〔보 문〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 23, No. 2 (1999) p.242~249

2종류의 양말착의행동이 인체생리반응에 미치는 효과

김 희 은* · 권 오 경

*경북대학교 의류학과, 경일대학교 의상디자인학과

Effects of Two Different Kinds of Socks on Physiological Responses

Hee Eun Kim* · Oh Kyung Kwon

*Dept. of Clothing and Textiles, Kyungpook National University
Dept. of Clothing and Design, Kyungil University

(1998. 10. 29 접수)

Abstract

The purpose of this study was to investigate two different kinds of socks on physiological responses at an ambient temperature of 35±1℃ and relative humidity of 50±5%. Five healthy women wearing normal socks or toes socks, participated as the subjects. Rectal temperature, skin temperatures, sweat rate, blood pressure, pulse rate and questionnaire were measured. Rectal temperature and mean skin temperature were lower after exercise at wearing toes socks. Sweat rate was higher at wearing normal socks and blood pressure and pulse rate were tend to higher at wearing toes socks. Thermal comfort, temperature sensation and humidity sensation were better wearing toes socks than wearing normal socks but wearing comfort was better at wearing normal socks. These results will be discussed from the viewpoint of thermoregulation, AVA(Arterio Venous Anastomosis), and count current heat exchange.

Key words: toes socks, thermoregulation, AVA(Arterio Venous Anastomosis), count current heat exchange; 발가락 분리형 양말, 체온조절, 동정맥문합, 대향류 열교환

I. 서 론

인체의 사지부는 환경온의 변화에 따라서 피부혈관을 축소 또는 확장시켜 혈류량을 조절하여 체온을 일정하게 유지할 수 있도록 한다. 인간의 신체중에서 사지부는 체열방산에 있어서 큰 역할을 하고 있으며 특히, 피부에는 모세혈관이외에도 동정맥문합(Arterio Venous Anastomosis, AVA)이 있어 피부에서의 열수송에 중요한 역할을 하고 있다(中山, 入來, 1987).

사지부와 체온조절반응과 관련된 연구로, 정운선(1994)은 사지부의 노출면적이 가장 큰 의복을 착용했을 때에 구강온과 직장온이 가장 높게 유지된다고 보고하였으며, 체열방산에서 중요한 역할을 하는 하지부에 대한 연구로 綠川와 登倉(1994)은 한냉환경하에서 足溫器의 사용에 따른 체온조절반응을 조

※ "이 연구는 '96년도 경북대학교 공모과제 연구지원에 의한 것임"

사하여, 심부온의 하강이 늦어진다는 결과를 얻었다. Kawabata와 Tokura(1993)는 신발의 소재차이에 따른 생리반응을 조사하였는데 매쉬형 운동화가 일반형 운동화에 비해 보행시의 심부온을 낮게 유지시켜 주는 효과가 있다고 보고하였다. 한편, 綠川와 登倉(1995)은 신발의 형태, 정영옥과 박신정(1995)은 신발의 종류에 따른 실험결과를 발표하였다. 발에 관한 연구로 일본의 土肥(1990)는 유아용 운동화설계를 위한 발의 형태를 계측하였고, 국내에서는 문명옥(1994)이 발의 형태 분석을 위한 군집분석을 하였다.

발은 우리 몸의 체중을 떠받치고 있으며 보행시의 충격을 흡수하며 발가락을 이용하여 몸을 앞으로 추진시켜 주는 역할을 하고 있다. 발을 감싸는 의복으로서의 양말은 발의 땀을 흡수하여 항상 쾌적한 상태를 유지할 수 있게 도와주며, 이와 더불어 발을 둘러쌈으로써 물리적인 힘에 의한 상해(傷害)로부터 발을 보호하기도 한다.

