

스키웨어 착용시의 온열생리학적 특성

Studies on the Thermo-Physiological Wearing on Ski-Wear

홍 현 실* · 성 수 광*

ABSTRACT

We study the ski wear which are compared at the materials and the designs and their human physiological and psychological response during exercise in a cold and air-conditioned environments.

Five men exercises in the experiment room with four types of ski-wears : two of one-piece and two of two-piece : two of special material and two of a normal material, respectively. We keep the environment at -5°C and speed of 3.6 mile/hr during the measurement of 13 points, which is a mean model of the Muju ski-resort at January 1996. We conclude the followings :

1. The ski-wear with special materials have higher than the normal type at mean skin temperature and rectal temperature.
2. Changes of temperature withing the clothes during the exercise is small, but the humidity within the clothes abruptly increases because of the weight loss.
3. Type A ski-wear with the special material has $295.5 \text{ g/m}^2\text{hr}$ weight loss, which is higher, and type D ski-wear is smaller
4. The special material shows comfortable in the thermal sensation.
5. In the design aspect of the ski-wears, the two-piece type ski-wear shows higher skin temperature and temperature & humidity within the clothes than the one-piece type due to the effect of the multiplicity.

1. 서 론

스키는 겨울철에 하는 옥외 스포츠로서, 때로는 -30°C 정도의 저온이나 강풍이 부는 한랭환경하에서 행하여지는 경우도 있다. 이러한 한랭환경은 신체기능을 저하시켜서 불편감을 증가시키므로 의복의 중요성이 더욱 강조된다. 인간과 환경 사이에 놓여 있는 스키웨어는 그 시대의 세련된 패션성이 요구될 뿐만 아니라 운동기능성, 안전성, 내구성 그리고 쾌적성을 구비하지 않으면 안된다(纖維學會, 1993).

따라서 환경이 인체에 미치는 영향이나 인간의 생리적 메커니즘을 인식하므로써 비로서 쾌적한 스키웨어를 만들 수 있는 것이다.

다양한 형태의 삶을 추구하는 현대인들의 관심은 점차 여가 시간의 건전한 활용 및 스포츠에 집중되고 있다. 이러한 사회적인 경향에 발 맞추어 신소재의 스키웨어의 개발이 활발히 진행되고 있다.

예컨대 태양 광선을 흡수하는 세라믹 투입의 신소재의 개발과 체내에서 방출하는 열을 가능한 발산하지 않는, 두 가지 기능을 합한 축열보온 소재의 스키웨어와 또 탁월한 방수·방풍의 효과와 운동시 발생되는 수분·열 배출을 위한 투습의 능력이 있고 보온의 효과가 매우 높은 힐스포(HEALSPO) 코팅 소재를 사용한 스키웨어도 개발되고 있다. 그리고 보온성과 심리적 만족감을 위

한 원피스, 투피스, 쓰리피스 타입의 디자인 개발도 진행되고 있다(이승무, 1987).

본 연구에서는 한랭하에서의 축열보온 소재 및 힐스포 소재와 같은 특수소재 스키웨어가 인체에 미치는 영향을 다른 일반 소재와 비교 고찰하고, 스키웨어의 디자인에 대한 보온성의 효과를 검토하기 위하여, 저온환경에서의 피험자의 온열생리학적 반응을 측정하였다.

2. 실 험

2.1. 피실험자

피실험자는 대구시에 거주하는 건강한 성인 남자 5명으로 그 신체적 특징은 표 1과 같다.

2.2. 환경조건

측정은 1996년 7월부터 9월 사이에 대구효성가톨릭대학교 의류학과 환경실험실에서 행하였으며, 측정시의 환경조건은 무주리조트의 1996년 1월 평균 온습도를 참고로하여 기온 $-5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 기습 $70 \pm 5\%$ RH, 기류는 2.5m/sec 이하로 조절하였다.

2.3. 실험 스키복

그림 1은 본 실험에 사용한 스키웨어의 형태를 나타낸 것이며, 스키웨어의 물리적 특성은 표 2에 나타내었다.

