

양말 소재별 인체생리적 반응 및 주관적 감각평가

김 칠 순 · 정 명 희

경희대학교 의류디자인전공

Evaluation of Physiological Responses and Subjective Sensation in Different Sock Materials

Chil Soon Kim · Myunghee Chung

Dept. of Textile and Clothing Design, Kyung Hee University

(2001. 5. 29 접수)

Abstract

The purpose of this study was to determine the physiological responses and subjective sensation according to fiber content of socks. Six female students participated in the wear trial test which was conducted in controled environmental chamber with $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $60\pm 3\%$ R.H. SAS program was used for statistical analysis. The results of this study were as follows. Mean skin temperature was significantly different among three different socks. AWNP socks had the highest mean skin temperature and instep temperature. Also relative humidity in the microclimate of socks as well as heart rate were influenced by fiber content of socks. However, test of subjective sensation such as thermal, humid, comfort sensation showed that there was no significant difference among three different socks except thermal sensation during the exercise and recovery period.

Key words: fiber content of socks, skin temperature, heart rate, relative humidity, sensation;

양말의 섬유조성, 피부온, 심박수, 상대습도, 감각

I. 서 론

양말의 보급은 18세기에 일반화되면서 상류층에서 사용되는 호화로운 견직물의 사용이 흰색의 목면의 일반용으로 변하여 20세기에는 여러 가지 다양한 소재 및 디자인과 함께 의복의 일부분으로써 중요한 역할을 차지하게 되었다. 발부위의 쾌적감은 인체의 전체적인 쾌적감에 지대한 영향을 미치기

때문에 요즘 들어 발부위의 쾌적성과 위생성에 많은 관심이 고조되고 있다.

발을 포함한 사지부는 인체의 체열방산에 커다란 역할을 하고 있으며, 그 정도는 환경에 따라 다르게 나타난다. 綠川와 登倉¹⁾는 10°C 의 추운환경에서 족온기를 사용하였더니 가온부위의 피부온이 유의하게 상승하였는데, 이것은 족온기의 사용에 의해 열방산이 억제됨과 동시에 발부위의 동정맥문합이 차단되어 말초혈관의 단열성이 증가되었기 때문일 것

※ 이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하여 연구되었음. (1999-003-D00225)

이라고 제시하였다. 저온환경에서는 체온의 방산을 막기 위하여 말초혈관의 수축에 의한 피부온의 저하가 나타나는데, 특히 사지부의 피부온 저하는 매우 크다. 그러므로 추운환경에서 양말의 착용은 하지부, 특히 발의 피부온이 저하하기 때문에 표면적이 큰 발로부터 체열방산을 막기 위한 수단으로 이용된다. 발부위의 보온성을 유지하기 위해서는 합기율이 큰 양말을 착용하며, 신발의 착용시에는 내부공기층을 유지할 수 있도록 적당한 여유분이 있어야 한다²⁾. 또한 신발착용에 의해 나타나는 생리반응, 즉 체내의 열방산과 말초혈관의 상호작용에는 양말의 중간역할이 매우 중요하다. 더운 환경에서 발부위는 다른 피부면보다 수배에서 수십 배에 이르는 발한, 불감증설에 의하여 양말내 기후가 고온다습하게 되고, 지방, 표피의 박리에 의해 신체부위 중에서도 가장 오염이 심한 부위이므로 미생물의 번식도 용이하여 불쾌한 냄새를 내고, 양말 소재도 손상되기 쉬우므로 이러한 문제를 해결하기 위한 위생성과 항균성에 관한 선행연구도 보고되어 있다^{3~4)}.

또한 사지부의 체열방산은 의복의 착용방법에 의해서도 다르게 나타난다. Jeong & Tokura^{5~6)}는 한랭환경에 있어서 신체 구간부의 피복상태는 같게 하고 반소매와 반바지를 착용하여 사지부를 노출한 의복을 착용하였을 때가 사지부 전체를 피복한 의복을 착용하였을 때보다 직장온이 높게 유지되었다고 보고하였다. 그러나 사지부의 상하를 구분하지 않아 상지부와 하지부의 어느 부위가 더욱 영향을 끼쳤는지에 대한 의문점을 과제로 제시하였다. 그 후 정운선⁷⁾은 노출부위를 손, 발, 전완, 하퇴로 구분하여 상지부와 하지부의 노출에 의한 인체생리반응을 검토한 결과, 사지부 부위별 피복면적의 차이가 심부체온에 영향을 미치며, 특히 손보다는 발이 주어진 온열자극을 보다 정확하게 판정할 수 있으며 손과 발은 행동적 체온조절로서의 의미가 큰 부위임을 시사하였다. 平田 외 2인⁸⁾도 반소매, 반바지와 긴소매, 긴바지 등 사지부 노출에 의해 피복면적이 서로 다른 스포츠웨어의 착용에 의한 인체생리반응에서 사지부의 피부온 및 체온은 사지부를 감싼 의복의 경우가 높았으며, 피복면적이 다른 각종 스포츠웨어와 사지부의 온열생리학적특성의 차이와의

관계는 패적성에 중요한 인자임을 제시하였다.

