

## 비타민 E 소재의 인체생리반응 및 쾌적성 평가

임 순 · 정 명 희<sup>†\*</sup>

인천대학교 패션산업학과 · 경희대학교 의류디자인전공\*

### Evaluation of Thermal Physiological Responses and Comfort in Vitamin E Fabric

Soon Im and Myung-Hee Chung<sup>†\*</sup>

Dept. of Fashion & Industry, Incheon University

Dept. of Textile & Clothing Design, Kyung Hee University\*

(2005. 2. 4. 접수: 2005. 5. 14. 채택)

#### Abstract

This study performed the evaluation of skin temperature, heart rate, temperature and relative humidity of microclimate, and subjective sensation, such as thermal sensation, wet sensation and comfort sensation to estimate physiological responses of the human body and its comfortable feeling to the vitamin E fabric. Experiments were performed on the five healthy adult women whose average age was 21, at climate chamber in which temperature, relative humidity and air current were set up below  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 15\%$  and  $0.2\text{m/s}$ , respectively. Two kinds of clothes were used for experiments: unfinished sports clothes, with the same form and the same size, of short-sleeved knit shirt and long trousers made with 100% cotton, and finished sports clothes printed with the vitamin E solution of the level of 0.88%. Exercises of walking (about 105 steps/minute) with the exercise intensity of 2.5 were performed for 20 minutes using treadmill. In result, the study showed significant difference ( $p < 0.01$ ) in average skin temperature between unfinished and finished sport clothes, and represented higher value with having unfinished sport clothes in wear than with finished one. The study also showed significant difference ( $p < 0.01$ ) in heart rate only during the period of exercise, and represented higher value generally with unfinished sport clothes than with finished one. There were significant differences not only in temperature of microclimate ( $p < 0.01$ ) but also in humidity of microclimate ( $p < 0.05$ ) between two sport clothes. As for the evaluation of subjective sensation, the study showed significant difference ( $p < 0.05$ ) in thermal sensation between the two kinds of sport clothes, significant difference in wet sensation only during the period of exercise, and significant difference ( $p < 0.05$ ) in comfort sensation only during the period of recovery.

*Key words:* vitamin E(비타민 E), 인체생리반응(thermal physiological responses), mean skin temperature(평균피부온), relative humidity of microclimate(의복내 습도), subjective sensation(주관적 감각).

#### I. 서 론

최근, 기능성 향상 및 건강 지향을 의복의 고부가가치의 요인으로 요구하는 시대적 대응으로써 노력,

이 논문은 2005년도 인천대학교 특별과제 연구에 의해 수행된 과제임.

\* 교신저자 E-mail : mhchung719@hanmail.net

바나나, 대나무, 키도산, 은 등 천연 소재를 이용한 친환경 쾌적 소재와 여러 가지 스킨 케어 기능을 함유한 건강 쾌적 소재들이 다양하게 연구 보고되고 있다.<sup>1-3)</sup> 그러한 소재들 중의 하나로 비타민 가공 섬유 연구도 진행되고 있다. 앞으로는 하루에 필요한 비타민 C를 단순히 티셔츠를 입을으로써 섭취하게 될 것이라고 주장했던 일본 후지방직에서는 인체의 피부와 접촉하면 비타민 C로 변하는 프로비타민을 함유한 V-UP 가공 섬유를 개발하여 실용화하고 있다.<sup>4)</sup> V-UP 섬유로 짠 티셔츠는 레몬 두 개 양의 비타민을 함유하고 있으며 30회 이상의 세탁성을 유지한다. 또한, 기초 화장품의 액정 제제를 응용하여 나노단위의 비타민 E 유도체를 지닌 유분층과 수분층이 샌드위치 구조로 형성된 액정 가공의 비타민 E 소재는 다중 보습막을 형성하여 안정하고 적절한 수분과 비타민 E 성분을 피부에 전달함으로써 노화 방지 효과를 돕는다고 보고하였다.<sup>5)</sup> 국내에서도 웰빙 분과 더불어 향균 방취, 자외선 차단 효과, 보습 유지, 노화 방지 등에 주목하여 비타민 가공 섬유를 비롯하여 숯, 은, 콩을 사용한 내의류와 유아복 등이 생산되고 있다.<sup>6)</sup>

