

성인 남녀의 투습방수소재 스포츠 웨어의 소재별 착용감에 관한 연구

The Wearing Sensation of Men and Women in Sports Wear with Waterproof and Water Vapor Permeable Fabrics

조지현 · 류덕환
계명대학교 의류학과

Cho, Ji Hyun · Ryu, Duck Hwan
Dept. of Clothing & Textiles, Keimyung University, Taegu, Korea

Abstract

The purpose of this study was to examine the performance and properties of sports wear that have the excellent wearing sensation and are in harmony with the functions of human bodies. With four kind(sample A, B, C, D) of materials which have different water vapor transmission, the physiological responses of human bodies and the changes of subjective sensations were studied through the actual aerobic sports program at 20°C, 60%R.H.

The forehead temperature had the minimal variation among the local skin temperatures. The fabrics of low water vapor transmission demonstrated high breast temperature.

There are significant differences among materials depending on the humidity in clothes(especially back and breast), which was about 6 % for breast and about 14 % for back. The order of loss in body weight was in the opposite direction to that of water vapor transmission for each material.

Key words : sports wear, waterproof, water vapor permeable, wearing sensation

I. 서론

의복은 인체를 둘러싼 가장 가까운 환경이며 인체-의복-환경은 하나의 시스템으로 인식되고 있다. 인체가 의복을 착용하는 궁극적인 목표는

쾌적성의 추구라고 할 수 있으며, 착용시의 쾌적성¹⁾은 온열적 쾌적, 역학적 쾌적, 촉감적 쾌적의 견지에서 종합적으로 다루어져야 한다. 특히 스포츠 웨어는 자연 환경의 변화 조건과 인체의 운동 및 활동 상황에 맞추어 열전달 및 수분전달을 적

Corresponding author : Ryu, Duck Hwan
Tel. (053) 580-5865, Fax. (053) 580-5885
E-mail : rdw@kmucc.ac.kr

절히 조절할 수 있어야 한다. 인체와 환경간의 열교환은 전도, 대류, 복사, 증발 과정을 통해 이루어지고, 섬유, 실, 직물의 특성 및 환경조건, 생산열량에 따라 다르며, 의복을 통한 수분전달은 수증기의 확산과 액체상태의 수분이동의 두 가지 기구를 통해 일어난다²⁾.

서열 환경이거나, 또는 심한 운동시에는 열전도율이 크고, 수분전달이 빠르며, 수분흡수가 덜 이루어지는 소재가 요구되며, 한서 환경에서는 높은 절연효과, 좋은 수분전달 및 흡수가 이루어지는 소재가 요구된다. 환경 및 인체변화에 대응하여 체내에서 발생하는 땀과 같은 수증기와 체열은 외부로 발산시키는 동시에 외부의 빗물 등의 침입은 막는 기능을 수행하는 투습방수 소재가 일상 스포츠 웨어의 소재로 많이 쓰이고 있다.

스포츠 웨어와 관련된 선행연구로는 소재의 성능에 관한 연구³⁻⁵⁾, 물성에 관한 연구⁶⁻⁹⁾, 기본 태와 관련된 연구¹⁰⁾, 쾌적감과 관련된 연구¹¹⁻¹³⁾ 등이 있다. 현재까지 다양한 스포츠 웨어의 소재에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나, 투습정도에 따른 소재별 착용감을 비교, 고찰한 연구는 그다지 많지 않다.

따라서 본 연구에서는 날로 증가하는 소비자의

레저 및 스포츠에 대한 관심, 또 보다 쾌적한 스포츠 웨어를 요구하는 데 대해 부응하고 이를 실현화할 수 있는 투습방수소재 4종류를 실제 의뢰 제작하였다. 스포츠 웨어의 기능성을 판단하고자 남녀 성인에 대한 착용 실험을 통하여 스포츠 웨어의 과학화를 실현하는데 유효 기준이 될 수 있고자 하였다.

본 연구의 구체적인 목적을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 투습방수 스포츠 웨어의 소재 4 종류를 착용 실험하여 부위별 피부온에 있어서 소재별 차이가 있는지 살펴본다.

둘째, 소재별로 피복기후의 차이가 있는지 살펴본다.

셋째, 체중 변화량에 따른 소재별 차이를 검토한다.

넷째, 소재별 주관적 감각의 차이를 비교, 분석한다.

II. 실험 방법

1. 실험의복 및 피험자

인체착용 실험에 사용된 스포츠 의류의 소재는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Characteristics of samples

Samples		A	B	C	D	Test method
Parameters						
Coating method		dry	wet	wet	wet	.
Ground fabric	Fiber	nylon 100%				.
	Yarn No.(D.)	70D×70D				KS K 0415
	Fabric count (wp×wf//inch)	159×104	156×104	156×102	154×104	KS K 0511
	Structure	plain	plain	plain	plain	.
Thickness (mm)		0.312	0.371	0.378	0.382	KS K 0506
Weight (g/m ²)		162.4	172.9	174.8	179.5	KS K 0514
WVTa) (g/m ² ·24hr)		4950	3493	2550	1593	KS K 0594
Water Resistance (cm)		600	300	200	70	KS K 0591
Surface properties	MIUb)	0.189	0.168	0.179	0.205	KES-FB4
	MMDc)	0.049	0.051	0.070	0.078	
	SMDd)	7.142	6.927	7.419	6.020	
	MMD/SMD	0.007	0.007	0.009	0.013	

a) WVT : rate of water vapor transport

b) MIU : Friction coefficient

c) MMD : Mean deviation of MIU

d) SMD : Geometrical roughness

동일한 나일론 100% 원사를 사용하여 원사 및 기포(ground fabric)가 가지는 차이점을 최대한 배제하고자 하였으며, 투습정도가 다른 시료를 제작하기 위해 적정의 코팅 방법(건식, 습식 코팅)에 따라서 4가지 종류의 투습방수포를 범삼공(주)에 의뢰, 제작하였다.

실험 의복은 <Fig. 1>과 같이 상의와 하의로 구성하되 소재별 모두 동일하게 제작하였다.

실험시 성인 남성은 100% 면 런닝셔츠, 숏 팬츠, 성인 여성은 100% 면 브래지어, 런닝셔츠, 숏팬츠를 기본 의복으로 착의하도록 하였다. 그리고 실험복 이외의 양말과 신발은 동일한 재질로서 피험자 각각의 사이즈에 맞게 착용하도록 하였다.

피험자의 선정은 개인차를 최소화하고자 1997년도 공업진흥청이 조사한 성인 남성, 여성의 국민표준체위¹⁴⁾를 참고로 하여 유사한 체격을 가진 건강한 성인 여성 8명과 성인 남성 4명으로 정하였다. <Table 2>에 피험자들의 신체적 특성을 나타내었다.