한편, 양말의 패적성과 기능성, 고급성을 요구하는 소비자가 늘어남에 따라 양말의 형태와 소재에 관한 연구도 진행되고 있다. 김희은 & 권오경⁹⁾은 고온환경에서 일반양말과 발가락 양말을 착용한 경우의 인체생리반응을 실험한 결과, 운동시의 심부온 및 혈압, 맥박이 발가락 양말의 착용시가 더욱 높게 나타났으며, 그 원인으로 교감신경에 의한 피부혈관의 수축과 혈류량 변화에 따른 열교환을 지적하였다. 즉, 운동시에는 운동으로 인한 강제대류현상이 교감신경을 긴장시켜 피부혈관이 수축되고 따뜻한 피부정맥혈이 신체 심부에 보내져 심부체온이 상승하였으며, 양말 형태에 의한 발가락 사이에 생기는 압박감이 맥박, 혈압의 상승원인으로 추측하면서 양말 형태에 관한 인체생리학적인 연구의 중요성을 제시하였다. 양말의 고급화를 이루기 위해서 무엇보다도 양말 원사의 품질을 고려해야 한다^{10~13)}. 김칠순·이훈자·박명자¹³⁾는 스포츠 양말의 물리적 평가 및 주관적 평가를 통하여 발부위를 쾌적하게 하는 양말의 섬유조성, 편성구조에 대하여 비교검토하고 실켓가공에 따른 각 감각을 비교하여 보고하면서 인체착용 실험을 통한 인체생리반응의 측정이 필요함을 제시하였다. 中谷와 馬杉¹⁴⁾는 20°C의 저온환경에서 아크릴100%, 아크릴/울 각각50%, 울 100%인 3 종류의 high socks가 안정시 및 보행시의 체온조절에 미치는 영향에 대하여 검토하였다. 안정시에는 맨발의 경우 발부위의 피부온이 1시간에 약 7°C 하강하였는데, 양말 착용시에는 소재에 관계없이 일정한 피부온을 유지시켜, 양말 착용이 체온조절에 적당한 수단임이 확실하지만, 보행시에는 단열효과가 커서 땀을 발생하고 이로 인한 불쾌감을 지적하였다. 또한 소재별 보온성은 아크릴>울/아크릴>울 양말의 순으로, 쾌적한 보온효과를 필요로 하는 환경에서는 양말의 소재선택이 매우 중요함을 제시하였다. 이 연구는 신발을 착용하지 않은 상태에서의 결과이며, 신발을 착용한 밀폐된 발부위 환경에서의 단열효과는 더욱 클 것으로 생각된다.

최근 생활수준의 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 고조되고, 의류소재 기술의 발전에 따른 신소재 개발과 함께 다종다양한 양말의 시판과 병행하

여 위에서 서술한 바와 같이 많은 연구가 이루어지고 있음에도 불구하고, 양말의 소재별 착용에 관계한 인체생리반응의 연구보고는 거의 찾아볼 수 없는 현실이다. 그러므로 양말소재별 인체생리적반응 연구는 매우 필요하다고 생각된다. 따라서 본 연구는 보다 쾌적하고 기능적인 고품질 양말을 개발하기 위한 기초자료를 제공할 목적으로, 면양말, 아크릴/나일론 혼방 양말, 아크릴/울/나일론/폴리에스터 혼방양말에서의 인체생리적 반응 및 주관적 감각을 평가하고자 하였다.

II. 실험 방법

1. 피험자 및 실험의복

건강한 성인여자 6명으로, 피험자 모두 운동경력 5년 이상의 K대학 하키부 소속 선수들이다. 각 피험자의 신체적 특성은 Table 1과 같다. 실험중의 착의

상태는 면 100%의 동일소재에 긴소매, 긴 바지의 동일형태의 조깅복을 착용하였으며, 신발도 동일회사 제품의 동일한 소재와 디자인으로 통일하여 사용하였다. 속옷은 팬츠만을 착용하였다. 실험을 실행하는 시간은 피험자의 circadian rhythm의 영향을 최소화하기 위하여 동일 피험자에 한하여 동일한 시간으로 하였다. 실험은 11월에서 1월에 걸쳐, 각 소재별 2회씩 반복 실시하였다.