그러나, 이러한 소재들은 고유 효능에만 치중하여

건강 증진, 쾌적성 향상, 피부의 노화 및 미백 효과에 대한 상품 선전의 형태로 중점 보고되어 있을 뿐, 착용시의 의복과 인체 사이에서 진행되는 유기적 생리 반응에 대한 연구 보고 자료는 거의 없다. 이에 본 연구에서는 건강 쾌적 소재가 인체에 미치는 직접적인 효과를 검토하기 위하여 이들 소재 중에서 비타민 섬유에 중점을 두고 연구를 계획하였다. 비타민 섬유 중에서도 피부의 노화 및 미백 효과가 있으며 인체의 산화를 방지하여 건강 증진에 효과가 있다고 보고되어 있는 비타민 E를 소재에 부착시킴으로써 인체에 미치는 생리적 효과를 검토하고, 객관적 기준치를 제시함으로써 건강 의류 제품에 대한 소비자의 신뢰도를 높일 목적으로 비타민 E 소재의 인체생리반응 및 쾌적성 평가를 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 피험자

피험자는 평균 연령 21세, 체중, 신장 및 체표면적의 평균치가 52.2kg, 161.2cm, 1.55m<sup>2</sup>, body mass index 가 20.07인 보통 체형의 건강한 성인 여자 5명이다. 각 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다. 실험 중

<표 1> 피험자의 신체적 특성

피험자	연령 (yr)	체중 (kg)	신장 (cm)	체표면적* (m <sup>2</sup> )	B.N.I.** (kg/m <sup>2</sup> )	월경주기
H.J.	21	56	160	1.59	21.88	L,p
H.S.	21	49	160	1.50	19.14	F,p
H.Y.	21	51	161	1.53	19.68	F,p
L.K.	21	47	158	1.46	18.83	L,p
S.Y.	21	58	167	1.66	20.80	L,p
Mean	21	52.2	161.2	1.548	20.066	
S.D.	0	4.66	3.42	0.079	1.261	

\* 체표면적 = 체중<sup>0.425</sup> × 신장<sup>0.725</sup> × 72.46.

\*\* Body mass index = 체중 / 신장<sup>2</sup>

월경주기 = M(Menstruation) : 월경, L,p(Luteal phase) : 황체기, F,p(Follicular phase) : 난포기

- 1) 林田隆夫, “エコロジー, 環境保全, スーパー繊維ほか,” 繊維消費學會誌 Vol. 45 No. 2 (2004), pp. 31-41.
- 2) 中村靖夫, “「新天然素材繊維」の特集にあたって,” 繊維と工業 Vol. 60 No. 1 (2004), pp. 25.
- 3) 番戸博友, “繊維用マイクロカプセル加功剤「ネオアージュ」シリーズ,” 繊維機械學會誌 Vol. 57 No. 7 (2004), pp. 23-26.
- 4) 糸山光紀, “着るビタミン-V-UP,” 繊維消費學會誌 43권 3호 (2002), pp. 39-42.
- 5) 林田隆夫, “ヒーリング, ユニークな健康繊維, 変色・再歸反射, 高感性,” 繊維消費學會誌 Vol. 45 No. 1 (2004), pp. 28-36.
- 6) “[웰빙]건강-천연소재 기능성 의류 붐물,” 동아일보 (2003년 9월 6일).

피험자의 일주기리듬(circadian rhythm)의 영향을 최소화하기 위하여 동일 피험자에 한하여 동일한 시간대에 맞추어 실험을 실시하였다.

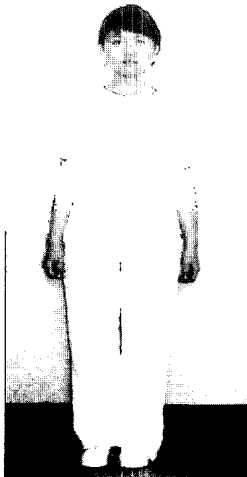
## 2. 실험복 조건

피험자의 착의는 면 100% 메리야스직 반소매와 긴 바지의 동일 형태, 동일 사이즈의 운동복과 속옷으로 브레지어와 팬티를 착용하였다. <그림 1>은 실험복 착의 사진이다.

운동복은 가공하지 않은 것(미가공 운동복)과 운동복 안쪽에 비타민 E 수용액을 0.88% 농도로 날염 가공(가공 운동복)한 운동복 2종류이다. 본 실험에 사용한 비타민 E 소재는 한국 바이온에서 가공한 소재로, 비타민 E 수용액의 혼합 비율은 <표 2>와 같다.