피험자의 생리적 변동 요인을 가능한 배제하기 위하여 동일한 시간대에 일관되도록 실험을 진행

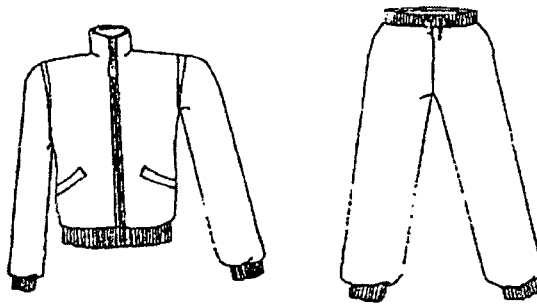
하였다. 또한 피험자들에게 투습방수 소재의 트레이닝복을 착용시켜 실험을 실시하되, 착용 순서에 의한 쾌적감의 영향이 배제되도록 실험복의 착용 순서를 설정하였다.

2. 환경조건

온도 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $60 \pm 5\%$ R.H.로 설정된 인공기후실에서 실시하였으며, 실험실 내부의 온·습도는 Assmann 통풍온습도계(Japan, Sato Keiryoki, N783)에 의해 피험자 전면에서 측정하였고, 기류는 0.3m/sec 이하의 무풍정지기류(Still air)로 조절하였다.

3. 실험순서

피험자는 식사 후 2시간이 경과한 후, 온도 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $60 \pm 5\%$ R.H.로 조절된 인공기후실에 입실하여 30분간 안정을 취한 후 피부온 측정용 sensor를 부착하였다. 그리고 기본의복과 실험의복을 착용한 다음 의복기후 측정용 sensor를 각

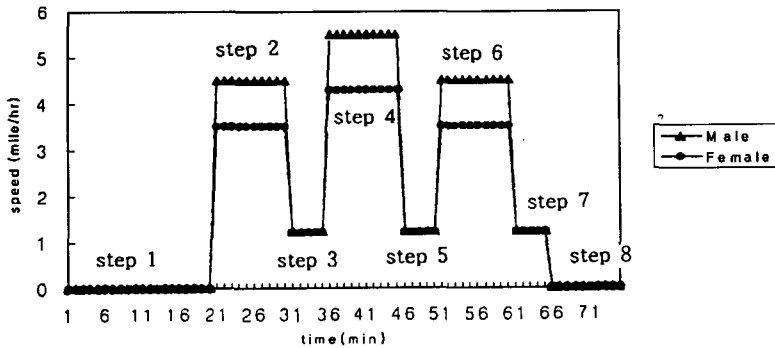


<Fig. 1> Schematic of Experimental clothing

<Table 2> Physical characteristics of subjects

Subject	Age(year)		Height(cm)		Weight(kg)		Rohrer Index _a)	Body Surface Area _b) (m ²)
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.		
male (4)	20.50	0.57	172.90	2.34	63.27	3.01	1.22	1.77
female (8)	22.37	0.51	158.58	1.59	52.24	1.83	1.31	1.53

a) Rohrer Index = $[(W \times 1000) / H^3] \times 100$ b) Body Surface Area = $W^{0.425} \times H^{0.725} \times 72.46$
 W = weight (kg), H = height (cm)



Steps	Rest	J	W	R	W	J	W	Rest
	1	2	3	4	5	6	7	8
Gender								
M	0	4.5	1.2	5.5	1.2	4.5	1.2	0
F	0	3.5	1.2	4.3	1.2	3.5	1.2	0

(unit: mile/hr)

0 20 30 35 45 50 60 65 75(min)

* J : jogging * W : walking * R : running

(Fig. 2) Exercising protocol.

측정 부위에 부착하였다.

실험시 운동 부하 및 운동 시간은 <Fig. 2>에 나타내었다.

실험시간은 센서를 부착한 뒤 20분간 등받이가 없는 의자에 앉아 휴식을 취한 후 총 75분간 실험하였다. 이때의 운동부하 및 운동시간은 사회체육 전공자의 자문을 얻어 실제 필드에서 행해지는 각종 다양한 부하의 운동량을 실내에서 행하도록 남, 녀 피험자들에게 예비실험과정을 거치게 한 후 최종적으로 선택하였다. 운동은 트레드 밀 (Treadmill, Quinton Q5000 : Quinton Instrument Co.)을 사용하여 7단계로 나누어 실행하였다.

4. 측정항목 및 방법

1) 부위별 피부온

인체의 6개 부위(이마, 가슴, 복부, 상완, 대퇴,

하퇴)에서 Digital thermistor를 사용하여 1분 간격으로 측정하였다.

2) 의복기후

Digital thermistor (Model ; X721, Takara Thermistor Instruments Co. Ltd)를 사용하여 가슴, 등 부위에서 각각 의복내 온도와 의복내 습도를 1분 간격으로 측정하였다.

3) 체중 변화량

실험을 행하기 직전과 실험을 마친 직후의 체중 변화량을 측정하였다.

4) 주관적 감각

온열감, 습윤감, 촉감, 쾌적감의 주관적 감각을 5분 간격으로 측정하였다.

주관적 감각은 <Table 3>과 같이 표를 만들어서 피험자의 前面에 부착하여 느낌을 즉시 말하도록 하였다.

<Table 3> Scales of subjective sensations

Thermal sensation	Humidity sensation	Tactile sensation	Comfort sensation
9 very hot			
8 hot			
7 warm	7 very humid		
6 slightly warm	6 humid		
5 neutral	5 a little humid	5 very bad	5 comfortable
4 slightly cool	4 neutral	4 bad	4 neutral
3 cool	3 a little dry	3 indifferent	3 slightly uncomfortable
2 cold	2 dry	2 good	2 uncomfortable
1 very cold	1 very dry	1 very good	1 very uncomfortable

<Table 4> Results of skin temperature during total experimental process - depending on the gender of subjects

Parts		Gender	male	female	t value
			mean ± S.D.	mean ± S.D.	
skin temp.	forehead		33.92 ± 0.77	33.25 ± 1.01	2.526*
	breast		33.94 ± 0.60	32.99 ± 0.99	4.102***
	abdomen		31.42 ± 1.18	32.39 ± 1.41	-2.508*
	upperarm		34.01 ± 0.95	31.98 ± 0.84	7.540***
	thigh		32.00 ± 1.68	29.95 ± 1.16	4.922***
	lower leg		30.91 ± 2.06	31.63 ± 1.29	1.484

(* : p < .05, ** : p < .01, *** : p < .001)

<Table 5> Results of skin temperature during total experimental process - depending on the experimental clothing

Parts		Samples	A	B	C	D	F value
			mean ± S.D.	mean ± S.D.	mean ± S.D.	mean ± S.D.	
skin temp.	forehead		33.21 ± 1.27	33.70 ± 0.82	33.52 ± 1.10	33.46 ± 0.71	0.488
	breast		33.06 ± 0.92	33.26 ± 1.23	33.39 ± 0.88	33.51 ± 0.93	0.720
	abdomen		32.09 ± 1.41	31.85 ± 1.75	32.24 ± 1.33	32.08 ± 1.23	0.153
	forearm		32.39 ± 1.26	32.50 ± 1.58	32.68 ± 1.24	33.05 ± 1.15	0.584
	thigh		30.04 ± 2.04	30.60 ± 1.52	30.97 ± 1.89	30.92 ± 1.06	0.778
	lower leg		31.89 ± 1.86	31.63 ± 1.63	30.80 ± 1.67	31.23 ± 1.16	1.058

III. 결과 및 고찰

1. 부위별 피부온

인체는 항상 주위의 환경에 노출되어 있기 때문에 주어진 외기 환경에 영향을 받으며, 각 부위마다 체온조절기능 및 감각수용 기능의 차이가

있어서 외부환경에 따라 신체부위별 체온조절반응이 다르게 나타난다. 즉 피부온은 인체와 외계의 계면온도로서 인체의 온열감각을 좌우하는 인자로 피부의 온열생리 연구상 필요한 생리적 지표가 된다.