양말은 장식상의 목적 또는 발의 보온, 피부부호, 청결등의 위생상의 목적으로 착용하는 경우가 많으며 발바닥은 발한·불감증설이 많고 그 땀량은 일반 피부면의 수배에서 수십 배에 이르고 또, 지방, 표피의 탈락에 의해 신체부위중 가장 오염이 심한 곳으로 알려져 있다. 이 때문에 습기가 차기 쉽고 미생물의 번식이 용이하며 불쾌한 취기가 있으며 열전도율이 커지고 방한 능력이 저하한다. 한냉기에는 하지부 특히 발의 피부온이 저하하기 때문에 표면적이 큰 발에서 체열방산을 막기 위한 수단으로 양말이 이용된다.

신발의 형태에 따른 보온효과, 작업능률 및 인체생리 반응에 관한 연구결과는 많이 발표되고 있으나, 양말의 형태에 관한 연구는 거의 없는 실정이며, 양말의 형태에 따라서도 다양한 인체반응이 나타날 것이며 이러한 연구를 기초로 하여 양말이 건강 증진에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 양말의 형태에 따른 인체의 온열생리적 반응을 조사하는 것을 목적으로하여 일상생활에서 이용되고 있는 2가지 형태 즉 일반형 양말과 발가락 분리형 양말의 착용실험을 실시하여 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 실험 방법

1. 피험자

피험자는 건강한 성인여자 5명으로 선정하였으며, 그들의 신체적 조건은 Table 1과 같다. 실험시각과 생리주기에 따른 피험자들의 체온의 변화에 따른 효과를 배제하기 위하여 실험은 동일한 시각과 동일한 생리주기에 실시되었다. 피험자에게는 실험전 24시간 동안에는 음주와 과격한 운동을 피하도록 하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subject	Age	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m^2)
S1	23	162	49	1.450
S2	29	158	47	1.400
S3	25	159	48	1.419
S4	25	160	45	1.385
S5	22	158	46	1.387
Mean	24.8	159.4	47	1.408

2. 측정항목

심부온, 피부온, 발한량, 혈압, 맥박, 주관적 감각을 측정하였다.

심부온으로 직장온을 측정하였는데, 직장온 센서에 비닐커버를 씌우고 자이로카인 젤리를 발라 직장내 12cm정도 삽입한 후 서지컬테이프로 고정시켰다.

피부온은 Ramanathan의 4점식 측정법을 이용하여 가슴, 상완, 대퇴, 하퇴부에 thermistor를 이용하여 측정하였으며, 평균 피부온 계산은 다음의 계산식을 이용하였다(中橋 외, 1997).

$$\overline{T}_{sk} = T_{trunk} \times 0.3 + T_{arm} \times 0.3 + T_{thigh} \times 0.2 + T_{leg} \times 0.2$$

양말내의 피부온을 조사하기 위해 발등에 또하나의 센서를 부착시켰고, 온도는 Squirrel Meter Logger(1250 series Remote Squirrel meter/logger, 영국 Grant社)에 1분 간격으로 저장하여 컴퓨터로

Table 2. Scale of subjective rating

Temperature Sensation	Humidity Sensation	Themal Comfort	Wearing Comfort
+3 hot	+3 too wet	+4 very uncomfortable	+4 very uncomfortable
+2 warm	+2 wet	+3 uncomfortable	+3 uncomfortable
+1 slightly warm	+1 slightly wet	+2 slightly uncomfortable	+2 slightly uncomfortable
0 neutral	0 neutral	+1 comfort	+1 comfort
−1 slightly cool	−1 slightly dry		
−2 cool	−2 dry		
−3 cold	−3 too dry		

Table 3. Characteristics of knitted fabrics for socks

Sample	Material	Knit structure	Fabric density (CPI×WPI)	Yarn count (Ne)	Areal weight (g/cm^2)	Thickness (mm)	Moisture regain (%)	Moisture permeability* (g/m^2h)	Weight (g/piece)
Normal Socks	cotton 100%	purl stitch	25×21	12'S	0.025	0.98	6.4	267	25.542
Toes Socks	cotton 100%	purl stitch	25×21	12'S	0.025	0.98	6.4	267	26.411

*KSK 0815 투습성시험법(증발법)

변환시켜 엑셀값으로 나타내었다.