## 3. 환경 조건 및 실험 순서

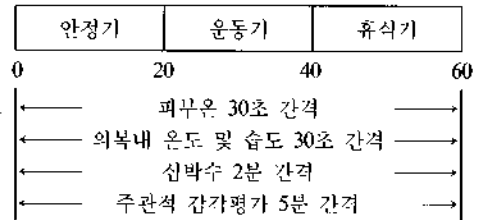
실험은 환경 온도 30±1℃, 상대 습도 50±5%, 기류 0.2m/s 이하로 설정된 인공 기후실에서 실시하였다. 피험자는 실험복으로 갈아입고 의자에 앉은 자세로 30분간의 안정기를 거친 후 측정에 들어갔다. 각 항목의 측정 순서는 운동전 안정기 20분, 운동기 20분, 운동 후 휴식기 20분으로 총 60분간 측정하였다. 운동은



<그림 1> 실험복.

<표 2> 비타민 E 수용액 혼합비율

원료명	혼합비율 (%)
Bion water	90
Microcapsule vitamin E	2
Tocopherol(액상) + Alcohol	2+1
Tocopherol(분말) 50%	3
Binder	3
계	100



<그림 2> 실험순서.

트레이드밀(Grant, PKS-920)을 사용하여 운동강도 2.5의 걷기 운동(약 105보/분)을 20분간 실시하였다. 실험순서는 <그림 2>와 같다.

## 4. 측정 항목

측정 항목은 피부온, 의복내 온도 및 습도, 심박수, 주관적 감각 평가이다.

피부온은 써미스터 센서(Technol Seven, 731-0)를 사용하여 이마, 가슴, 등, 전완, 대퇴, 하퇴 부위를 측정하여, Hardy & DuBois와 Ramanathan의 안분비율법<sup>7)</sup>에 의한 계산식을 이용하여 평균 피부온을 산출하였다. 의복내 온도 및 습도는 의복내 온습도 전용 센서(DAKARA Co.)를 가슴 부위에 부착하여 측정하였다. 피부온과 의복내 온도 및 습도는 30초 간격으로 측정하였다. 심박수는 전자 손목 측정기(Polar Electro, CE 0537)를 사용하여 2분 간격으로 측정하였다. 온열감, 습윤감, 쾌적감의 주관적 감각 평가 3항목은 일본 공조위생공학회 온열감 소위원회 시안을 참조<sup>8)</sup>하여 <표 3>과 같이 온열감은 9단계, 습윤감은 7단계, 쾌적감은 4단계로 평가하였다. 주관적 감각 평가는 5분 간격으로 측정하였다.

7) 日本生理人類學會, 人間科學計測ハンドブック (東京: 技報堂, 1996), p. 198.

8) 田村照子, 基礎被服衛生學 (東京: 文化出版局, 1991), p. 76.

〈표 3〉 주관적 감각 평가 척도

온열감	습윤감	쾌적감
1. 매우 덥다.	1. 매우 축축하다.	1. 쾌적
2. 덥다.	2. 축축하다.	2. 조금 쾌적
3. 따뜻하다.	3. 조금 축축하다.	3. 불쾌
4. 조금 따뜻하다.	4. 어느쪽도 아니다.	4. 매우 불쾌
5. 어느쪽도 아니다.	5. 조금 건조하다.	
6. 조금 서늘하다.	6. 건조하다.	
7. 시늘하다.	7. 매우 건조하다.	
8. 춥다.		
9. 매우 춥다.		

5. 결과 분석

각 측정 항목의 결과는 피험자 5명의 평균치 및 표준오차를 산출하였다. 미가공 운동복과 가공 운동복 간의 차이를 검토하기 위한 통계분석은 엑셀 통계 해석 시스템에 의한 2원 배치분산분석에 의하여 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

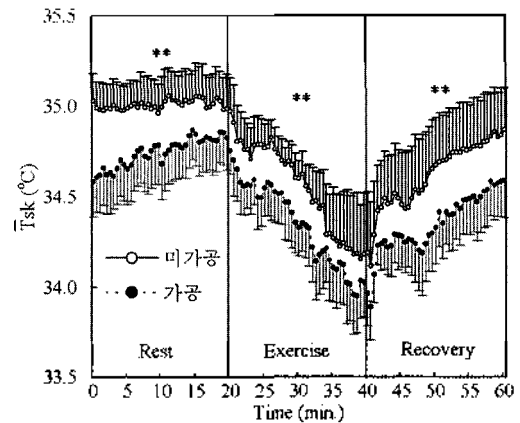
1. 평균피부온

평균피부온의 결과는 〈그림 3〉에 나타내었다. 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 유의한 차이 ( $p<0.01$ )가 확인되었고, 미가공 운동복이 가공 운동복 보다 높은 수치를 나타내었다. 평균 수치는 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 약 35.0°C와 34.7°C, 운동기에는 약 34.5°C와 34.3°C, 회복기에는 약 34.6°C와 34.4°C를 나타내었다.