표 1. Physical characteristics of subjects

Subject	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	Rohrer index	Body surface area(m^2)	Metabolic rate ($\text{Kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$)
A	23	170	64	1.3	1.7	60.5
B	22	174	65	1.2	1.7	61.3
C	23	175	65	1.2	1.7	61.3
D	22	177	66	1.2	1.8	61.6
E	20	168	57	1.2	1.6	59.2

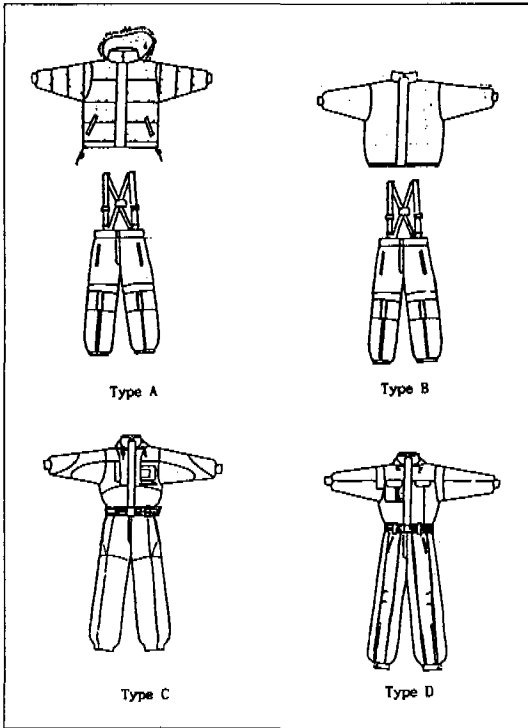


그림 1. Design of ski-wears

Type A는 투피스형으로써 겉면은 폴리우레탄/나일론 (50/50)의 힐스포(HEALSE)로 된 원단 소재이며, Type B는 투피스형으로써 겉면은 나일론 소재로 가공된 일반적인 스키웨어이다.

Type C는 원피스형으로써 겉면은 폴리에스테르와 나일론의 혼방직물로 이루어 졌으며, 세라믹 소재를 사용하여 체내에서 방출되는 열의 축적이 가능하고 태양열 흡수가 뛰어난 축열보온 소재이다.

Type D는 원피스형으로써 겉면은 폴리에스테르로 된 일반적으로 널리 시판 되고 있는 스키웨어이다.

속옷으로는 팬티, 반소매 런닝, 내의, 운동복을 착용하였고, 그 외에 양말, 운동화, 목도리를 착용하였다

2.4. 측정 방법

피험자는 식후 2시간이 경과한 후 준비실에서 60분간 안정시킨 다음, 기온 -5℃, 습도 70% RH 으로 조정된 환경실험실에 입실시켜 체중을 측정

표 2. Characteristics of the clothes used in the experiment

Clothes	Material fiber(%)	Cloth Structure	Density (yarns/in)	Thickness (mm)	Moisture transmission (g/m ² /24hrs)	Air permeability (cc/min/cm ²)	Warmth retention (%)	Weight (g)
A	① polyurethane/nylon(50/50) ② down/polyester(15/85) ③ polyester(100)	plain	90×43	4.57	98.25	0.35	76	1,083
B	① nylon(100) ② polyester(100) ③ nylon(100)	plain	128×17 6	3.85	96.75	0.21	72	1,041
C	① nylon/polyester(60/40) ② polyester(100) ③ polyester(100)	plain	128×82	3.05	99.00	0.79	74	1,604
D	① polyester(100) ② polyester(100) ③ polyester(100)	plain	160×19 2	2.75	97.00	2.55	70	1,589

Note : ① outer, ② padding, ③ inner

하고 실험 의복과 센서를 장착하여 30분간의 안정기를 거쳐 트레드밀로서 스키주행시의 에너지 평균소비량인 0.11Kcal/Kg/min (현송자, 1991)을 참고하여 산출한 3.6 mile/hr 속도로 45분간의 운동을 한 후 15분간의 휴식을 하는 동안의 피험자의 생리적·심리적 반응을 측정하였다.

측정항목은 피부온도, 직장온도, 체중감소량 (발한량), 의복기후, 맥박수, 혈압 및 쾌적감과 온냉감이다.

피부온도는 Hybric Recoder를 사용하여 이마, 등, 가슴, 옆구리, 상완, 전완, 손등, 손가락, 대퇴, 하퇴, 발등, 발가락의 12부위를 연속측정 하였으며, 평균피부온도는 Hardy & DuBois식(1983)으로 산출하였다.