발한량은 여과지법(田村, 1997)을 이용하여 측정(College B303, 精度 0.01g, 스위스METTLER TOLEDO社)하였으며 여과지의 크기는 3cm×4cm로 하였고 측정부위는 좌우상완, 우측대퇴부로 하였다. 운동전후에 혈압과 맥박을 측정(Electronic Blood Pressure Meter, EW 278 DC6V, 일본 National社)하였으며, 온냉감, 습윤감, 쾌적감, 양말 착용감등의 주관적 감각을 Table 2의 Voting Scale을 이용하여 측정하였다.

본실험에서 얻어진 각 시간별 대응되는 피험자 개개인의 두조건별 값은 T−test로, 각 구간별 두조건의 평균값은 ANOVA로 통계적 분석을 하였다.

3. 실험순서

피험자는 30℃의 전실에서 면100% 소재의 반소매 T−shirts와 면100% 소재의 반바지로 갈아입은 후, 각종 측정센서를 부착하였다. 직장온이 안정될 때까지 전실에서 의자에 앉아 안정을 취한 후 Fig. 1에 표시한 형태가 다른 2종류의 양말을 실험스케줄에 맞추어 착용한 후 환경온 35±1℃, 습도 50±5%RH의 인공기후실에 입실하였다.

실험용 양말로는 소재는 동일하나 서로 형태가 다른 양말 즉, 일반형 양말과 발가락이 분리된 형태의 양말을 사용하였으며, 양말 소재의 물리적 특성은 Table 3에 표시하였다. 실험에 앞서 실험용 양말들은 모두 2회 세탁하여 항온실에서 48시간 방치한 후 사용하였으며 양말 착용 순서가 실험 결과에 미칠 영향을 최소화하기 위해 실험순서는 랜덤으로

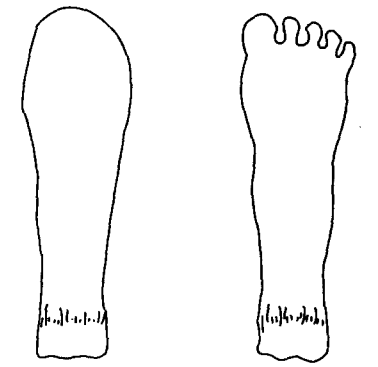

Fig. 1. Experimental socks

정하였다.

인공기후실에 입실하여 20분간의 휴식(Rest Ⅰ)을 취한 후, 높이 14cm의 계단 오르내리기를 52회/분의 강도로 20분간 실시(Exercise)하고, 다시 20분간의 휴식(Rest Ⅱ)을 취하는 동안 직장온, 피부온은 매1분단위로 기록하였으며, 혈압, 맥박, 주관적 감각 등은 Rest Ⅰ, Exercise, Rest Ⅱ의 마지막에 측정하였으며, 발한량은 입실중의 전체 발한량을 측정하였다.

실험순서는 Fig. 2에 자세하게 표시하였다.

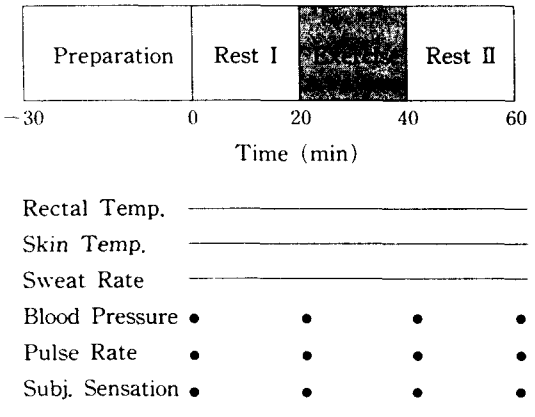

Fig. 2. Experimental schedule.