林田<sup>9)</sup>는 액정 가공의 비타민 E 소재는 다중보습막을 형성하여 안정적이고 적절한 수분과 비타민 E 성분을 피부에 전달한다고 보고하였다. 본 실험에서의 가공 운동복 착용시의 피부온 저하는 林田가 보고한 바와 같이 비타민 E 액정 가공에 의해 형성되었을 보습막과 피부에 전달된 수분의 영향이라고 본다. 즉,

고온 환경의 실험실에서 안정기에 발생한 열적 스트레스로 인한 체온의 상승 방지를 위하여 비타민 소재에서 피부면에 전달된 수분은 피부면으로부터의 습성방열(wet heat loss)을 촉진시킴으로써 피부온을 저하시키는 결과를 나타내었다고 추측한다.

Nakayama 등<sup>10)</sup>은 피부온은 운동 강도에 비례하여 감소하며, 그것은 발한을 일으키지 않는 가벼운 정적 운동에서도 일어남을 확인하고, 운동에 따른 피부 혈관 수축이 피부온 감소의 주요 원인임을 시사하였다. 鳥井 등<sup>11)</sup>도 운동시의 피부온 감소는 운동 강도에 의존하고 있음을 시사하였다. 大貫 등<sup>12)</sup>은 운동량의 부가에 따른 피부온의 변화를 검토한 결과, 피부온의 반응은 피부 혈관 반응의 특징을 반영하는 것으로, 운동 강도가 클수록 피부 혈관 수축역은 말초부에서부터 체간부로 확대된다고 보고하였다. 본 실험에서도 평균 피부온은 운동 중에는 감소, 운동 후 회복기에는 상승하는 경향을 나타내며 상승의 견해를 지지하는 결과를 나타내었다. 즉, 운동 부가에 따른 체내의 열적 스트레스를 해소하기 위하여 발현하는 땀에 의한 증발 방열과 피부 혈관 수축이 피부온 감소의 원인으로 추측된다. 운동 후 회복기에서의 피부온 상



〈그림 3〉 평균피부온(평균±평균오차). \*\* $p<0.01$ .

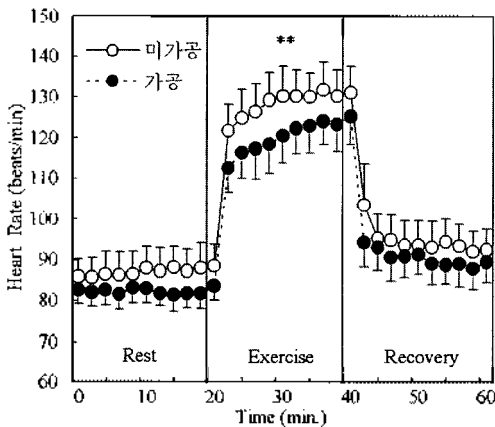
9) 林田隆夫, *Op. cit.*, pp. 28-36.  
 10) T. Nakayama, Y. Ohnuki and K. Niwa, "Fall in Skin Temperature during Exercise," *Japan. Journal of Physiol* Vol. 27 (1977), pp. 423-437.  
 11) 鳥井正史, 山崎昌廣, 佐佐木隆, "Thermographyによるsubmaximal自轉車驅動時の上肢皮膚溫の觀察," *生理人類學會誌* Vol. 6 No. 1 (1987), pp. 21-24.  
 12) 大貫義人, 丹羽健市, 中山昭雄, 平原豊弘, "發汗を伴わない運動時の皮膚溫について," *日生氣象誌* Vol. 16 No. 1 (1979), pp. 36-41.

승은 운동 중의 정신적 긴장과 근육축, 연속적인 말초 피부 혈관 수축으로부터의 해소에 따른 혈류량의 증가에 의한 결과라고 예측한다.

2. 심박수

〈그림 4〉는 심박수의 결과이다. 미가공 운동복과 가공 운동복 간에는 운동기에만 유의한 차이( $p<0.01$ )를 나타내었으며, 전체적으로 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 평균 수치는 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 87회/분과 82회/분으로 안정된 수치를 보였으며, 유의한 차이를 나타낸 운동기에는 운동 시작 직후 약 28~33회/분의 급격한 증가를 보이며, 평균치는 129회/분과 120회/분을 나타내었다. 회복기의 평균치는 95회/분과 90회/분을 나타내었다.