<Table 4>, <Table 5>는 전체 75분 실험동안 이마, 가슴, 복부, 상완, 대퇴, 하퇴의 부위별 피부

온의 평균을 성별, 소재별로 요약해 나타낸 것이다.

피부온 증감의 반응정도는 인체의 부위에 따라서 다르게 나타났는데, 이는 인체 부위마다 혈관의 분포 및 역할의 차이로 인해서 나타나는 결과라고 생각된다. 피부온이 급격히 상승하는 부위가 있는가 하면 피부온이 완만하게 증가하여 일정한 범위 내에서 피부온을 유지시키는 부위가 있다.

Noble¹⁵⁾은 안정시의 근육온도가 25~33℃ 범위로 조절된다고 하였는데, 본 실험전체 75분 동안의 결과 성인 남성의 경우는 상완온(34.01±0.95℃) > 가슴온(33.94±0.60℃) > 이마온(33.92±0.77℃) > 대퇴온(32.00±1.68℃) > 복부온(31.42±1.18℃) > 하퇴온(30.91±2.06℃)로 나타났는데 비해서, 성인 여성의 경우는 이마온(33.25±1.01℃) > 가슴온(32.99±0.99℃) > 복부온(32.39±1.41℃) > 상완온(31.98±0.84℃) > 하퇴온(31.63±1.29℃) > 대퇴온(29.95±1.16℃)로 나타났다.

복부 부위와 하퇴 부위에 있어서 여성의 피부온이 높게 나타났으며 이마, 가슴, 상완, 대퇴 부분에서 남성의 피부온이 높게 나타났다. 특히 상완과 대퇴 부위의 경우에는 2℃ 이상 남성이 높았고, 가슴 부위는 약 1℃ 이상 남성이 높았고, 배 부위는 여성이 1℃ 정도 높게 나타났다. 이마 부위의 피부온 변화량이 다른 부위에 비해 작게 나타난 것은 선행연구 최영희¹⁶⁾, 성유진과 이순원¹⁷⁾ 연구와 일치한다.

피부온에 있어서 이마 부위의 변동폭이 다른 부위보다 작게 나타난 것은 이마 부위에 충분한 수용체가 없고 그로 인해서 피부온의 감소 폭이 다른 부위보다 작기 때문이다. 또한 이마는 사지 부위보다 체간부에 가깝게 위치하고 있으며, 인체의 중요기관인 뇌를 둘러싼 외곽부에 해당되는 곳이므로 외기 환경변화에 대해 적은 폭의 온도 변화를 보이는 것으로 생각된다. 이마의 피부온은 노출된 피부이지만, 환경온도의 영향을 적게 받는 부위로서 항상 일정한 혈액의 양이 공급되어 혈액순환이 잘되는 부위임을 감안할 때 남성 및 여성의 이마 부위를 비교하면 본 실험에서는 남성보다 여성의 경우에 더욱 혈액순환이 잘 되어 환경온도나 운동시에도 영향을 적게 받는 것으로 생각된다.

전체 실험동안에 대한 소재별 유의차는 나타나

지 않았으나, A 소재로 제작한 실험의복 착용시 이마, 가슴, 상완, 대퇴 부위에서 가장 낮은 피부온을 나타내었고, C, D 소재가 비교적 높은 피부온의 경향을 나타내었다.

<Table 6>에 실험 각 단계별로 이마, 가슴, 복부, 상완, 대퇴, 하퇴의 부위별 피부온에 대한 평균과 통계적 유의차 검정 결과를 성별로 제시하였다.

실험 각 단계별에 있어서 성별 유의차가 나타난 곳은 이마, 배 부위는 step 1, 2, 3에 있어서, 가슴 부위는 step 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8에서, 상완과 대퇴 부위는 step 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 단계에 있어서, 하퇴 부위는 step 1에서였다. 이마와 배 부위는 running을 실시한 단계 이후부터는 유의차가 없었으며, 가슴부위는 운동 전 안정기에 오히려 성별 유의차가 나타나지 않았다. 사지부에 해당하는 대퇴와 하퇴의 경향은 큰 차이를 보였는데, 이는 운동시의 신체 동작의 움직임이 남성의 경우 여성보다 크며, 특히 하퇴부에 비해 대퇴 부위의 움직임이 많았던 것으로 생각된다.

실험 각 단계별로 부위별 피부온에 대한 평균과 통계적 유의차 검정 결과를 소재별로 제시한 것이 <Table 7>이다.

소재별로 분석하면 남성의 경우에는 유의차가 나타난 곳이 대퇴부위의 step 4 (running 단계)로 소재 B (34.32±0.44℃), 소재 C (31.59±1.21℃), 소재 D (30.70±1.02℃), 소재 A (30.69±4.03℃)의 순서로 높게 나타났으며, 유의차는 나타나지 않았으나 소재간의 차이가 현저하게 나타난 곳은 step 3에서 B, A 소재로 약 4.67℃의 차이가 났다. 즉 물성 실험에서 가장 투습성이 우수하게 나타난 소재의 경우가 운동을 할 경우에는 그 영향이 현저하게 나타남을 알 수 있었다. A 소재가 다른 소재에 비해 체심부에서 피부표면을 통해 외기로의 열방출이 유효하게 이루어진 것으로 생각된다.

반면 여성의 경우에 소재별 유의차가 나타난 실험단계는 상완 부위는 step 7, 8에서, 대퇴 부위는 step 4, 5, 6, 7, 8에서였다. 체간부에서는 소재별 유의차가 나타나지 않았는데 비해서 사지부 중에서도 말단 부위가 아닌 체간부와 가까운 부위에서 A와 D 소재의 차이가 현저하였다. 특히

(Table 6) Results of skin temperature at each experimental step - depending on the gender of subjects