2. 실험양말

본 연구에서는 인터넷으로 가장 많이 사용되고 있는 양말소재를 조사한 후 대별하여 3가지를 선정하였고 시료에 관한 설명은 Table 2에 표시하였다. 실험용 양말은 실험실에서 24시간 이상 표준상태에서 방치한 후 사용하였으며, 편성방법과 모양을 동일하게 제어하였고 소재만 다르게 제작하였다.

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	B.S.A.* (m ²)	B.M.I.** (kg/m ²)	Shoes Size (cm)
E.M.	23	167	61.632	1.71	22.10	245
E.Z.	22	167	61.930	1.71	22.21	260
H.N.	21	163	61.431	1.68	23.12	245
J.M.	22	164	62.587	1.70	23.19	245
M.Y.	22	164	61.524	1.68	22.88	245
S.Z.	21	163	55.601	1.61	20.93	245
Mean	22	164.7	60.784	1.68	22.40	247.5
S.D.	0.75	1.86	2.573	0.04	0.86	6.12

*Body surface area = weight^{0.425} × height^{0.725} × 72.46

**Body mass index = weight/height²

Table 2. Characteristics of Samples

Sample No	Description	Dynamic absorbency(%)	Wickability (wale, course)	Termal Insulating Value	Thickness (leg, instep sole)	Weight(g) (pair)
C	100% cotton	58.7	6.5	19.6	1.14	39.2
			6.4		1.36	
					0.81	
AN	85% acrylic/ 15% nylon	51.3	0.5	55.2	1.44	41.94
			0.2		1.4	
					1.01	
AWNP	55% acrylic/20% wool/10% nylon/ 15% polyester	32.7	0.0	55.2	1.4	36.02
			0.0		1.44	
					0.83	

3. 인체생리적 반응 측정항목

1) 피부온

피부온은 thermistor(K730, TECHNOL SEVEN 日本社)를 사용하여 Hardy & Dubois의 7점식 측정법에 의해 이마, 가슴, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등을 측정하였으며, 평균 피부온 계산은 각 부위 면적의 안분비율에 의해 다음의 계산식을 이용하여 산출하였다.

$$\bar{T}_{sk} = 0.07T_{forehead} + 0.35T_{chest} + 0.14T_{forearm} + 0.05T_{hand} + 0.19T_{thigh} + 0.13T_{leg} + 0.07T_{feet}$$

한편, 발부위의 피부온을 좀 더 세밀하게 측정하기 위하여 발의 중앙부위인 발등 이외에도 엄지 발가락 위와 발 뒷부위에 sensor를 각각 하나씩 더 부착시켰다.

2) 양말내 습도

의복내 습도 sensor(日本 SHINYUL社)를 사용하여 발등 부위에서 측정하였다. 피부온과 양말내 습도는 30초 간격으로 측정하였으며, 측정값은 자동적으로 컴퓨터에 보존되어 MonK730 분석 시스템에 의해 엑셀값으로 나타내었다.

3) 심박수

심박수는 운동전후 안정기와 운동종료후 회복기에는 전자 손목 혈압계(EW280P-s, 日本 National社)를 사용하여 측정하였으며, 운동 중에는

Treadmill(7600, 미국 Trim Line社)에 부착된 자동 맥박계를 사용하여 2분 간격으로 측정하였다.

4) 양말내 수분흡습량 및 체중감소량

양말내 수분흡습량은 전자천칭(E14130, 精度0.01g, max=410g, 미국OCHAS社)을 사용하여 운동전후 양말의 중량차에 의해 계산하였으며, 체중감소량은 전기식 지시저울(D-71458, 精度0.001g, 독일 Mettler-Toledo社)을 사용하여 운동전후의 체중 중량차에 의해 계산하였다.

5) 주관적 감각측정

온열감은 일본공조학회 온열감 소위원회 및 ASHRAE의 7단계 척도를 참조하여 본 연구자가 수정 보완하여 9단계, 습윤감은 7단계, 쾌적감은 7단계로 평가하였으며 Voting Scale을 Table 3에 표시하였다. 감각은 운동전에 1회, 운동시작에서 회복기까지 10분 간격으로 5회 측정하였다.