운동시 심박수 증가는 운동 강도<sup>13,14)</sup>와 자율신경<sup>15)</sup>에 따른 혈류량의 변화와 긴장에 의해 영향을 받는다. 운동 중의 심박수 증가는 말초 피부 혈관 수축과 체내 혈관 확장으로 인한 1회 심장 박출량의 증가에 따른 결과라고 추측된다. 운동 직후에 나타난 심박수



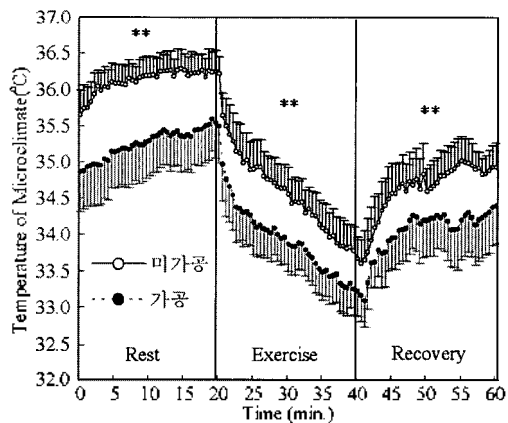
〈그림 4〉 심박수(평균±평균오차). \*\* $p<0.01$ .

의 급격한 증가 현상은 자율신경의 변화에 따른 것으로<sup>16)</sup> 정적 자세에서 동적 자세로 이동하면서 나타난 교감신경의 긴장에 의한 결과라고 볼 수 있다.

3. 의복내 온도

〈그림 5〉는 의복내 온도의 결과이다. 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 유의한 차이( $p<0.01$ )를 나타내었으며, 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 평균 수치는 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 약 36.1℃와 35.3℃, 운동기에는 약 34.5℃와 33.9℃, 회복기에는 약 34.6℃와 34.1℃를 나타내었다. 시간의 경과에 따른 변화는 미가공 운동복과 가공 운동복 모두 동일한 변화로, 평균 피부온의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

의복내 기후는 피부와 의복사이에 형성된 미세기후로서, 菊次 등<sup>17)</sup>은 의복내 온도와 평균 피부온과는 매우 높은 상관관계를 유지한다는 연구 결과를 보고하였다. 前川 등<sup>18)</sup>도 의복내 기후에 영향을 미치는 직접적인 요소로 환경조건과 피부온을 지적하였다. 피부온의 상승과 그로 인한 방열은 의복내 공기층을



〈그림 5〉 의복내 온도(평균±평균오차). \*\* $p<0.01$ .

- 13) Per-Olof, Åstrand and Bengt Saltin, "Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity," *J. Appl. Physiol.* Vol. 16 No. 6 (1961), pp. 977-981.
- 14) S. Keteyian, C. R. C. Marks, A. B. Levine, F. Fedel, J. Ehrman, T. Kataoka and T. B. Levine, "Cardiovascular responses of cardiac transplant patients to arm leg exercise," *Eur. J. Appl. Physiol.* Vol. 68 (1994), pp. 441-444.
- 15) 池上晴夫, 身體機能の調節性 (東京: 朝倉書店, 1997), pp. 62-65.
- 16) 池上晴夫, *Op. cit.*, pp. 62-65.
- 17) 菊次初子, 岩本佳子, "衣服氣候の人間工學的研究," *家政學會誌* Vol. 26 No. 3 (1975), pp. 191-196.
- 18) 前田亞紀子, 山崎和彦, 飯塚幸子, "透濕性及び非透濕性衣服着用時における運動時の生理心理學的效果," *實踐女子大學生活科學紀要* No. 34 (1997), pp. 80-86.

따뜻하게 하여 의복내 온도가 상승한다. 본 실험에서의 의복내 온도 변화는 미가공 운동복보다 가공 운동복의 피부온이 낮았던 피부온의 결과에 상응하는 것이라고 사려된다.

**4. 의복내 습도**

〈그림 6〉은 의복내 습도의 결과이다. 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 유의한 차이( $p<0.05$ )를 보였으며, 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 평균 수치는 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 약 46%와 44%, 운동기에는 약 56%와 51%, 회복기에는 약 79%와 73%를 나타내었다. 의복내 습도는 의복내 온도의 결과와 반대 경향을 나타내었으며, 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 동일한 변화를 보였다.