의복기후는 Sensitive Hygrometer를 사용하여 가슴 및 등 부위의 온습도를 연속 측정하였고, 착용감은 일본 공기조화·위생공학회(1981)의 도수 척도표를 이용하여 실험중 15분 간격으로 피험자에게 신고 시켰다.

2.5. 통계 처리

각 실험 측정치는 Microsoft Excel을 이용하여 스키웨어별, 피험자별의 평균과 표준편차를 구하였으며, 계획법에 의한 검정방법인 분산분석(ANONA: Analysis of Variance)으로 유의차를 검정하고 항목간의 상관성을 보기 위해 Pearson의 상관분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 피부온도

그림 2는 운동부하시 스키웨어에 따른 평균 피부온도의 경시변화를 나타낸 것이다.

-5°C의 한냉조건에서의 피부온도는 운동 종료시에는 A형이 다른 스키웨어에 비해 약 1°C 정도 높

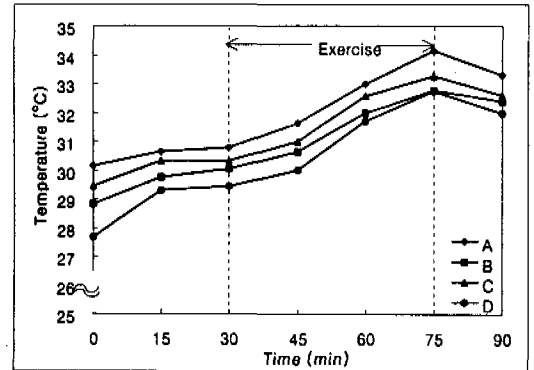


그림 2. Changes in mean skin temperature

았지만, 다른 스키웨어는 비슷한 온도를 나타내었다. 한냉시 평균 피부온도는 A > C > B > D의 순으로서 스키웨어 구성상 투피스형의 중첩의 효과가 크고 A, C의 특수소재가 일반소재보다 보온성이 높았다.

그리고 일반적으로 안정시 온열적 쾌적상태의 평균 피부온도는 33.0~34.0°C를 나타내었는데, (渡邊 등, 1976) 본 실험에서의 평균 피부온도는 31°C 전후를 나타내고 있어 쾌적상태에서 상당히 벗어난 불쾌영역에 속해 있음을 알 수 있었다.

평균 피부온도의 분산분석에 있어서는 1%의 유의수준에서 스키웨어 간에 유의한 차이가 있었으며, 피험자간에는 유의차를 보이지 않았다.

Table 3은 4종의 스키웨어 착용시 13부위의 피부온도간에 상관계수를 나타낸 것이다. 모든 부위에서 일률적으로 전 항목에서 유의한 정적 상관이 인정되었다. 구간부 피부온도 상관계수에 있어서 구간부에 대한 상지부보다 하지부의 상관관계가 높게 나타났다. 사지부 피부온도 간의 상호관계는 특히 수부 및 족부 피부온도의 상호간에 0.81~0.91의 높은 값을 나타내었다.

3.2. 직장온도

그림 3는 환경온도에 따른 직장온도의 경시변화

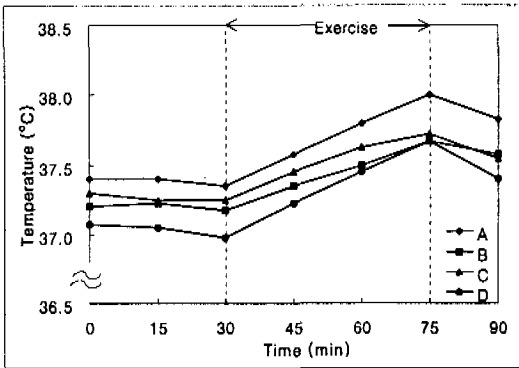


그림 3. Changes in rectal temperature

를 나타낸 것으로, 평균 피부온도의 변화와는 달리 직장온도의 변화폭은 운동 후 약 0.5°C 내외의 상승 변화를 보이다가 운동 종료시에는 다시 0.2°C~0.3°C 하강 하였다. 평균 피부온도에서와 같이 직장온도는 A>C>B>D의 순으로써 높아서, 투피스형의 중첩의 효과와 특수소재가 일반소재보다 보온성이 높음을 알 수 있었다.