Parts		Gender	step 1	step 2	step 3	step 4	step 5	step 6	step 7	step 8
skin temp.	forehead	m	34.31	34.33	34.30	33.76	34.09	33.55	34.04	33.29
		f	33.37	33.02	33.00	33.27	33.79	33.62	33.53	33.05
		t value	3.480 ***	4.237 ***	3.632 ***	1.440	0.004	-0.177	1.318	0.586
	breast	m	33.10	33.86	34.33	34.14	34.44	34.48	34.54	33.97
		f	33.01	33.02	32.91	32.68	33.38	33.36	33.10	32.90
		t value	0.271	2.396 *	3.410 ***	4.258 ***	3.059 **	2.842 **	3.469 ***	2.917 **
	abdomen	m	31.54	31.10	31.53	31.13	31.69	31.30	31.52	31.78
		f	32.86	32.83	32.68	32.06	31.90	31.79	31.83	32.44
		t value	-2.969 **	-3.486 ***	-2.342 *	-1.874	-0.443	-0.963	-0.583	-1.497
	upperarm	m	33.47	34.14	34.90	34.37	34.51	34.28	34.28	33.61
		f	32.39	31.80	31.52	32.00	32.62	31.94	31.57	31.66
		t value	3.668 ***	7.791 ***	9.114 ***	6.774 ***	4.950 ***	6.168 ***	6.127 ***	4.082 ***
	thigh	m	31.68	32.01	32.63	31.83	31.82	32.36	32.24	32.18
		f	30.21	29.73	29.62	29.47	29.89	29.90	29.84	30.51
		t value	4.008 ***	5.361 ***	5.166 ***	4.190 ***	2.781 **	3.829 ***	3.266 **	2.717 **
	lower leg	m	30.02	30.58	30.87	31.00	31.29	31.74	31.69	31.14
		f	31.25	30.91	31.45	31.84	32.29	32.08	32.01	32.23
		t value	-2.624 *	-0.672	-0.960	-1.412	-1.546	-0.553	-0.520	-1.899

(* : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001)

상완 부위에서는 약 1.5°C 정도가 D 소재가 높게 나타났으며, 대퇴 부위에서는 약 2.5°C 정도 D 소재가 A 소재보다 높게 나타났다. 이는 투습성의 영향보다는 직물 자체의 두께에 의한 영향이 더욱 크게 작용한 결과라고 생각된다. 피부온의 차이가 소재간에 나타난 것으로 보아 이는 주관적 쾌적감에도 영향을 미쳤을 것으로 추측된다. 또한 운동으로 산열 과다가 되고, 이로 인하여 외기온을 실제온도보다 높게 지각하며, 이로 인해서 방열량이 적어지고 체온이 상승하게 되면, 자율신경인 부교감 신경의 지배에 의해서 말초 피부혈관

의 수축이 해소되어 피부 혈류가 증가, 피부온이 상승한 것으로 생각된다.

가슴 부위의 피부온은 전체 실험단계 중에서 step 1(안정기)을 제외한 모든 단계에서 성별에 따른 유의차가 인정되었는데, 남성의 피부온에 비해 여성의 피부온이 모두 낮게 나타났으며, 가장 현저하게 낮게 나타난 곳은 step 4 (running 단계)였다. 이때 남성의 평균은 34.14±0.91°C, 여성의 평균은 32.68±1.21°C로 그 차이가 1.46°C로 크게 나타났다. 이것은 여성 피험자들의 신체구조상 가슴은 피하지방이 침착된 곳이기 때문이며 또한 운동

〈Table 7〉 Analysis according to the exrerimental clothing (a) case of male subjects

Parts	Samples	Steps								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
skin temp.	forehead	A	33.94	33.70	33.21	32.81	33.35	33.10	33.73	32.63
		B	34.14	34.24	34.35	34.08	34.14	33.94	34.16	33.50
		C	34.67	34.80	35.10	34.32	34.66	34.13	34.43	33.65
		D	34.48	34.59	34.56	33.82	34.20	33.04	33.84	33.39
		F-value	1.403	0.892	1.688	1.172	1.898	0.918	0.524	1.806
	breast	A	33.27	33.87	34.27	33.85	34.06	33.95	33.98	33.09
		B	33.63	34.54	34.73	34.22	34.45	34.27	34.44	33.77
		C	32.69	33.79	34.85	34.81	34.76	34.88	34.91	34.39
		D	32.80	33.23	33.47	33.70	34.50	34.83	34.82	33.97
		F-value	1.022	0.964	0.800	1.230	0.656	1.691	2.110	2.550
	abdomen	A	30.92	30.42	30.71	31.09	31.90	30.90	30.91	31.94
		B	32.55	32.21	32.54	31.52	31.63	31.64	31.39	31.68
		C	31.53	31.36	31.93	31.74	32.54	31.92	32.03	31.90
		D	31.18	30.43	30.93	30.16	30.71	30.75	31.77	31.60
		F-value	0.802	1.085	1.365	1.676	1.168	0.271	0.166	0.034
	upperarm	A	33.04	33.78	34.43	33.97	34.08	34.05	34.34	33.21
		B	33.69	34.17	35.01	34.56	34.63	34.43	34.05	33.65
		C	33.55	34.13	34.70	34.21	34.37	34.04	34.07	33.59
		D	33.62	34.49	35.48	34.72	34.97	34.59	34.66	33.98
		F-value	0.615	0.609	0.676	0.303	0.289	0.123	0.094	0.070
thigh	A	32.55	31.70	30.70	30.69 b	31.03	31.21	30.31	30.82	
	B	31.33	31.86	32.40	31.59 ab	33.00	33.05	33.81	32.82	
	C	31.44	33.44	35.37	34.32 a	32.78	34.26	34.23	33.51	
	D	31.39	31.04	32.05	30.70 ab	30.48	30.91	30.60	31.58	
	F-value	0.801	1.322	3.005	2.481 *	0.804	2.064	2.104	1.045	
lower leg	A	30.59	31.15	31.23	31.33	32.13	32.48	32.51	31.94	
	B	30.74	31.73	32.06	32.53	33.16	33.29	32.97	32.38	
	C	29.00	29.48	29.82	29.83	29.61	30.49	30.44	29.72	
	D	29.76	29.99	30.36	30.30	30.24	30.71	30.83	30.50	
	F-value	0.619	1.038	0.647	0.935	1.986	1.719	1.294	1.434	

* : p< .05, ** : p<.01, *** : p<.001

이때, a, b, c, d 로 표시된 문자는 각각 다른 집단을 의미한다.

부하가 클 경우에는 성별의 차이가 다른 부위에 비해서 더욱 크게 나타나는 것으로 여겨진다.

소재별로 비교하면 남성의 경우에는 안정기인 step 1에서는 C 소재 착용시에 가장 높았으며, 그 다음이 A, B와 D 소재는 비슷한 수준을 나타내었다. 그러나 운동이 완전히 끝난 휴식기인 step 8에서는 D, B, C, A 소재의 순서로 높게 나

타났다. 운동단계인 step 2에서 step 7은 소재 간의 유의차가 인정되지 않았으나, 최종 휴식기 step 8에서 소재별 유의차가 인정되었다. D 소재 착용시 가장 높은 피부온을 나타내었고, A 소재 착용시 가장 낮은 피부온을 나타내었다. 이로써 구간부에 있어서는 투습 방수소재라고 할 지라도 열적 스트레스가 한계를 넘으면 소재의 영향력이