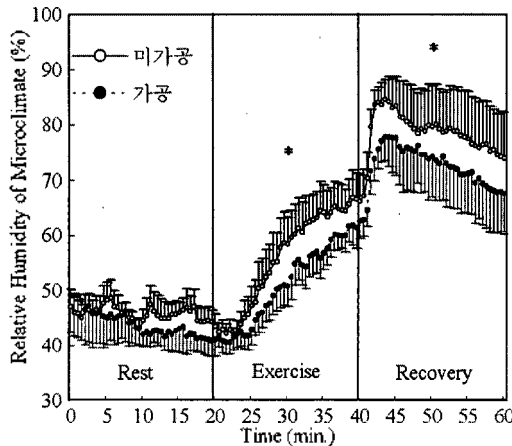
前田 등<sup>19)</sup>, 三野 등<sup>20)</sup>은 운동시 의복내 기후 변화의 주요 요인으로 운동복 소재 선택의 중요성을 보고하였다. 즉, 흡수성이 좋은 소재는 방수량을 크게하여 수분 증발에 의한 열 이동을 용이하게 하여 피부온의 상승을 막고, 의복내 기후조건을 적절하게 조절해 준

다는 것이다. 본 연구 결과는 동일 소재의 경우, 가공 효과에 따라서 의복내 기후가 달라짐을 시사한 것으로써 의복내 수증기량의 흡수율과 외부로의 방출량은 비타민 E 가공 소재가 미가공 소재보다 높을 가능성을 시사하였다.

**5. 주관적 감각평가**

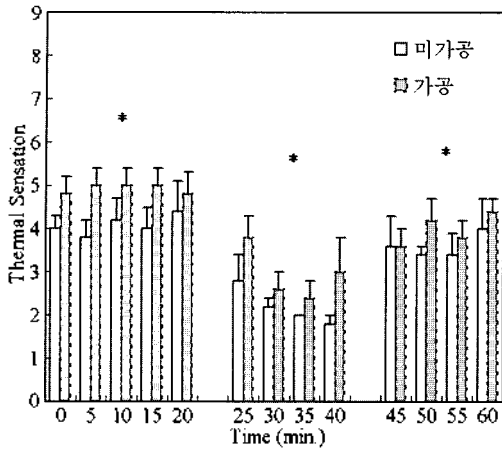
〈그림 7〉 ~ 〈그림 9〉는 주관적 감각 평가인 온열감, 습윤감 및 쾌적감의 결과이다. 두 운동복 간에 유의한 차이( $p<0.05$ )를 보인 온열감은 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 조금 따뜻하다와 어느 쪽도 아니다, 운동기에는 덥다와 따뜻하다, 회복기에는 두 운동복 모두 조금 따뜻하다로 나타났다. 운동기에서만 유의한 차이( $p<0.05$ )를 보인 습윤감은 미가공과 가공 운동복 각각 안정기에는 모두 어느 쪽도 아니다, 운동기에는 축축하다와 조금 축축하다, 회복기에는 조금 축축하다와 어느 쪽도 아니다로 나타났다. 쾌적감은 미가공과 가공 운동복간에서 거의 유사한 경향을 나타내었는데 안정기에는 모두 조금 쾌적, 운동기에는 모두 불쾌, 회복기에는 미가공과 가공 운동복 각각 불쾌와 쾌적으로 유의한 차이( $p<0.05$ )를 나타내었다.

인체는 운동과 함께 체온이 상승하며, 열적 스트레스를 최소화하기 위하여 발한 현상을 통하여 수분증발에 의한 체열방산으로 피부온은 감소한다<sup>21)</sup>. 이러한 인체 리듬에 따라 형성되는 인체와 의복 사이의 의복내 기후조건은 덥다, 상쾌하다, 축축하다 등의 온냉감과 습윤감에 깊이 관계하며, 착의시의 쾌적성을 판단하는 중요한 요인이 된다<sup>22,23)</sup>. 미가공복과 가공복 간의 온열감과 습윤감의 차이는 인체 생리 반응에 상응하는 결과라고 할 수 있으며, 쾌적감에서도 특히, 의복내 습도는 미가공복과 가공복과의 차이를 보인 회복기에서 불쾌와 쾌적이라는 감각적 유의차를 나타내면서 의복내 기후와 쾌적성과의 연관성을 시사하였다.

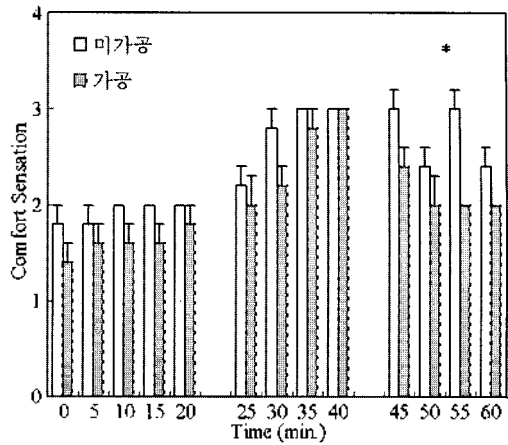


〈그림 6〉 의복내 습도(평균±평균오차). \* $p<0.05$ .