4. 실험순서 및 실험디자인

피험자는 환경온 26±1℃, 상대습도 60±3%의 인공기후실에 입실하여, 조깅복으로 갈아입은 후 체중을 측정하고 의자에 앉은 자세로 안정을 취하였다. 안정을 취한 자세에서 각종 측정센서를 부착하고 측정 직전에 양말과 신발을 착용한 후 안정기의 측정에 들어간다. 전체 안정기는 30분이며, 운동개시 5분전부터 측정에 들어갔다. 운동은 트레드밀을 사용하여 speed를 3 mile/hr로 운동수준을 조절하고 도보운동을 30분간 실시하였으며, 운동 후 20분간의 회복기를 통해 모든 실험을 종료하였다. 실험직후 체중을 측정하고, 양말을 벗은 후 폴리지퍼백에 봉한 후 양말무게를 측정하였다. 실험순서는 Fig. 1에 자세하게 나타내었다.

양말착용순서는 착용순서가 실험 결과에 미칠 영향을 최소화하기 위하여 난괴법(Randomized Block Design)으로 디자인하여 한 피험자가 3가지 양말을 모두 신어 볼 수 있고 2번씩 반복실험을 수행하여 총 6번씩 실험을 하였다. 또한 한종류의 양말에 관하여 6명이 실험에 참여하였고 1인당 2번씩 반복실험을 행하였다.

Table 3. Scale of Subjective Rating

Thermal Sensation	Wet Sensation	Comfort Sensation
9 very hot	7 very Wet	7 very comfortable
8 hot	6 very Wet	6 very comfortable
7 warm	5 slightly Wet	5 slightly comfortable
6 slightly warm	4 neutral	4 moderate
5 neutral	3 slightly dry	3 slightly uncomfortable
4 slightly cool	2 dry	2 uncomfortable
3 cool	1 very dry	1 very uncomfortable
2 cold		
1 very cold		

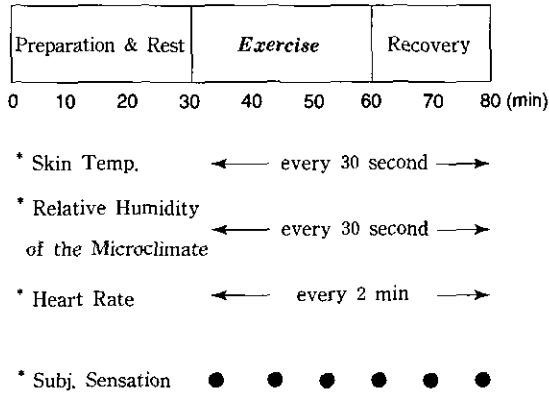


Fig. 1. Experimental Schedule

5. 통계분석

양말소재별 인체생리적 반응의 차이를 확인하기 위하여 SAS 통계패키지를 사용하여 분산분석을 실시하고 분산분석후 어떠한 차이가 있는지를 확인하기 위하여 던컨평균비교검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 피부온

1) 평균피부온

분산분석을 실시한 결과를 Table 4에 표시하였는데 $\alpha=0.01$ 수준에서 양말소재에 따라 평균피부온이 유의한 차이가 있음을 확인하였다. 또한 던컨 평균비교검정을 실시한 결과 각 소재별로 서로 달랐으며 전체 실험기간의 평균값이 AWNP>C>AN 양말 순으로 나타났다. AWNP양말은 아크릴/울/나일론/폴리에스터 혼방양말이며 여기서 보온성이 큰 울이 함유되어 피부온이 높은 것으로 생각되었다. C는 100% 면양말이며 AN은 아크릴과 나일론 혼방양말이다. 서로 다른 양말 착용후 평균피부온의 결과를 비교하기 위하여 Fig. 2에 나타내었다. 평균피부온은 안정기, 운동기, 회복기 동안에 세 양말 모두 비슷한 경향을 나타내고 있다. 즉, 운동전 안정기에는 약간의 상승을 보였으나, 운동과 더불어 급상승하여 운동시작 10분을 전후하여 평균피부온의 최대치를 나타낸 후 서서히 하강하였다. 운동종료와 함께 평균

Table 4. Results of Duncan's Multiple Range Test for Variable

	Duncan's Multiple Rang		Anova p value
	Grouping	Mean	
Mean skin temp., °C	AWNP ^a	34.05	0.0001
	C ^b	33.35	
	AN ^c	33.69	
Instep temp., °C	AWNP ^a	34.04	0.0001
	C ^b	33.75	
	AN ^c	33.69	
RH inside socks, %	AN ^a	68.72	0.0004
	AWNP ^a	68.21	
	C ^b	67.14	
Heart Rate, beats/min	AWNP ^a	88.37	0.0001
	AN ^b	87.14	
	C ^c	84.39	

*Note. With regard to a, b, c, letters, the same letters are not significantly different.