직장온도의 분산분석에 있어서는 1% 유의수준에서 피험자간에 차이가 인정되었다.

3.3. 의복기후

피험자에게 스키웨어를 착용시켜 측정한 가슴과 등 부위의 측정시간에 따른 의복내 온도·습도 변화는 Fig. 4~5와 같다. 운동 시작후 가슴의 의복내 온도는 운동 초기의 bellow's ventilation의 정지로 인해 의복내 온도가 증가하는 것으로 보인다.(조길수등, 1992.)

의복내 온도는 32±1°C에서 쾌적감을 느끼는데(原田등, 1982.) 여기서는 약 23~26°C에 머무르고 있으므로 불쾌의 영역에 가깝다고 볼수 있다. 등 부위 의복내 온도 변화가 가슴 부위보다 2~4°C 높게 나타났는데 이것은 가슴으로 향한 기류의 직접적인 영향 때문이라 생각된다.

평균 피부온도에서와 같이 소재면에서는 힐스포

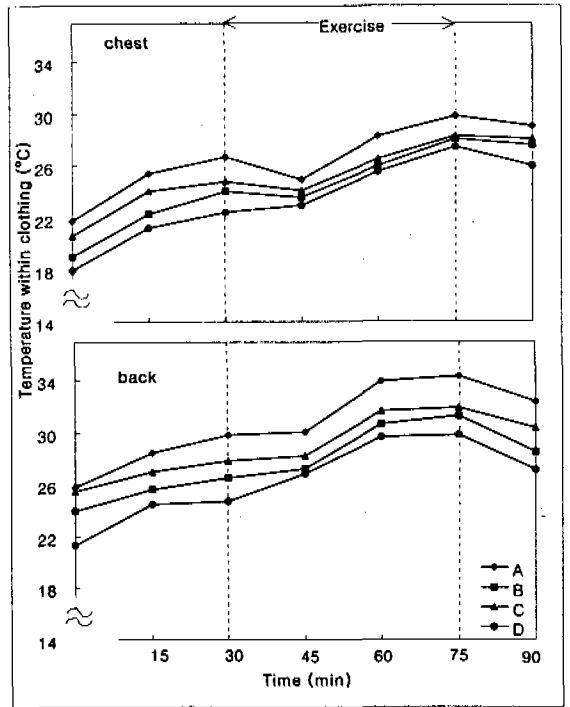


그림 4. Changes in temperature within clothing at chest and back

및 축열보온의 특수소재가, 디자인에서는 투피스형이 높은 보온력을 나타내었다.

의복내 온도의 분산분석 결과는 가슴의 의복내 온도에서는 5% 유의수준에서 피험자 간에 유의한 차이가 인정되었고, 등의 의복내 온도에서는 1% 유의수준에서 피험자간에 유의한 차이가 인정되었다.

한편, 시간 경과에 따라 운동 15분 후 가슴, 등 부위의 의복내 습도는 급격한 상승을 보이는데, 이것은 운동에 따른 신체의 발한에 기인한 것으로써 운동에 의한 발한 잠복기가 짧아서 반응이 빠른 것으로써 해석된다(橫山등, 1986).

가슴과 등의 의복내 습도의 분산분석의 결과는 1% 유의수준에서 스키웨어간에 차이가 인정되었고, 5%의 유의수준에서는 피험자간에 차이가 인정되었다.