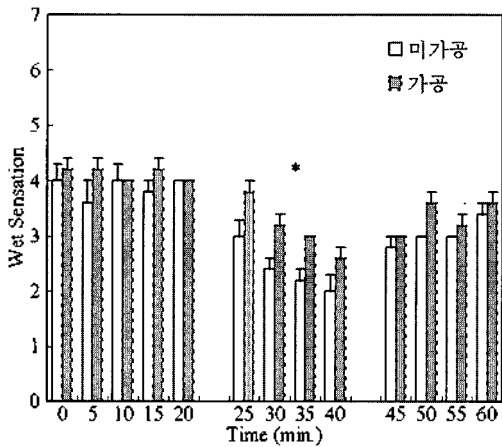
19) 前田亞紀子, 山崎和彦, 飯塚幸子, *Op. cit.*, pp. 80-86.  
 20) 三野耕, 田中登喜代, 弓削治, “스포츠時の人体生理機能とスポーツウェアの素材との關係,” *デサントスポーツ科學* No. 1 (1987), pp. 116-126.  
 21) 田村照子, “着衣の快適性に關する温熱生理學的研究,” *日本家庭學會誌* Vol. 44 No. 9 (1993), pp. 703-712.  
 22) 田村和子, 弘田壽子, 田中道一, “스포츠ウェアの生理機能に關する研究,” *デサントスポーツ科學* No. 5, (1991), pp. 273-284.  
 23) 原田隆司, “衣服の快適性感覺計測,” *日本纖維消費學會誌* Vol. 36 No. 1 (1995), pp. 24-30.



〈그림 7〉 주관적 감각평가, 온열감(평균±평균오차). \* $p<0.05$ .



〈그림 9〉 주관적 감각평가, 쾌적감(평균±평균오차). \* $p<0.05$ .



〈그림 8〉 주관적 감각평가, 습윤감(평균±평균오차). \* $p<0.05$ .

#### IV. 결론 및 제언

피부의 노화 및 미백 효과가 있으며, 인체가 산화되는 것을 방지하는 효과가 있다고 보고되어 있는 비타민 E 용액을 섬유에 부착시킴으로써 인체에 미치는 생리적 효과를 검토하여 건강 의류 제품에 대한 활용 방안을 향상시킬 목적으로, 미가공 운동복과 비타민 E 용액을 날염 가공한 운동복에 대한 인체 생리 반응 및 감각 평가를 실시하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 피부온은 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 차이( $p<0.01$ )가 나타났으며, 미가공 운동복

착용시가 가공 운동복 착용시보다 높은 수치를 나타내었다. 시간의 경과에 따른 변화는 안정기에는 일정한 수치를 유지하다가 운동과 함께 감소, 회복기에는 다시 증가하였다.

2. 심박수는 미가공과 가공 운동복 간에 운동기에만 유의한 차이( $p<0.01$ )를 보였으며, 전체적으로 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 시간 경과에 따른 변화는 안정기에는 일정한 수치를 유지하다가 운동시작과 동시에 급격하게 증가하였으며, 운동 종료 직후에는 다시 급감 후 일정한 수치를 나타내었다.
3. 의복내 온도는 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 유의한 차이( $p<0.01$ )가 나타났으며, 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 시간의 경과에 따른 변화는 미가공 운동복과 가공 운동복 모두 동일한 변화로써, 평균 피부온과 비슷한 경향을 나타내었다.
4. 의복내 습도에서도 미가공 운동복과 가공 운동복 간에 유의한 차이( $p<0.05$ )를 보였으며, 미가공 운동복이 가공 운동복보다 높은 수치를 나타내었다. 시간의 경과에 따른 변화는 두 종류의 운동복 모두 안정기에는 시간의 경과에 따라 약간 감소하다가 운동 시작과 동시에 증가하였고 운동 종료 직후에도 급격한 증가를 보인 후 서서히 감소하였다.
5. 주관적 감각 평가에서 온열감은 두 종류의 운동

복간에 유의한 차이( $p<0.05$ )를 보였으며, 습윤감은 운동기에서, 쾌적감은 회복기에서 유의한 차이( $p<0.05$ )를 나타내었다.