피부온은 급하강하였으며, 운동종료 2~3분 후부터 다시 상승하는 경향을 나타내었다. 양말소재별 차이를 보면 AWNP양말에서 평균피부온이 다른 양말에 비해 약 0.3~0.6°C 높았으며, 그 다음으로 C, AN순으로 나타났다. 운동중의 각 소재별 평균피부온을 보면 AWNP는 약 34.6°C, C는 약 34.2°C, AN는 약 33.6°C로 안정기보다 약 0.6°C~0.8°C의 상승치를 나타내었다.

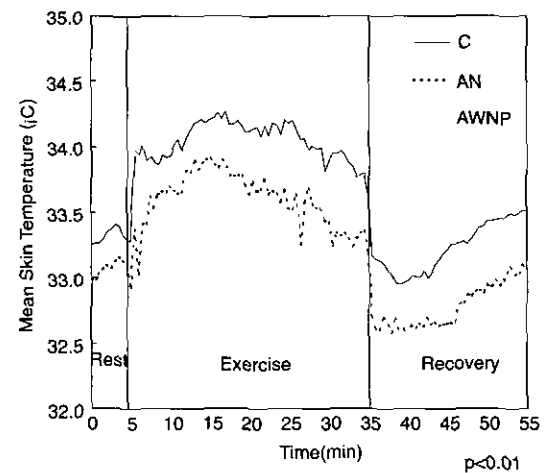


Fig. 2. Mean skin temperature in three different socks

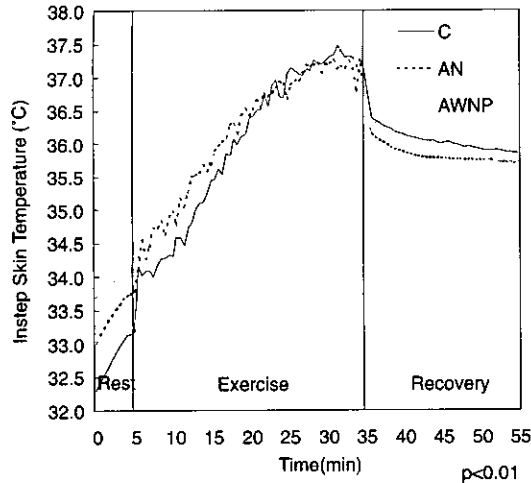


Fig. 3. Local skin temperature in the instep area of three different socks

2) 발등은

발부위 국소피부온은 발가락, 발등, 발뒤꿈치의 서로 다른 3가지 부위를 측정하였고 그 값을 비교한 결과 모두 비슷한 경향을 나타내어, 본 연구보고에서는 발등(instep)부위의 피부온만을 대표치로 Fig. 3에 나타내었다. 실험전체기간의 결과를 통계분석 결과(Table 4) 3가지 양말 소재에서 $\alpha=0.01$ 수준에서 유의한 차이가 있었고, 던컨 평균비교검정결과 3가지 양말 모두 서로 상이한 발등온도로 $AWNP > C > AN$ 순으로 나타났다. 그러나 각 단계별로 보면 안정기에는 $AWNP > AN > C$ 순으로 소재별 차이가 명확하게 나타났으나, 운동과 더불어 소재별 차는 서서히 좁혀져 운동 후에는 양말 소재에 따른 피부온의 차이는 좁혀졌다. 운동중의 최대치는 $AWNP$ 가 $37.5^{\circ}C$, AN 양말이 $37.3^{\circ}C$, C 가 $37.8^{\circ}C$ 로써 안정시보다 약 $4^{\circ}C$ 의 높은 상승치를 나타낸 반면, 운동종료 후 회복기의 피부온은 운동시보다 약 $1^{\circ}C$ 정도 하강하여 평균 약 $36^{\circ}C$ 로 운동전의 안정기보다 높은 수치를 나타내었다.

