위별 피부온에서는 하반신 피부온의 경우, 10cm의 압박 고무밴드로 구성된 시판 각반이 통기성있는 메시 소재와 소폭의 밴드로 이루어진 개발 각반보다 낮았고, 상반신 피부온의 경우 시판 각반이 오히려 높게 나타났다($p<.01$).

4) 각반 착용에 따른 국소발한량은 구간부인 견갑 부위가 종아리 부위보다 많았다. 통계적 유의차는 보이지 않았으나, 10cm 폭의 압박 고무밴드로 구성된 시판 각반은 통기성있는 메시 소재와 소폭의 밴드로 구성된 개발 각반에 비해 견갑 부위의 발한량은 많고, 종아리 부위의 발한량은 오히려 적었다. 총발한량은 유의차는 인정되지 않았으나 시판각반이 개발각반에 비해 더 많았다.

5) 한서감, 쾌적감, 습윤감, 압박감의 주관적 감각에서는 각반의 착용 여부 및 각반의 종류에 따른 통계적 유의차가 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 더운 환경에서 시판 각반의 착용이 전신의 피부온 분포 및 발한량의 경향에까지 영향을 미침을 확인하였다. 통기성이 우수한 개발 각반의 착용이 착용자의 서열 스트레스 경감에 부분적으로

도움을 주는 것으로 나타났으나, 내구성 및 세탁 관리성 등을 고려한 후속연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김영숙. (1998). *한국복식문화사전*. 서울: 미술문화.
- 김현식, 최정화. (1987). Girdle 착용이 인체생리반응과 의복 기후에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 11(2), 57-67.
- 김효은, 함옥상. (1994). 동작과 치수에 따른 바디수츠의 의복. *한국인간온열환경학회지*, 1(2), 129-138.
- 염희경, 최정화. (1992). 의복형태에 따른 성인 여성의 발한 반응에 관한 연구. *한국의류학회지*, 16(4), 405-416.
- 이원자, 조혜진, 조진영. (2002). 기능성 팬티스타킹 착용 시 인체생리반응 및 주관적 감각 평가. *한국생활환경학회지*, 9(3), 238-244.
- 이종민. (1999). 피복효과면에서 본 발과 다리의 체온조절적 특성. *한국의류학회지*, 23(7), 956-970.
- 이종민. (2000). 서늘한 환경 노출 시 고탄력 팬티스타킹 착용의 온열생리적 효과. *한국의류학회지*, 24(5), 696-701.
- 최정화. (2006). *의복착용상태에서의 의복의 보온력 예측을 위한 보온력 지표 개발 연구*(최종보고서). 서울: 한국학술진흥재단.
- 최정화, 박준희. (2007). 여름철 건축현장 작업자의 작업복 착용 실태 및 작업환경에 관한 연구. *한국의류학회지*, 31(11), 1520-1529.
- 최정화, 荒木勉. (1982). 의복조건이 근육운동 시의 발한성에 미치는 영향에 관한 기초적 연구. *서울대 농학연구*, 7(1), 263-271.
- 緒方維弘. (1973). *適應—氣候風土の對する適應—*. 東京: 醫齒藥出版.
- 綿貫茂喜, 三平和雄. (1986). 下肢部と壓時の心理的特性の變化について. *生理人類學研究會會誌*, 5(1), 13-17.
- 綿貫茂喜, 三平和雄. (1987). 下肢部の局所的壓迫が皮膚溫および筋電位に及ぼす影響について. *生理人類學研究會會誌*, 6(2), 69-74.
- 神谷和男, 朝日丈尚, 樋口昭子, 齋藤伸行, 高水麻里, 野原明美, 吉田仁. (2005). 下肢ターニケット使用による体温變化—室温, 保温對策の影響—. *麻酔*, 54(2), 138-143.
- Crawshaw, L. I., Nadel, E. R., Stolwijk, J. A. J., & Stamford, B. A. (1975). Effect of local on sweating rate and sold sensation. *Pflügers Arch*, 354, 19-27.
- Hertzman, A. B., Dewitte, J. T., Hagen, G. A., Lucy, D. R., Sands, C. J., & Shields, T. F. (1957). Individual difference in regional sweating. *Journal of Applied Physiology*, 10, 242-248.
- Jeong, W. S. & Tokura, H. (1993). Different thermal conditions of the extremities affect thermoregulation in clothed man. *Eur J Appl Physiol*, 67, 481-485.
- Proctor, T. D. (1983). Research into equipment for protection against molten-metal splash. *Journal of Occupational Accidents*, 5, 59-74.
- Purvis, A. J. & Tunstall, H. (2004). Effects of sock type on foot skin temperature and thermal demand during exercise. *Ergonomics*, 47(15), 1657-1668.
- Rissanen, S., Oksa, J., Rintamaki, H., & Tokura, H. (1996). Effects of leg covering in humans on muscle activity and thermal responses in a cool environment. *Eur J Appl Physiol*, 37, 163-168.
- Watanuki S. & Murata, H. (1994). Effects of wearing compression stockings on cardiovascular responses. *Ann. Physio. Anthropol.*, 13(3), 121-127.