(b) case of female subjects

Parts	Samples	Steps								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
skin temp.	forehead	A	33.54	32.98	32.84	32.94	33.59	33.44	33.52	33.04
		B	33.36	33.18	33.00	33.43	34.25	34.17	34.08	33.60
		C	33.05	32.71	32.98	33.49	33.72	33.31	33.35	32.79
		D	33.55	33.22	33.18	33.24	33.60	33.58	33.19	32.77
		F-value	0.429	0.393	0.115	0.462	0.566	0.557	0.572	0.464
	breast	A	32.63	32.83	32.68	32.33	32.85	33.25	32.92	32.86
		B	33.03	32.79	32.57	32.39	33.52	33.30	32.67	32.64
		C	33.12	33.05	32.87	32.95	33.60	33.28	33.12	32.99
		D	33.26	33.40	33.51	33.05	33.56	33.61	33.69	33.11
		F-value	0.395	0.425	0.757	0.743	0.587	0.092	0.567	0.182
	abdomen	A	33.39	33.07	32.82	32.26	32.15	31.91	32.07	32.61
		B	32.27	32.11	31.87	31.19	31.10	31.19	31.25	31.98
		C	32.96	33.07	32.98	32.21	32.02	31.78	31.87	32.50
		D	32.82	33.09	33.05	32.59	32.33	32.29	32.14	32.70
		F-value	0.868	0.705	0.768	0.878	0.893	1.684	1.313	0.834
	upperarm	A	32.11	32.02	31.87	32.03	32.41	31.63	31.21 ab	30.99 b
		B	32.21	31.34	31.05	31.64	32.44	31.70	30.85 b	31.21 ab
		C	32.50	31.83	31.55	31.88	32.58	32.04	31.97 ab	32.08 ab
		D	32.73	32.01	31.63	32.44	33.04	32.42	32.25 a	32.38 a
		F-value	0.537	0.668	0.564	0.676	0.427	0.822	2.238 *	3.255 *
thigh	A	29.78	29.35	29.10	28.60 b	29.04 b	29.03 b	28.94 b	30.34 ab	
	B	30.20	29.63	29.56	29.22 ab	29.30 ab	29.58 b	29.84 ab	30.49 ab	
	C	30.33	29.85	29.87	29.75 ab	30.02 ab	29.50 b	29.24 b	29.62 b	
	D	30.54	30.10	29.97	30.30 b	31.21 a	31.49 a	31.36 a	32.58 a	
	F-value	0.598	0.644	0.645	2.371 *	2.129 *	3.108 *	2.988 *	1.716 *	
lower leg	A	31.52	31.38	32.06	32.25	32.71	32.70	32.51	32.68	
	B	31.09	30.75	31.29	31.32	31.68	31.56	31.25	31.95	
	C	30.87	30.55	31.10	31.82	32.08	31.75	32.10	32.29	
	D	31.50	30.96	31.34	31.99	32.68	32.31	32.20	31.99	
	F-value	0.506	0.552	0.447	0.425	0.544	0.609	0.571	0.283	

* : p< .05, ** : p<.01, *** : p<.001

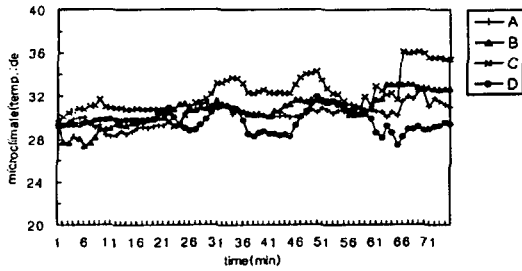
이때, a, b, c, d 로 표시된 문자는 각각 다른 집단을 의미한다.

그다지 존재하지 않으나 운동 후 휴식기에는 소재간의 차이가 생기는 것으로 보아 쾌적감에는 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

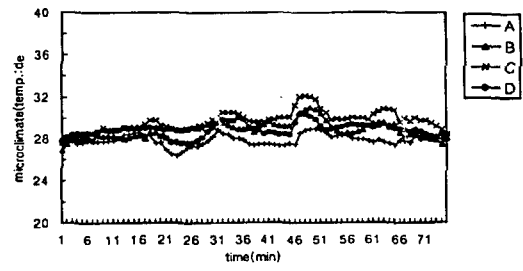
복부 부위에 있어서는 운동을 계속적으로 수행하는 단계에 있어서는 소재별 유의차가 나타나지 않았다. 이는 소화, 흡수, 대사의 역할을 담당하는 중요한 내장장기가 위치한 부위이기 때문에 일정

한 혈액공급에 의해 유지되고 있으며, 그 체적의 대부분이 혈류에 의해 채워진 core를 형성하기 때문에 shell층이 얇아서 그러한 것으로 생각된다.

이상의 각 부위 피부온의 변화는 동정맥의 분포, 피하지방의 침착량, 피부혈관의 수축감소 등의 생체학적 구조와 밀접히 관련되는 것이며, 또한 운동으로 인해 체감의 온도가 33℃가 넘으면