2. 양말내 습도

Fig. 4는 양말내 습도의 결과이다. 분산분석을 실시한 결과(Table 4) $\alpha=0.01$ 수준에서 소재별로 유의한 차이를 나타내었다. 던컨 평균비교검정결과 전

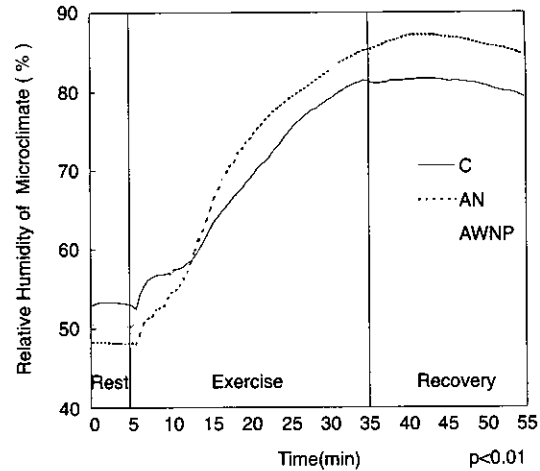


Fig. 4. Relative humidity of the microclimate in three different socks

체적으로 AN 과 $AWNP$ 양말의 경우가 같은 경향을 나타내었고 C 양말은 이 두 양말과 차이를 보였으며 ($AN=AWNP > C$), 이들의 전체적인 평균값은 AN 은 68.72% , $AWNP$ 는 68.21 , C 는 67.14% 를 나타내었다. 실험시간별로 살펴보면 운동전 안정기의 각 소재별 습도는 C 53% , $AWNP$ 50% , AN 48% 로 소재별 차이를 나타내었다. 운동중의 습도는 계속하여 증가하였으며, 특히 $AWNP$ 양말에서의 증가가 현저하였다. 운동종료직전의 각 소재별 습도를 보면 C 는 81.4% , $AWNP$ 는 84.8% , AN 은 85.3% 로써, 운동직후보다 C 는 약 26% , $AWNP$ 는 약 37% , AN 은 약 45% 의 증가치를 나타내었다. 양말내 습도의 상승 경향은 운동종료 후 약 5분 동안 계속 나타났으며 그 후 서서히 하강하였다.

3. 심박수

통계분석결과(Table 4) $\alpha=0.01$ 수준에서 소재에 따라 유의한 차이가 있음을 확인하였고 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 던컨 평균비교검정결과 전체적으로 3가지 양말 모두 서로 다른 반응을 나타내었고 $AWNP > AN > C$ 양말 순으로 심박수가 높았다. 각 실험단계별로 살펴보면 운동전 안정기의 심박수는 C 양말의 경우 65회/분, AN 양말은 67회/분, $AWNP$ 는 71회/분을 나타내었다. 운동개시 2분 후에는 3조

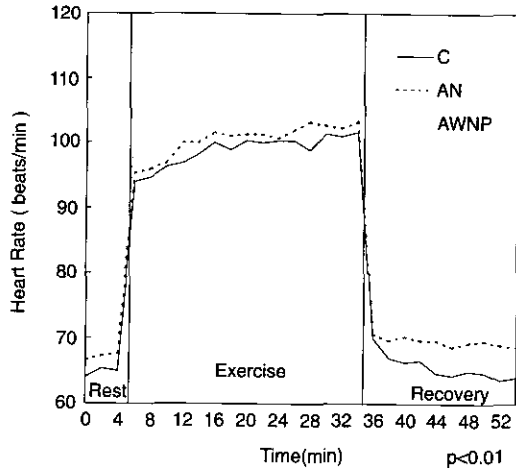


Fig. 5. Heart rate in three different socks

건 모두 약 30회/분 이상의 현저한 증가치를 나타내었다. 운동종료직전의 심박수는 C양말은 102회/분, AN양말은 103회/분, AWNP양말은 110회/분로 안정기와 비교할 때 C양말은 37회/분, AN양말은 36회/분, AWNP양말의 경우 39회/분 증가하였다. 운동종료회복기의 심박수는 운동종료와 함께 크게 감소하여 안정기 수준의 회복을 나타내었다.

4. 양말내 수분흡습량 및 체중감소량

Fig. 6은 운동전후 양말의 중량차에 의해 계산한

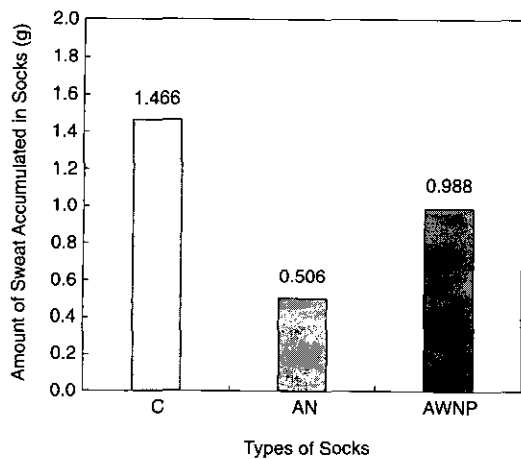


Fig. 6. Amount of sweat accumulated in socks with different fiber

양말내 수분흡습량의 결과이다. $C > AWNP > AN$ 으로 소재별 차이를 나타내었으며(Table 4), 이중 C의 수분흡습량은 AN의 2.9배, AWNP의 1.5배로 현저하게 높았다. Table 2의 물성평가결과가 보여 주듯이 흡습성이 매우 우수한 C양말의 경우 실제 양말 착용했을 때 다른 소재로 된 양말보다 인체로부터 가장 많은 수분을 흡수하고 있음을 확인 할 수 있었다. Fig. 7은 운동전후 체중의 중량차에 의해 계산한 체중감소량의 결과로 양말내 수분흡습량의 결과와 같은 경향을 나타내었으나, 소재별로 뚜렷한 차이는