Ⅲ. 결 과

1. 직장온

본 실험에서는 심부온으로서 직장온을 측정하였는데, Fig. 3은 입실시점을 기준으로 한 직장온의 변화를 나타낸 것이다. 입실후 Rest Ⅰ기간 중에 일반형 양말은 발가락 분리형 양말보다 1%미만의 유의차 수준에서 높은 직장온을 유지했으나, 입실 20분 후 운동을 시작하면서 2형태의 양말 모두에서 급격한 상승을 보였다. 이때 발가락 분리형 양말 착용시가 일반형 양말 착용시보다 직장온의 상승개시시각이 빨랐으며 계속해서 높은 온도를 유지하였다 ($P<0.01$). Rest Ⅱ에서는 발가락 분리형 양말 착용시에 다소 하강하는 경향을 보였고 일반형 양말 착용시에는 Exercise의 최후의 값을 그대로 지속하는 경향을 보였다. Rest Ⅰ, Rest Ⅱ에서는 일반형 양말 착용시에, Exercise에서는 발가락 분리형 양말 착용시에 더 높은 직장온을 나타내고 있다.

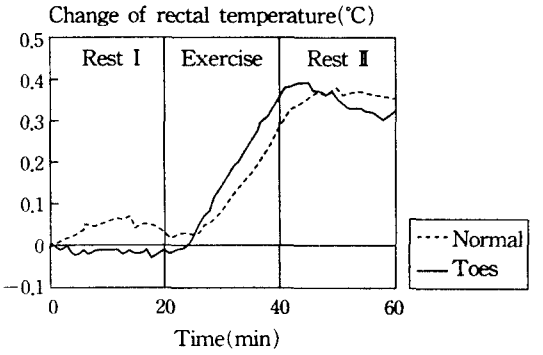

Fig. 3. The change of rectal temperature in "Normal" and "Toes" conditions. 0 at the abscissa is the time when the subject entered the chamber. Dotted line : Normal Socks, Solid Line : Toes Socks.

2. 피부온

평균피부온은 35℃의 환경에서 실험이 이루어졌으므로 입실후 Rest Ⅰ에서 발가락 분리형 양말착용시나 일반형 양말 착용시의 조건 모두에서 점차 상승하는 경향을 보였다. Fig. 4에서 알 수 있듯이 운동을 시작함으로서 평균피부온은 점차적으로 상승하는 경향을 나타내었다. Exercise 초기단계에서는

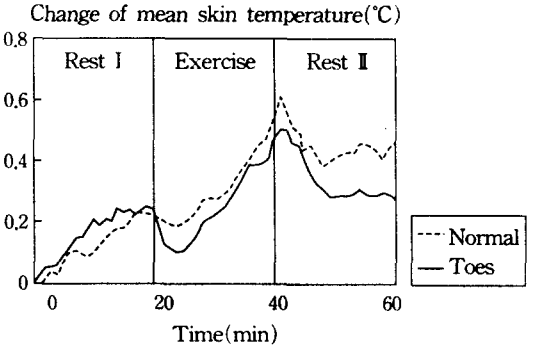

Fig. 4. The change of mean skin temperature in "Normal" and "Toes" conditions. 0 at the abscissa is the time when the subject entered the chamber. Dotted line : Normal Socks, Solid Line : Toes Socks.

일시적으로 Rest Ⅰ보다 피부온이 다소 하강하였으나 곧 상승을 시작하였고, 운동시작시점과 비교하여 운동종료시점에서는 발가락 분리형 양말 착용시에 0.233℃, 일반형 양말 착용시에 0.313℃상승하였다. 그 이후 Rest Ⅱ에서 평균피부온은 발가락 분리형 양말과 일반형 양말에서 0.1℃이상의 차를 유지하면서 안정된 값을 나타내었다.

발등에 부착된 thermistor로 기록한 발에 대한 국소적인 피부온을 Fig. 5에 나타내었다. 운동을 시작하는 20분부터 운동 초기에는 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우의 발등의 온도가 일반형 양말 착용시보다 더 낮으나, 그 이외에는 더 높은 수치를 나타내고 있다. 각 구간별 양말의 형태에 따른 발등의 온도변화는 ANOVA에서 1%미만의 유의한 차를 나타내었다.