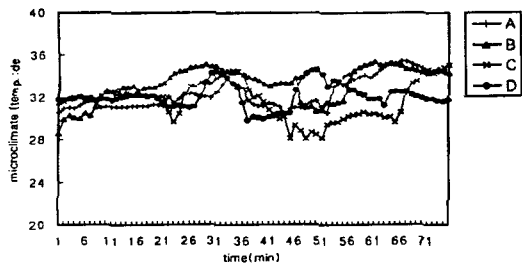


(1) male

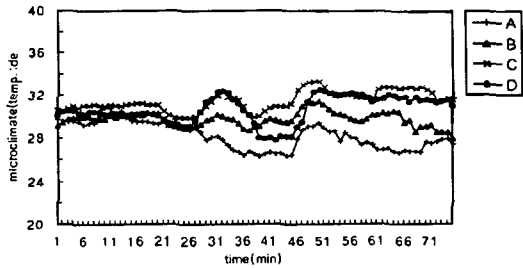


(2) female

<Fig. 3> Changes of microclimate (temperature) at breast

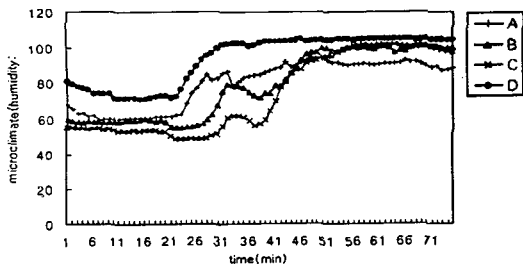


(1) male

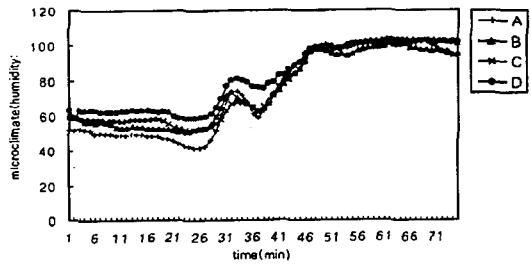


(2) female

<Fig. 4> Changes of microclimate (temperature) at back

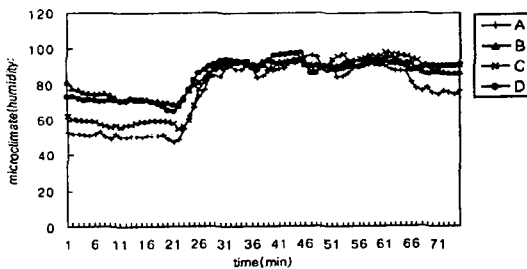


(1) male

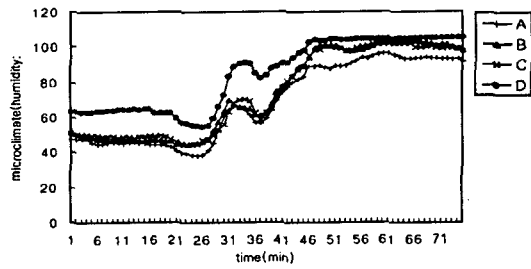


(2) female

<Fig. 5> Changes of microclimate (humidity) at breast



(1) male



(2) female

<Fig. 6> Changes of microclimate (humidity) at back

피부혈관의 긴장이 전신적으로 저하해 피부 혈류량이 증가하게 되어 발한에 의한 증발열에 의존함을 알 수 있다. 인체는 발한의 방법을 통하여 체온을 낮추는 조절을 하게 되는 것이다.

2. 피복 기후

위의 <Fig. 3, 4, 5, 6>은 시간의 경과에 따른 피복기후의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 전체 75분간의 실험에 대하여 성별에 따른 유의차가 나타난 피복기후의 항목은 가슴부위의 의복내온도와 등부위의 의복내 습도였다. 가슴부위에서의 의복내온도가 남자는 30.74 ± 1.11 , 여자는 28.92 ± 1.31 로 남자가 약 1.8°C 높게 나타났으며, 등부위에서의 의복내습도가 남자는 $81.50 \pm 10.82\%$, 여자는 $75.10 \pm 9.25\%$ 로 남자가 6% 정도 높게 나타났다.

소재별로 유의차가 나타난 항목은 가슴과 등부위의 의복내 습도로 나타났다. 특히 등부위의 경우에는 소재 D ($84.58 \pm 6.83\%$) > 소재 B ($77.63 \pm 12.68\%$) > 소재 C ($76.15 \pm 7.28\%$) > 소재 A ($70.58 \pm 8.45\%$)로 높게 나타났는데, 이는 직물상태의 투습도 물성 결과와 동일한 경향을 나타낸 항목이라고 할 수 있다. 소재별로 14%까지 습도 차이가 나타나서 착용시의 쾌적함에 상당한 영향을 줄 수 있는 항목이 의복내 습도라고 예측된다.

실험 각 단계별에 대하여 성별에 따른 유의차를 분석한 결과, 가슴부위에서의 의복내온도는 운동 시작 전 안정기인 step 1과 운동을 완전히 마친 최종 휴식기인 step 8에서 남자가 여자보다 높은 유의차를 나타내었고, 등에서의 의복내온도는 jogging 1단계인 step 2와 최종 휴식기 step 8에서 남자가 더 높은 유의차가 나타났다. 반면 의복내습도는 가슴부위에서는 jogging 1단계인 step 2에서 남자가 약 10% 더 높았으며, 등부위에서는 running 단계까지는 남자의 의복내 습도가 높은 유의차를 나타내었으나, running 후 워킹 단계에서는 여자가 높게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 그러나 두 번째 jogging 단계인 step 6, 그 후 워킹을 하는 step 7, 운동을 마친 최종 휴식기인 step 8에서는 여자의 경우에 남자보다 의복내습도가 높게 나타났으며 이는 통계적으로 유의하였다.

일반적으로 수분의 흡착으로 인하여 섬유가 팽윤하여 기공율이 감소하고 두께가 증대하기 때문에 통

기성의 기능은 감소된다. 운동을 행할 때 발한의 개시와 계속적인 발한은 섬유와 직물에 흡착되어 결과적으로 통기성을 감소시키는데, 의복내 습도가 운동 후반기에 갈수록 높아진 것은 신체 표면에 흘러내린 땀의 양보다 상대적으로 섬유에 잔존하는 땀의 양이 여성의 경우에 더욱 많기 때문인 것으로 생각된다.

Tokura 등¹⁸⁾은 의복내 온도가 33°C 를 넘으면 인체는 온열성 발한을 일으키게 되며, 또한 이때는 의복내 층이 의복의 외층보다 고습이 되어 불쾌감을 유발시킴을 보고하였는데, 본 연구에서는 의복내 온도가 이보다는 약간 낮은 범위로 나타났다.

의복내 온도는 운동 시작시에는 감소하다가 점차 증가하였다. 운동 초기에 의복내 온도가 감소하는 것은 움직임으로 인해 발생하는 열 손실에 기인하는 것으로 여겨지며, 운동을 완전히 마친 후의 휴식 초기 의복내 온도가 상승하는 것은 대류 현상이 정지되었기 때문이다. 다시 휴식 말기에 의복내 온도가 감소하는데 이는 땀의 증발에 의한 냉각 효과에 기인한다고 생각된다.

3. 체중변화량

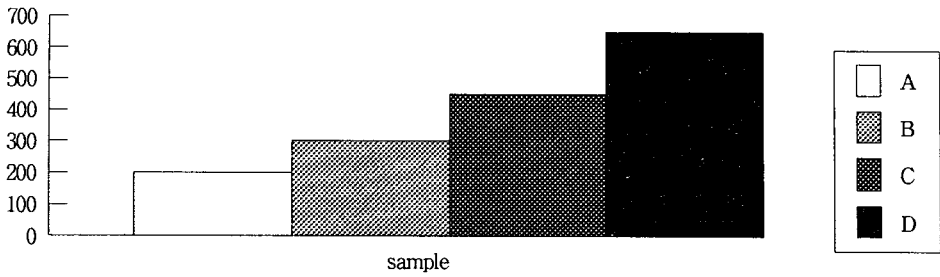
실험을 하기 직전과 실험을 마친 직후의 체중 변화량을 측정한 결과를 <Fig. 7>에 나타내었다. 소재별로 비교하면, 소재 D > C > B > A의 순으로 높게 나타났다.

체중 감소량이 많다는 것은 발한량이 많음을 의미하는 것으로, 이것은 의복내 습도의 소재별 결과와 일치하며, 투습성이 우수한 소재일수록 인체의 발한량이 적게 나타났다.