이상의 결과로부터 미가공 운동복과 비타민 E 용액으로 날염 가공한 운동복 간에 나타난 수치적 차이를 통하여 비타민 E 가공 소재에 의한 인체생리반응의 차이를 확인하였다. 심박수의 경우, 유의차( $p<0.01$ )를 나타낸 운동기에는 미가공과 가공 운동복 착용간의 차이가 약 10회/분으로 가공 운동복을 착용할 경우가 혈류량 억제를 완화시켜 운동부가 능력의 저하를 감소시킬 수 있음을 시사하였다. 또한, 피부온( $p<0.01$ ), 의복내 온도( $p<0.01$ ) 및 습도( $p<0.05$ )의 결과로부터 비타민 E 가공 운동복을 착용하였을 경우가 운동시의 열적 스트레스를 다소 감소시킬 수 있다는 가능성을 예측할 수 있었다.

본 연구는 비타민 E 소재의 물리적 특성에 관한 측정을 실시하지 않고 가공 소재의 인체생리반응과 감각 평가를 우선적으로 실시하였다. 동일한 소재에 비타민 E 용액을 날염하는 과정에서 소재의 두께나 밀도 변화에 의한 투습성 및 흡수성 등의 물성 변화가 예측된다. 따라서 추후 물리적 특성 평가를 실시하여 본 연구 결과와 면밀하게 분석 검토해야 할 과제가 남아있다. 본 연구를 시작으로 비타민 E 소재에 대한 보다 구체적인 후속 연구를 통하여 비타민 E 소재가 인체생리반응 및 쾌적성에 미치는 영향에 대하여 재검토하여, 보다 건강하고 기능적인 의복 설계를 통해 고부가가치 섬유산업의 발전에 기여할 수 있는 객관성 있고 유용한 데이터를 축적해 나아가고자 한다.

## 참고문헌

- 菊次初子, 岩本佳子 (2004). “衣服氣候の人間工學的研究.” *家政學會誌* Vol. 26 No. 3.
- 番戶博友 (2004). “纖維用マイクロカプセル加功劑「ネオア-ジュ」シリーズ.” *日本纖維機械學會誌* Vol. 57, No. 7.
- 中村靖夫 (2004). “「新天然素材纖維」の特集にあたって.” *日本纖維と工業* Vol. 60 No. 1.
- 林田隆夫 (2004). “エコロジー, 環境保全, スーパー纖維ほか.” *日本纖維消費學會誌* Vol. 45 No. 2.
- 林田隆夫 (2004). “ヒーリング, ユニークな健康纖維, 変色・再歸反射, 高感性.” *日本纖維消費學會誌* Vol. 45 No. 1.
- 糸山光紀 (2002). “着るビタミン-V-UP.” *日本纖維消費學會誌* Vol. 43 No. 3.
- 日本生理人類學會 (1996). *人間科學計測ハンドブック*. 東京: 技報堂.
- 田村照子 (1991). *基礎被服衛生學*. 東京: 文化出版局.
- 田村照子 (1993). “着衣の快適性に關する温熱生理學的研究.” *日本家庭學會誌* Vol. 44 No. 9.
- 田村和子, 弘田壽子, 田中道一 (1991). “スポーツウェアの生理機能に關する研究.” *デサントスポーツ科學* No. 5.
- 鳥井正史, 山崎昌廣, 佐佐木隆 (1987). “Thermographyによるsubmaximal自轉車驅動時の上肢皮膚温の觀察.” *生理人類誌* Vol. 6 No. 1.
- 大貫義人, 丹羽健市, 中山昭雄, 平原豊弘 (1979). “發汗を伴わない運動時の皮膚温について.” *日生氣象誌* Vol. 16 No. 1.
- 池上晴夫 (1997). *身體機能の調節性*. 東京: 朝倉書店.
- 前田亞紀子, 山崎和彦, 飯塚幸子 (1997). “透濕性及び非透濕性衣服着用時における運動時の生理心理學的効果.” *實踐女子大學生活科學紀要* No. 34.
- 三野耕, 田中登喜代, 弓削治 (1987). “スポーツ時の人体生理機能とスポーツウェアの素材との關係.” *デサントスポーツ科學* No. 1.
- 原田隆司 (1995). “衣服の快適性感覺計測.” *日本纖維消費學會誌* Vol. 36 No. 1.
- Keteyian, S., C. R. C. Marks, A. B. Levine, F. Fedel, J. Ehrman, T. Kataoka and T. B. Levine (1994). “Cardiovascular Responses of Cardiac Transplant Patients to Arm Leg Exercise.” *Eur. J. Appl. Physiol.* Vol. 68.
- Nakayama, T., Y. Ohnuki and K. Niwa (1977). “Fall in Skin Temperature during Exercise.” *Jpn. J. Physiol.* Vol. 27.
- Per-Olof, Åstrand and Bengt Saltin (1961). “Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various Types of Muscular Activity.” *J. Appl. Physiol.* Vol. 16, No. 6.