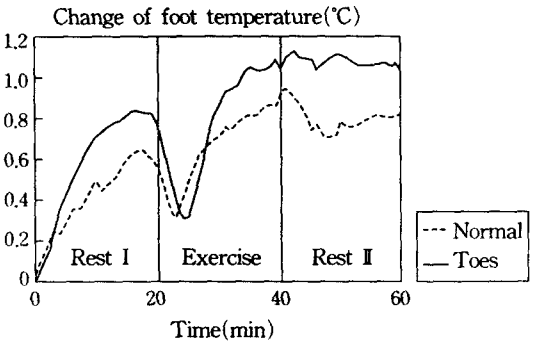

Fig. 5. The change of foot temperature in "Normal" and "Toes" conditions. 0 at the abscissa is the time when the subject entered the chamber. Dotted line : Normal Socks, Solid Line : Toes Socks.

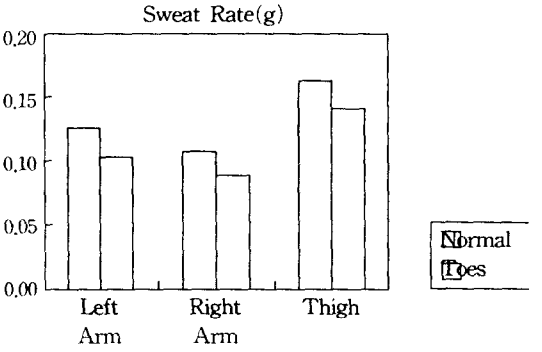

Fig. 6. Sweat rate obtained during all experimental period. Dotted square : Normal Socks, Solid square : Toes Socks.

3. 발한량

Fig.6은 전체 피험자의 발한량의 평균을 제시한 것이다. 실험시작시에 부착한 여과지의 무게와 실험종료시의 여과지의 무게의 차이로 발한량을 측정하는 여과지법으로 좌상완, 우상완, 우측대퇴부의 발한량을 측정하였을 때, 일반형 양말에서는 0.126g, 0.107g, 0.163g의 발한량이 측정되었으며, 발가락분리형 양말에서는 각각 0.103g, 0.089g, 0.141g의 발한량이 측정되었다. 이로써 일반형 양말을 착용했을 때에 더 많은 땀을 흘렸다는 것을 알 수 있으며 이들은 $P<0.01$에서 유의한 차를 나타내었다.

4. 혈압 및 맥박

혈압은 Rest Ⅰ, Exercise, Rest Ⅱ의 마지막단계에서 수축기혈압과 이완기혈압을 각2회씩 측정하여 그 평균값을 검토하였다. 발가락 분리형 양말은 수

Table 4. The results of subjective rating

		Temperature Sensation	Humidity Sensation	Themal Comfort	Wearing Comfort
Rest Ⅰ	Normal Socks	1.34*	1.40	1.70	1.12
	Toes Socks	1.06	1.20	1.48	1.28
Exercise	Normal Socks	2.94	3.02*	3.16	1.72*
	Toes Socks	2.68	2.72	2.98	2.10
Rest Ⅱ	Normal Socks	1.92	2.34	2.38**	1.42
	Toes Socks	1.72	2.00	2.12	1.46

*$p<0.05$, **$p<0.01$

축기혈압, 이완기혈압 모두에서 일반형 양말보다 높은 것으로 나타났으며 특히 수축기혈압에서는 $P<0.05$수준에서 유의하게 높은 것으로 인정되었다. 맥박수는 발가락 분리형 양말의 경우 Rest Ⅰ, Exercise, Rest Ⅱ에서 각각 86.3, 100, 91.6 beats/min을 나타냈으며, 일반형 양말에서는 각각 83.4, 98.3, 89.6 beats/min으로 발가락 분리형 양말의 경우보다 낮은 값을 나타내고 있으나 유의한 차는 나타나지 않았다. 운동부하에 의한 증가량에서도 유의한 차는 보이지 않았다.

5. 주관적 감각

주관적 감각으로 온냉감, 습윤감, 쾌적감, 양말착용감의 4항목을 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다.