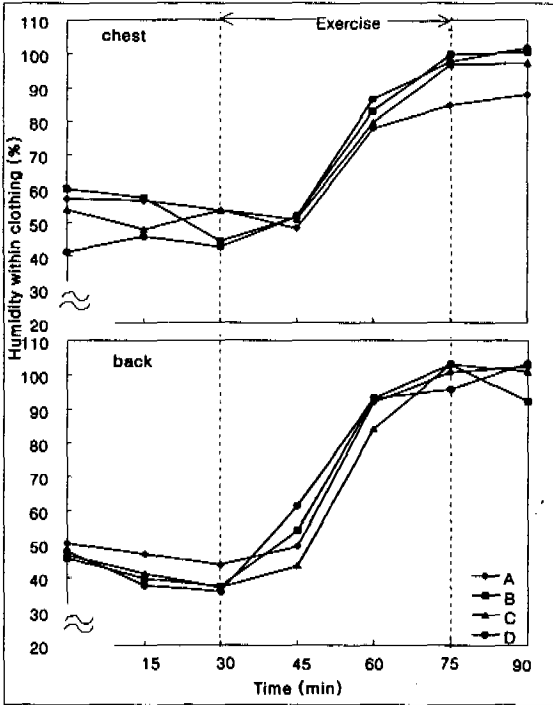


그림 5. Changes in humidity within clothing at chest and back

3.4. 발한량

스키웨어 착용시 측정시간에 따른 체중감소량은 그림 6에 나타내었다.

발한은 주로 겨드랑이, 등, 가슴 부위등의 구간 부에서 가장 많이 보였는데, 이것은 신체 구간부가

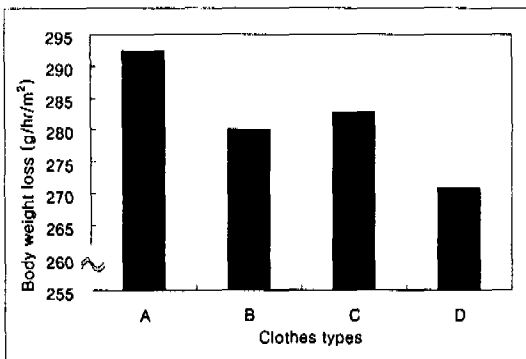


그림 6. Changes in body weight loss.

항체는 유지에 밀접한 관계가 있기 때문이며, 따라서 저온환경에서는 인체의 활동 상황 (체온 조절이나 발한을 동반하는 운동 등) 또한 고려되어야 한다(한주호와 남기영, 1986.). 체중감소량은 힐스 포코팅으로 제작된 A가 295.5 (g/hr/m²)로써 제일 높았고 D가 271.0 (g/hr/m²)로써 가장 낮게 나타났다.

3.5. 혈압

혈압의 경시변화는 그림 7에 나타내었고, 혈압, 피험자, 스키웨어간의 분산분석 결과는 최고혈압에서는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 최저혈압의 분산분석 결과는 5%에서 피험자간에 유의차를 보였다.

최고혈압에 있어서는 운동 전에는 유의한 차이를 보이지 않았으나 운동이 시작됨에 따라 15분후

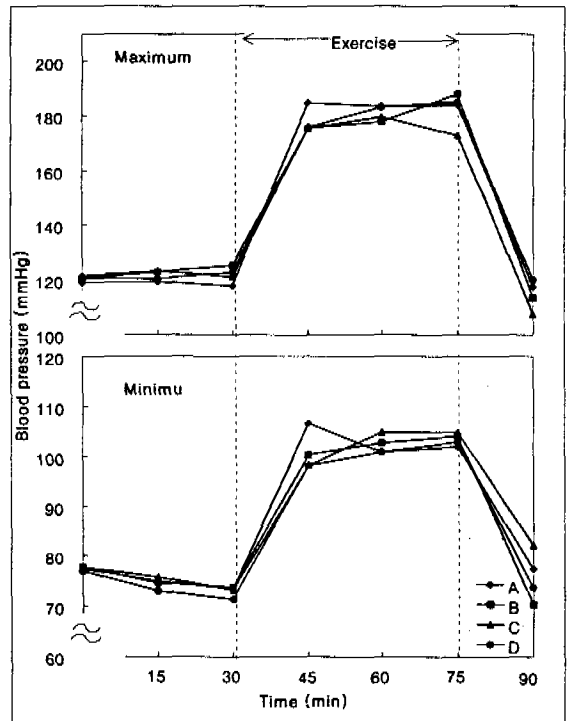


그림 7. Changes in maximum and minimum blood pressure

에 약 60mmHg가 급격히 상승하였다가 운동 후 급격히 하강하는 반응을 보였다.