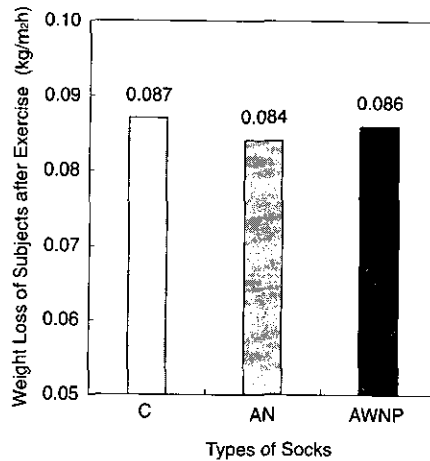


Fig. 7. Weight loss of subjects after exercise in socks with different fiber content

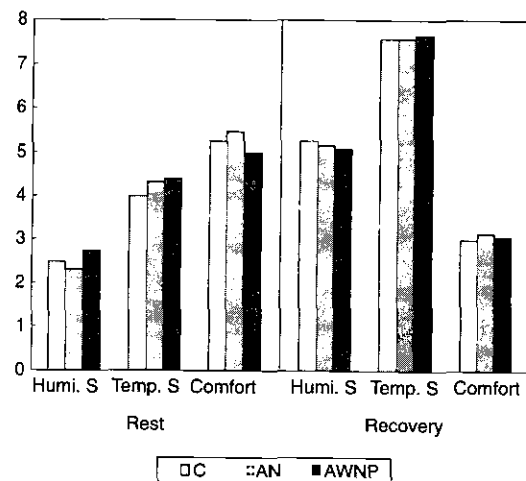


Fig. 8. Evaluation of subjective sensation

소재별로 유의한 차는 보이지 않았다.

5. 주관적 감각

주관적 감각평가에서는 안정기, 운동기, 회복기에 측정되었는데 통계처리 결과 운동중의 온열감은 $p=0.06$ 을 나타내어 $\alpha=0.05$ 수준에서는 유의하지 않지만 $\alpha=0.1$ 수준에서 소재간 유의한 차이가 있었다. 회복기에서는 온열감이 $p=0.03$ 을 나타내어 $\alpha=0.05$ 수준에서 양말소재간에 유의한 차이가 있었다. 그러나 다른 감각들은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 운동중의 감각은 정확히 측정하기 어려웠던 점을 감안하여 안정기와 회복기의 감각평가의 결과만을 Fig. 8에 나타내었다.

IV. 결 론

본 연구를 통하여 피복면적이 적은 발부위에 있어서도 양말소재의 차이가 발과 양말과 신발 사이의 의복내기후를 변화시키는 요인으로 작용하여 인체생리반응이 다르게 나타났음을 확인하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균피부온, 발등의 피부온은 $\alpha=0.01$ 수준에서 실험기간동안 양말의 섬유조성성분에 따라서 유의한 차이가 있었고, 소재별 평균피부온과 발등온은 $AWNP > C > AN$ 순으로 나타났다.
2. 양말내 미세기후에서 상대습도는 $\alpha=0.01$ 수준에서 소재별로 유의한 차이를 나타내었고, $AWNP = AN > C$ 양말 순으로 $AWNP$ 양말의 경우 상대습도가 가장 높았다.
3. 심박수에서도 $\alpha=0.01$ 수준에서 소재에 따라서 유의한 차이가 있음을 확인하였고 $AWNP > AN > C$ 양말 순으로 높게 나타났다.