온냉감에 대한 질문에서는 대부분의 피험자가 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우에 좀 더 시원하게 느꼈다고 대답하였으며, 특히 Rest Ⅰ에서는 $P<0.05$에서 유의차가 있었다. 또한, 피험자 대부분이 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우에 덜 습하게 느꼈다고 대답했으며, 특히 Exercise단계에서는 $P<0.05$에서 유의차가 있었다

쾌적감은 피험자의 대부분이 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우가 더 쾌적했다고 대답하였으며 Rest Ⅱ에서는 $P<0.01$에서 유의차가 있었으며, 양말착용감은 피험자 대부분이 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우가 더 좋지 않았다고 대답하였으며 Exercise단계에서는 $P<0.05$에서 유의차가 있었다.

Ⅳ. 고 찰

형태가 서로 다른 양말 즉 일반형 양말과 발가락 분리형 양말을 사용하여 양말형태의 차이가 생리반응에 어떤 영향을 미치는가를 환경온 35℃, 습도 50%RH의 인공기후실에서 5명의 성인 여자 피험자를 대상으로 조사하였다. 이 실험에서 얻어진 주된 결과는 다음과 같다.

1. 발가락 분리형 양말을 착용했을 경우 일반형 양말 착용시보다 안정시에는 직장온이 낮게 유지되었으며 운동시에는 직장온이 높게 유지되었다.

2. 평균피부온은 Rest Ⅰ이후에는 발가락 분리형 양말 착용시에 계속해서 낮은 값을 유지했으며, 발등의 온도는 운동초기에 발가락 분리형 양말 착용시에 낮게 나타났다.

3. 발한량은 일반형 양말 착용시에 유의하게 높았다.

4. 혈압, 맥박은 발가락 분리형 양말 착용시에 모두 높은 경향을 나타내었다.

5. 발가락 분리형 양말의 착용시에 온냉감, 습윤감, 쾌적감이 더 좋게 나타났으며, 양말착용감은 일반형 양말에서 보다 더 쾌적하게 느낀다고 대답하였다.

綠川와 登倉(1994)은 발부분만을 따뜻하게 하는 족온기를 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때의 한랭노출에 대한 체온조절반응실험에서, 족온기 비사용시는 피부혈관수축이 일어나 한랭환경하에서의 심부체온의 하강이 억제되고, 족온기 사용시에는 국소가온에 의한 동정맥문합폐쇄로 심부체온이 유지되어 2조건간에 직장온에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다는 결과를 보고하고 있다. Jeong과 Tokura(1988, 1989)는 한랭환경에 있어서 반소매와 반바지를 착용하고 사지부를 노출하는 것이 긴 소매와 긴 바지를 착용하고 사지부를 보호하는 것보다도 심부온의 하강을 억제하는데 효과가 있다고 보고하였다.

본 실험에서는 서열환경에 노출된 후 Rest Ⅰ에서 발가락 분리형 양말 착용시에 직장온은 낮게 나타났는데 이것은 발가락 분리형 양말의 착용으로 열방산 면적이 커져 결과적으로 사지부의 열방산이 많았기 때문이라고 생각된다. 운동시작후의 직장온의 상승개시 및 상승속도는 발가락 분리형 양말에서 더 크게 나타났는데, 이는 운동시의 하지부 피부온의 저하가 발가락 분리형 양말 착용시에 현저하다는 사실에서 생각해 볼 수 있다. 즉, 운동으로 인한 강제대류현상이 발가락 분리형 양말 착용시에 더 크게 작용하였고, 교감신경을 긴장시켜 피부혈관이 수축되고 따뜻한 피부정맥혈이 신체심부에 보내져 심부체온이 상승하였으며, 정맥혈과 동맥혈사이의 대향류열교환에 의해 열방산은 감소되었다고 볼 수 있다. 이러한 고찰은 綠川와 登倉(1992)의 서열방

사열존재하의 모자착용에 관한 실험에서, 모자를 착용하지 않았을때의 고막온상승의 원인을 내경동맥혈과 내경정맥혈과의 대향류열교환에 의한 것이라고 고찰한 것과 같은 메카니즘으로 생각할 수 있겠다.