최저혈압에 있어서 운동 전에는 약간의 감소변화를 보였다가 운동 후 15분간 약 30mmHg가 상승하여 운동 종료시까지 완만한 증가가 계속되다가 운동 후에 다시 운동 전의 상태로 되돌아왔다

3.6. 맥박수

피험자에게 스키웨어를 착용시켜 측정된 맥박의 경시변화는 그림 8과 같으며, 맥박수, 스키웨어, 피험자간의 분산분석 결과는 1%에서 피험자와 스키웨어간에 교호작용이 인정되었으며, 피험자와 스키웨어의 유의차는 인정되지 않았다.

맥박수는 안정기에 있어서 4종의 스키웨어간에 유의차를 거의 보이지 않았고 운동 후 15분까지 급격한 변화를 보였는데 이것은 운동에 의해서 체온이 급격히 상승하게 되면 방어 반응으로서 피부혈관이 확장되고, 근육과 심장의 대량의 혈액이 보내지므로 정맥압이 저하하며, 최저혈압이 저하함에 따라 심박출량이 감소하여 맥박수가 증가(酒井, 1992)하는 것으로 생각된다.

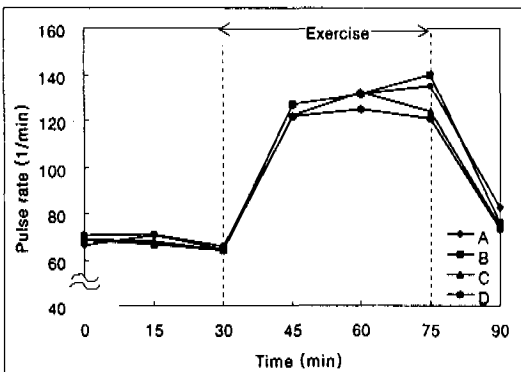


그림 8. Changes in pulse rate

3.7. 착용감

스키웨어 착용시 쾌적감의 경시변화는 Fig. 9와

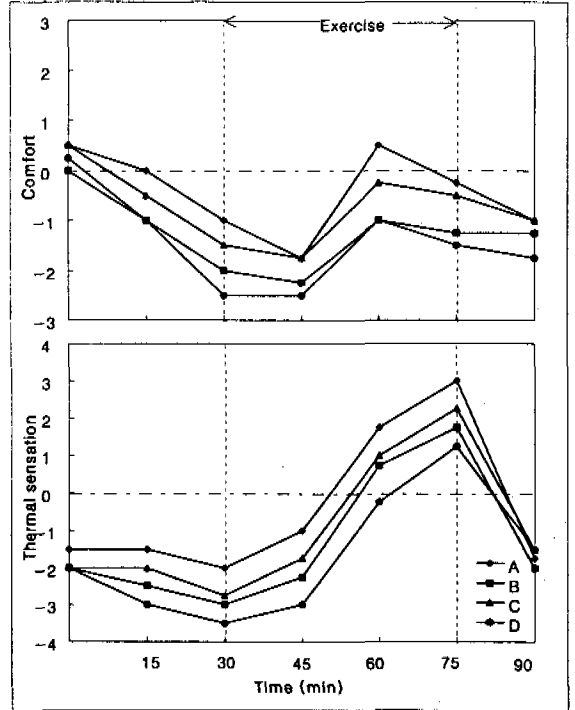


그림 9. Changes in comfort and sensation

같고 분산분석 결과는 5%에서 스키웨어, 피험자간에 유의차가 인정되었고, 교호작용 또한 인정되었다.

쾌적감은 스키웨어 A > C > B > D의 순으로 쾌적한 것으로 나타났다. 의복내 기후가 높았던 실험의 A, C형은 주관적 쾌적감에서도 온도가 높아서 쾌적한 것으로 평가된 반면 의복내 기후가 낮았던 스키웨어 B, D는 주관적 쾌적감에서 쾌적하지 못한 의복으로 평가되었다.

따라서 이들 주관적 착용감과 객관적으로 측정된 의복기후를 연결시켜 보면 -5℃의 한냉환경하에서 주관적 착용감은 의복 기후(酒井, 1991; 田村, 1984)와 관계가 높은 것으로 생각된다.

피험자에게 스키웨어를 착용시켜 측정시간에 따른 온냉감의 변화는 Fig. 8과 같고, 쾌적감, 피험자, 스키웨어의 분산분석 결과는 스키웨어간에 1%

에서, 스키웨어와 피험자간의 교호작용이 5%에서 유의차가 인정되었다.