이와같이, 양말의 소재 종류가 평균피부온, 양말내 습도, 심박수에 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 양말의 각 소재별 차이는 의복내습도의 변화 요인으로, 그로 인한 평균 피부온과 심박수의 결과의 차이는 발부위의 생리반응이 체간부에도 영향을 미치고 있음을 시사하는 것으로 추측된다. 특히, $AWNP$ 양말 착용시의 발부위의 피부온과 심박수는 다른 소재보다 높았으며 양말내 습도도 운동과 함께 다

른 소재에 비하여 크게 증가하였다. 이것은 $AWNP$ 양말이 다른 소재에 비하여 보온성이 더 크고 수분 침지력이 낮게 나타난 물성실험결과로부터, 운동에 의하여 방출된 발 부위의 에너지를 발산시키기 어려워 발부위의 말초혈관이 확대되고 피부혈류량이 증가하여 피부온이 높게 나타났으며, 피부혈류량의 증가가 심장의 혈액순환을 감소시켜 1회 박출량이 저하되어 심박수가 증가되었을 것으로 추측되었다. 또한 운동에 의한 발한량이 증가함에 따라서 수분 침지력이 나쁜 $AWNP$ 양말소재의 경우 양말내부로부터 수분이 외부로 방출되기 어려워 양말내습도가 높게 나타난 것으로 사료되었다.

최근 의류소재의 개발은 섬유, 직물의 열, 수분특성에 주력하여, 현재는 다수의 소재를 이용한 신제품들이 나오고 있다. 이와 병행하여 신체 활동의 쾌적성에 관하여 피복의 착의 조건의 중요성에 관한 연구는 다수 보고되어 있으나, 양말과 같은 국소적 부위에 관한 연구 사례는 거의 찾아볼 수 없는 실정이다. 본 연구에서는 양말에 소재별 인체 생리적인 반응의 차이를 확인하고자 하였다. 양말의 적절한 보온효과는 신체의 혈액순환을 원활하게 하여 위생상, 건강상 유의하게 작용하지만 운동시 양말의 착용과 함께 형성되는 발 부위의 환경은 대부분 고온 고습이다. 그러므로 과도한 보온력은 인체생리반응의 불균형을 발생시키고, 교감신경을 자극하여 불쾌감과 스트레스의 정신적 부담과 혈류방해로 인한 부종 등의 현상을 주어 작업능률의 저하, 나아가서는 건강 장애에도 영향을 미칠 수 있을 것이다. 따라서 보다 쾌적하고 기능적인 양말설계를 위하여 보다 많은 향후 연구가 필요하다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 綠川知子, 登倉尋實, 寒冷環境下における足温器使用が體温調節反應に興える影響, 日本衣類學會誌, 37(2), 19-27, 1994.
2. 中橋美智子, 吉田敏一, 新しい衣服衛生, 改訂第2版, 南江堂, 1997.
3. 정희근·최정화, 여름양말의 위생성과 쾌적성에 관한 연구, 한국의류학회지, 20(1), 98-112, 1996.

4. 박명자 · 김칠순, 각종 편성소재에 따른 스포츠양말의 위생성과 형태안정성에 관한 연구, 복식문화학회, 7(5), 165-176, 1999.
5. Jeong W. S. & Tokura H., Effects of wearing two different forms of garment on thermoregulation in men resting at 10°C, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57, 627-631, 1988.
6. Jeong W. S. & Tokura H., Effects of wearing two different types of clothing on body temperatures during and after exercise, *Int. J. Biometeor.*, 33, 77-81, 1989.
7. 정운선, 사지말초부의 피부면적이 쾌적성과 체온조절 반응에 미치는 영향, 한국의를학회, 18(2), 163-169, 1994.
8. 平田耕造 · 増田芽子 · 湯谷操, 身體活動時の快適性とスポーツウェア, *デサントス ポーツ 科學*, 12, 12-32, 1991.
9. 김희은 · 권오경, 2종류의 양말착의행동이 인체생리반응에 미치는 효과, 한국의를학회, 23(2), 242-249, 1999
10. Davis, J. A., A study to determine the relative absorbability and wicking effect of certain major sock material on perspiration of the human foot, *Journal of the American Podiatry Association*, 65, 1051-1057, 1975.
11. Morris, M., Prato, H. & White, N., Relationship of fiber content and fabric properties to comfort of socks, *Clothing and Textile Research Journal*, 3(1), 14-19, 1984.
12. Pontrelli, G. J., Partial analysis of comfort, Gestalt, in N. R. S. Hollies & R. F. Goldman Eds., *Clothing Comfort: Interaction of thermal, ventilation, construction, and assessment factors*, Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers, 71-80, 1977.
13. 김칠순 · 이훈자 · 박명자, 스포츠양말 소재의 물성 및 운동시 양말의 착용감 분석, 한국의를학회지, 24(8), 1115-1124, 2000.
14. 中谷和 · 馬杉一重, 安靜時および歩行時の 温調節に及ぼすソックスの影響, *日本衣類學會誌*, 29(2), 22-29, 1986.