한편, 永坂와 紫藤(1989)의 실험에 의하면 국소가온시에 외각(外殼)부에서는 피부혈류량의 증가가 있었지만, 동정맥문합을 포함한 심부의 피부혈관에서는 피부혈류량의 감소가 있었다고 보고하고 있다. 즉, 동정맥문합을 포함한 피부심부에 있어서는 혈관수축이 일어나고 신체심부와 외각부는 단열되어, 신체심부에서 외각부로의 열류량은 감소하고, 심부체온의 하강이 억제되었다고 보고하고 있다.

평균피부온은 Rest I 에서는 유의한 차가 나타나지 않았으나 Exercise단계에서 운동을 시작하면서 그 이후는 유의한 차가 나타나고 있는데, 이는 본 실험의 환경온이 35℃이고 착의조건이 반소매 T-shirts와 반바지로 같았기 때문에 Rest I 에서는 유의한 차가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 그러나 운동을 시작하면서 발가락 분리형 양말 착용시에 피부온이 더 낮게 나타났는데, 이는 발가락 분리형 양말의 착용으로 발가락사이에 강제 대류현상이 더 효과적으로 나타났기 때문으로 분석된다.

운동을 시작하는 20분이후부터 운동초기에는 발가락 분리형 양말 착용시에 발등의 온도가 일반형 양말 착용시보다 더 낮으나, 그 외에는 발가락 분리형 양말 착용시에 더 높게 나타났는데, 이는 발가락 분리형 양말의 착용으로 발가락에 대한 국소가온이 일어나 사지말단부의 혈류량이 증대되었고, 이러한 국소가온에 의한 피부혈류증가는 주로 모세혈관혈류의 증가에 의한 것으로 볼수 있다(中山, 入來, 1987).

본 실험에서 주관적 감각을 묻는 질문인 온냉감, 습윤감, 쾌적감에 대해서는 대체로 통일된 경향을 보였는데, 발가락 분리형 양말 착용시에 더 좋게 느꼈다고 대답하였다. 이는 피험자들이 35℃의 환경온에서 증발에 의한 습식 방산을 통한 체온평형유지 과정에서, 발가락사이의 땀이 발가락 분리형 양말에 흡수되어 유효한량으로서 작용하였기 때문에 그렇게 느껴졌던 것으로 생각된다. 綠川와 登倉(1995)의 연구에 의하면 발목을 11cm 감싸는 High Type형태의 운동화와 발목을 4cm 감싸는 Low Type형태의 운동화착용에 따른 운동수행능력실험에서 High Type형태의 운동화 착용시에 운동수행능력이 더 낮게 관찰되었다. 이것은 High Type형태의 운동화 착용시에 발목에서의 환기에 의한 열방산이 억제되어 빨리 피로를 가져온 결과로 고찰하고 있다. 신발을 착용하지 않고 양말만 착용한 상태의 본 실험에서는 발가락 분리형 양말의 착용이, 열방산과 피로감의 측면에서도 더 유리하게 작용했을것으로 예측된다.

이에 반해, 양말 착용감을 묻는 질문에 대해서는 대부분의 피험자들이 발가락 분리형 양말이 더 불쾌하다고 대답하였다. 이는 신발의 기능적인 면보다 미적인 면에 가치를 두어 발에 꼭 끼는 신발을 착용하는 습관에 따라 발모양의 변형, 발가락의 굴곡, 발가락사이의 공간밀착등의 변화가 생겨, 발가락 분리형 양말 착용으로 밀착된 발가락사이에 압력이 가해졌기 때문인 것으로 해석된다.

고온환경 노출시나 운동시에는 높아진 습도에 의해 발의 불쾌감은 현저하게 높아지며, 신발재료로서 인공피혁의 수요증가와 함께 무좀환자가 급증하고 있으며, 고온다습한 여름철에는 발가락 분리형 양말의 착용이나 유공(有孔)신발의 착용이 인체생리면에서 유리하다.

발가락 분리형 양말의 사용이 점차로 보급되고 있는 추세에 따라 일반형 양말과의 비교연구가 여러 측면에서 계속적으로 검토될 필요가 있다.