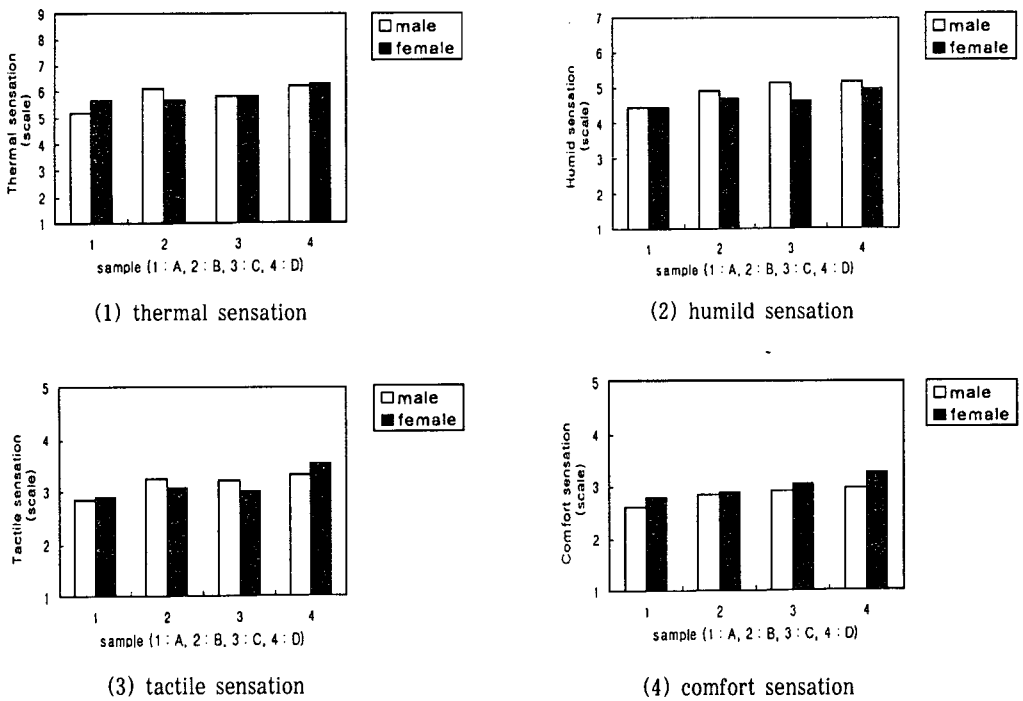
4. 주관적 감각

<Fig. 8>는 투습방수 소재별 스포츠 웨어 착용 후 유산소 운동을 행할 때의 주관적 감각을 나타낸 것이다.

진체 실험에 있어서, 온열감은 소재별로 통계적 유의차가 있었는데 소재 D (6.70) > B (6.34) > C (6.16) > A (5.93)로 나타났다. 감각의 범위가 '보통이다'에서 '따뜻하다'로 나타났다. 이는 물로 팽윤된 직물은 열전도율이 증가하고 보온성이 저하되므로 피험자들은 운동으로 인하여 의복내 온



〈Fig. 7〉 Changes of weight loss



〈Fig. 8〉 Comparison of mean of subjective sensations

도가 상승함에도 불구하고 온열감각은 그다지 덥지 않은 것으로 생각하는 것으로 여겨진다. 또한 직물상의 열전도는 표면으로부터의 수분 증발에 의한 방열을 포함하지 않는 상태의 보온성 감소 현상이 일어나지만, 실제 피복으로 착용시에 젖은

상태에서는 직물의 열전도율의 증대에 증발 방열이 더해지기 때문에 젖은 피복은 보온성이 크게 저하되어 피험자들은 서열감을 느끼지 못하는 것으로 생각된다. 실험 단계별로 안정을 취한 후의 처음 운동 단계인 step 2에서 남성은 6.00 '약간

따뜻하다'로 평가한 반면에 여성은 5.26으로 '보통이다'의 느낌이 강하였다. 특히 running 후의 walking 단계인 step 5에서는 성별에 따른 온열감 차이가 크게 나타났다. 남성은 6.68로 '따뜻하다'의 느낌 정도였지만, 여성은 7.81로 '덥다'의 느낌이 가깝게 나타났다. 그리고 운동을 마친 최종 휴식기의 온열감은 남성은 4.87로 '약간 춥다'에서 보통의 느낌인 반면 여성은 5.81로 '보통이다'에서 '약간 따뜻하다'로 나타났다. 실험 단계별로 소재별 유의차를 분석한 결과 온열감에 대한 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 남성의 경우에 소재 B 착용시는 step 6에서 소재 B 착용시는 step 4, 6, 소재 D 착용시는 step 6에서 '덥다'라고 평가하였다. 반면 여성은 소재 A 착용시 step 6, 소재 C 착용시 step 5, 소재 D 착용시 step 5, 6에서 덥다라고 평가하였다. 운동 단계에 있어서 러닝하는 단계인 step 4를 기준으로 실시 running을 할 때보다 그 이후의 온열감이 더욱 상승하고 있음을 알 수 있다. 그리고 운동을 최종적으로 마친 step 8에서 소재 A, B, C는 '약간 춥다'에서 '보통이다'의 느낌을 평가하였으나 소재 D의 경우에는 '약간 따뜻하다'에서 '따뜻하다'의 범위에서 평가하였다. 이는 소재의 두께와 중량이 크면 보온성이 커져서 온열감에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

습윤감을 전체 실험에 대해서 소재별로 유의차가 나타났는데 소재 B, C, D 착용시는 '약간 습하다'의 느낌을, 소재 A 착용시는 '보통이다'의 느낌을 나타내었다. 실험 단계별로는 step 2에서 성별 유의차가 나타났다. 남성은 4.75 '약간 습하다' 쪽의 느낌을, 여성은 '보통이다'의 느낌을 평가하였다. 소재별로 '습하다', '매우 습하다'로 평가한 단계는 남성의 경우, 소재 B, C, D 착용시 step 4, 5, 6, 7에서 나타났으며 여성은 소재 A, B 착용시 step 5, 6에서, 소재 D 착용시 step 4, 5, 6, 7에서 나타났다.

이는 의복내의 수분 증발이 원활하지 않아서 발한 이후 의복내 습도의 상승 개시가 빨라지고 습도 상승이 급속해짐에 따라서 의복 최내층 수증기압이 높아져 피부에서의 증발이 억제되어 피부의 표면이 축축해져 습윤감에서 습하다의 느낌을 평가한 것으로 생각된다. 또한 이것은 쾌적감 평가와도 관련될 것으로 여겨진다.

촉감은 전체 실험을 통하여 남성, 여성 모두 보통이다의 느낌이었다. 소재별로는 D가 '촉감이 좋지 않다', B, C 소재는 '좋지 않다'와 '보통이다'의 중간 정도, A 소재는 '보통이다'의 느낌으로 평가하였다. 실험 단계별로 소재별 유의차를 분석하면 유의한 단계가 없었으나, 여성은 소재 B 착용시 step 6, 소재 D 착용시 step 5, 6, 7에서, 남성은 소재 B 착용시 step 6에서 소재 D 착용시 step 7에서 '좋지 않다'에서 '아주 좋지 않다'로 평가하였다. Running을 한 이후의 walking 단계, 두 번째 jogging 단계에서 '촉감이 나쁘다'고 평가하였다. 직물이 피부에 접촉할 때의 느낌은 직물 표면의 거칠음과 관계되는 것으로 동일 원조 직을 사용하여 폴리우레탄 코팅 피막을 입힌 것이므로 수지의 피막 두께의 정도에 따라서 촉감이 달라진 것으로 생각된다.