온냉감은 '약간 따뜻하다', '덥지도 춥지도 않다', '약간 시원하다'인 경우를 쾌적대(平田, 1996; 石垣, 1989; Tsuzuki 등, 1993)로 볼때 운동직전 '시원하다' 와 '춥다' 에서 운동 종료시에는 '덥다', '약간 덥다', '약간 따뜻하다' 까지 변화 하였다가 안정후에는 다시 '시원하다' 까지 내려왔음을 볼 때 온냉감은 연속적인 운동과 더불어 변화하였음을 알 수 있다.

온냉감의 시간적 변화에 따른 경향은 앞에서 살펴본 평균 피부온도의 변화와 거의 일치하여서 이는 온냉감이 평균 피부온도와 정적인 상관이 있다고 생각한다.

4. 결 론

한냉하 운동시의 스키웨어의 소재 및 디자인의 차이가 인체의 생리적·심리적 반응에 미치는 영향을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 피부온도와 직장온도는 특수소재의 스키웨어가 일반소재에 비해 유의하게 높았고 맥박수와 혈압에서는 스키웨어간의 유의적인 차이가 없었다.
2. 운동시 의복내 온도의 변동은 작았으나, 의복내 습도는 발한에 의해 급격한 상승을 나타내었다.
3. 발한량은 특수소재의 A 스키웨어가 295.5g/m²hr로서 가장 높았고, D 스키웨어가 가장 작게 나타났다.
4. 착용감에서는 특수소재가 일반소재에 비해 쾌적한 것으로 나타났다.
5. 스키웨어의 디자인면에서는 투피스형이 원피스형보다 중첩의 효과로 인해 피부온도 및 의복내

온도와 습도가 높았다.

참 고 문 헌

- 이승무, "Skiwear 디자인에 관한 연구", 홍익대학교 산업미술대학원 석사학위논문, 1987.
- 조길수, 최종명, 이정주, 이선우, "투습발수직물과 축열보온섬유를 이용한 스키웨어의 쾌적감", 한국의류학회지, 16(2), 245~255, 1992.
- 한주호, 남기영, "심장 박동수를 통하여 관찰한 몇몇 신체 운동의 분석", 스포츠과학 연구보고서, 5(1), 5~15, 1968.
- 현송자, 스포츠 영양학, 21C 교육학, 서울, p.47, 1991.
- 纖維學會, おもしろい纖維のはなし, 日刊工業新聞社, 東京, pp.56~57, 1993.
- 渡邊ミチ, 田村照子, 天野美保, "Thermographyによる皮膚温測定(第1報) 環境温度25℃における成人女子の皮膚温分布", 文化女子大學 紀要, 7, 157~164, 1976.
- 原田隆司, 土田和義, 丸山淳子, "被服内氣候と被服材料", 日本纖維機械學會誌, 35(8), 350~357, 1982.
- 横山宏太郎, 松浦仁美, "衣服内氣候と決適性", 武庫川女子大學 紀要, 34, 19~28, 1986.
- 酒井清子, "溫熱生理學の基礎的研究-環境温による運動時, 安静時の快適性について", 名古屋女子大學 紀要, 38, 19~26, 1992.
- 酒井清子, "溫熱生理學の基礎的研究-被服形態の差異による着用快適性について", 名古屋女子大學 紀要, 37, 21-29, 1991.
- 田村和子, "スポーツウェアの生理機能に関する研究", テサントスポーツ科學 5, 273~284, 1984.
- 平田耕造, "體温調節系の働きと温冷感・湿润感", 日本纖維機械學會誌, 49(5), 269~273, 1996.

石垣尚男, “スキーウェアの視認性”, *デサントスポーツ科學*, 10, 209~215, 1989.

日本纖維機械學會 被服學體系化分科會, “被服科學總論(下卷)”, P.89, 1981.

Hardy, J.D. and DuBois, E.F. , “The technic of measuring radiation and convection”, *J. Nutr.* , 15, 461~475, 1938.

Kauzuyo Tsuzuki, Yutaka Tochihara, Tadakatsu Ohnaka and Yumiko Nagai, “The effects of wind and thermal radiation on thermal responses during rest and exercise in a cold environment”, *J. Therm. Biol.*, 18(5/6), 633~637, 1993.