V. 총 괄

건강한 여자성인 5명을 대상으로 환경온 35±1℃, 상대습도 50±5%의 인공기후실에서 발가락이 분리된 형태의 양말과 분리되지 않은 일반형 양말을 착용하고 휴식 및 계단 오르내리기 운동을 수행했을 때의 생리반응을 조사하여 온열생리학적으로 검토하였다.

발가락 분리형 양말 착용시에 안정시의 심부온은 낮게, 하지부 피부온은 높게 나타났으며 운동시에는 그 반대의 경향을 나타내었다. 이는 안정시에는 발

가락 분리형 양말의 착용으로 발가락에 대한 국소 가온효과에 따른 모세혈관혈류량의 증가와 함께 열방산 면적이 커졌으며, 운동시에는 운동으로 인한 강제대류현상이 교감신경을 긴장시켜 피부혈관이 수축되고 따뜻한 피부정맥혈이 신체심부에 보내져 심부체온은 상승하였고, 정맥혈과 동맥혈사이의 대향류 열교환에 의해 열방산은 감소되었기 때문으로 볼 수 있다. 이러한 메카니즘과 관련지어 발한량이 일반형 양말 착용시에 유의하게 높았던 것으로 추정할 수 있다.

혈압, 맥박은 발가락 분리형 양말 착용시에 모두 높은 경향을 나타내었다. 발가락 분리형 양말 착용시에 온냉감, 습윤감, 쾌적감은 좋으나, 양말착용감은 좋지 않은 것으로 나타났는데 이는 발가락사이를 양말이 압박함으로서 생기는 압박감이 작용한 것으로 간주되며 혈압, 맥박의 상승원인을 제공한 것으로 생각된다.

인체생리를 고려하여 신발재료 및 형태의 다양화에 대한 많은 연구가 이루어짐과 동시에 양말의 형태에 관한 계속적인 연구 및 개발이 필요하다고 본다.

본 실험에 협력해 주신 피험자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

문명옥(1994) 발의 형태 분석을 위한 군집분석(Ⅰ), 한국의류학회, **18**(2) 211-220

정영옥·박신정 (1995) 보행시 신발이 인체의 온열생리반응에 미치는 영향, 한국온열환경학회지, **2**(1) 9-16

정운선(1994) 사지말초부의 피복면적이 쾌적성과 체온조절 반응에 미치는 영향, 한국의류학회, **18**(2) 163-169

Jeong, W. S., Tokura. H.(1988) Effects of wearing two different forms of garment on thermoregulation in men resting at 10℃, *Eur. J. Appl. Physiol.* 57, 627-631

Jeong, W. S., Tokura. H.(1989) Effects of wearing two different types of clothing on body temperatures during and after exercise, *Int. J. Biometerol.* **33**, 77-81

Kawabata, A., Tokura. H.(1993) Effects of Shoe Type on the Thermoregulatory Response and Clothing Microclimate in Women during Walking and Resting, *J. Home Econ. Jpn.*, **44**(8) 665-670

田村照子(1997) 基礎被服衛生學, 第2版, 文化出版局

土肥馬佐子(1990) 幼兒用の運動靴設計のための形態計測, デサントスポーツ科學, **11**, 169-182

中橋美智子 外(1997) 新しい衣服衛生, 南江堂

中山昭雄, 立來正躬(1987) 新生理學大系, 醫學書院

永坂鐵夫, 紫藤尊治(1989) 局所加溫によって起こる足皮膚血流量の減少, 日生氣誌, **26**, 91-96

綠川知子, 登倉尊實(1992) 暑熱放射熱存在下における帽子着用が溫熱生理反應に與える效果, 日本家政學會誌, **43**(5) 421-427

綠川知子, 登倉尊實(1994) 寒冷環境下における足溫器使用が體溫調節反應に與える影響, 日本衣服學會誌, **37**(2) 19-27

綠川知子, 登倉尊實(1995) 運動靴の型の違いが靴內氣候と掌握運動に及ぼす影響, 纖維製品消費科學, **36**(1) 53-59