쾌적감은 남녀 모두 '약간 불쾌하다'에서 '보통이다'의 느낌을 표현하였다. 전체 실험에 있어서 소재별로는 유의차가 나타났는데 소재 A 착용시 2.41(보통이다 쪽) 소재 B, C 착용시 2.66 (중간 범위), 소재 D 착용시 2.86(불쾌하다 쪽)으로 나타났다. 쾌적감의 평가에서 소재 모두에서 step 5, 6에서 '약간 불쾌하다'에서 '불쾌하다' 범위의 답을 하였다. Running을 마친 직후의 walking 단계이므로 이는 의복내 습도와와의 관련성이 큰 것으로 생각된다.

발한량 가운데 피부 또는 직물을 거쳐 증발하는 땀은 체열 방산에 있어서 불쾌감을 유발하지 않으나, 피부에 남아 있는 부착 땀, 피부에 잔존하는 땀, 흘러 떨어지는 땀은 피부면의 습도 상승을 유발하여 불쾌하고 끈적한 느낌을 주기 때문에 쾌적감에 영향을 미친 것으로 생각된다. <표 1>에 제시된 시료들의 표면특성을 비교하면, 표면의 마찰계수인 MIU는 모두 두께가 두껍고 중량이 큰 시료 D의 경우에 가장 크게 나타났으며, 마찰계수의 평균편차도 시료 D의 경우가 가장 높았다. 표면요철의 변동을 나타내는 SMD의 값은 경사의 경우에는 시료 D가 높았으며, 위사의 경우에는 시료 C의 경우가 높았다. SMD에 대한 MMD의 비를 시료별로 비교시에도 시료 A, B의 경우에는 경, 위사 평균이 0.007, 시료 C는 0.009, 시료 D는 0.013으로 나타났다. 따라서 동일 원조

직에 코팅시킨 투습방수포이므로 맘이 직물에 흡수되는 것은 섬유 자체의 흡수 능력도 물론 직물의 표면 상태와도 관련이 있는 것으로 여겨진다.

IV. 결 론

본 연구는 투습방수 소재 4종을 투습정도의 차이를 가지도록 의뢰, 제작하여 소재별 착용감에 있어서 어떠한 차이가 나타나는지를 살펴보고자 하였다. 스포츠 웨어인 트레이닝복으로 제작하여 20℃, 60% R.H의 표준상태 환경인 실험실에서 실험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 부위별 피부온을 소재별로 비교하면, 이마온에서는 변동폭이 다른 부위에 비해서 작게 나타났으며 $B > C > D > A$ 의 순이었으며, 체간부인 가슴온과 복부온 중에서 특히, 가슴온의 경우에 투습정도에 따른 결과와 반대의 경향을 나타내었다. ($D > C > B > A$) 사지부인 상완, 대퇴, 하퇴온 중에서 상완과 대퇴의 경우에 $D > C > B > A$ 의 순으로 높게 나타났다.
2. 의복 기후는 의복내 온도는 소재별 유의차가 나타나지 않았으나, 등과 가슴 부위에서의 의복내 습도는 소재별 유의차가 나타났다. 투습정도에 따른 소재별 차이와 역순으로 $D > C > B > A$ 의 순으로 나타났다. 가슴 부위에서는 소재 D는 81.43%, 소재 A는 75.52%로 약 6%의 차이가 나타난 반면에 등 부위는 소재 D가 84.58%, 소재 A가 70.58%로 약 14% 정도의 차이로 나타났다.
3. 체중변화량은 발한량을 의미하는 것으로 투습정도에 따른 결과와 반대인 $D > C > B > A$ 의 순으로 나타났다.
4. 주관적 감각을 소재별로 살펴보면, 온열감은 소재별로 $D > B > C > A$ 로 나타났다. 감각의 범위가 '보통이다'에서 '따뜻하다'로 나타났다. 습윤감은 B, C, D 소재는 착용시는 '약간 습하다', 소재 A 착용시는 '보통이다'의 느낌을 나타내었으며, 촉감은 소재 D는 '촉감이

좋지 않다', 소재 B, C는 '촉감이 좋지 않다'와 '보통이다'의 중간 정도, 소재 A 착용시는 '보통이다'로 나타났다. 쾌적감은 소재 A 착용시 '보통이다', 소재 B, C 착용시 중간 범위, 소재 D 착용시 '불쾌하다'로 나타났다.

주제어 : 투습방수포, 쾌적성, 체온조절반응

참 고 문 헌

1. 原田隆司(1986). 衣服内氣候の科學と衣生活, 日本纖維製品消費科學會誌, 27, 200-207.
2. 류숙희(1993). 면/폴리에스테르 양면 이중 편성물 내의 착용감에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 서울대학교, p. 3.
3. 류덕환(1987). 투습방수가공 외피포의 열전달능에 관한 연구, 계명대학교 과학논집, 13, 13-20.
4. 김성동·김삼수(1995). 투습방수 나일론 직물의 기능성 부여가공에 관한 연구, 한국섬유공학회지, 7(1), 23-31.
5. 유해형·김영호, 조현태, 심현주, 이광배(1993). 투습방수코팅 나일론 직물의 보온성 향상, 한국섬유공학회지, 30(3), 250-258.
6. 이정순·신혜원(1997). 시판되는 폴리우레탄 코팅포의 물성, 한국의류학회지, 21(8), 1346-1352.
7. 정경자·최석철(1994). 투습성 방수포의 세탁방법에 따른 물성변화에 관한 연구, 한국의류학회지, 18(5), 674-681.
8. 손순희(1988). 투습성 방수포의 소비성능의 변화, 효성가톨릭대학교 대학원, 석사학위논문.
9. 安田 武, 横山 宏太郎, 井尻 登喜子(1983). 透濕性防水布の性能に關する一考察, 日本纖維製品消費科學會誌, 24(11), 486-491.
10. 김경희(1992). 습윤이 투습방수 코팅된 나일론 직물의 기본태와 외관성능에 미치는 영향, 숭실대학교 대학원, 석사학위논문.
11. 정수경(1988) 양면 편조직으로된 운동복의 쾌적성능 평가, 충남대학교 대학원, 석사학위논문.

-
12. 이영숙·안태환(1991). 운동복의 기능성과 쾌적성에 관한 연구, *한국의류학회지*, 15(2), 127-138.
13. 이선우(1990). 투습발수직물과 보온단열 소재의 조합이 스키웨어의 쾌적감에 미치는 영향, 연세대학교 대학원, 석사학위논문.
14. 산업 제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체 위조사보고서(1997). 한국표준과학연구원, 서울:국립기술품질원.
15. Noble, B. J.(1986) *Physiology of Exercise and Sport Times Mirror/Mosby*, St. Louise, 387-390.
17. 성유진·이순원(1997). 추운 환경에서 노출된 부위에 따른 체온조절반응에 대한 연구, *한국의류학회지*, 21(6), 977-987.
16. 최영희(1994). 스커트와 슬랙스의 의복착용습관이 인체의 체온조절반응에 미치는 영향, 서울대학교 대학원, 박사학위논문.
18. Tokura, H., and Midorikawa T.(1985). Effect of Hydroscoically Treated Polyester Blouses on Sweating Rates of Sedentary Women at 33°C, *Textile Research Journal*, 55, 178-180.