

## 서열환경하에서 체지방률에 따른 오전과 오후의 체온조절반응

김성숙 · 이정숙 · 김희은

경북대학교 의류학과

### Thermoregulatory Responses of AM & PM with Body Fat Rate at a Hot Environment

Seong-Suk Kim, Jung-Sug Lee and Hee-Eun Kim

Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University, Daegu, Korea

**Abstract** : With regard to the fact that temperature of human body remains almost constant at 37°C, changes by circadian variation, this study intended to investigate the effect of circadian rhythm on physiological responses of human body according to body fat rate. Fifteen healthy adult women were recruited for this study and were measured body fat as a method of bio impedance. We organized subjects into three groups ; low body fat group(group L-less than 20% of body fat), medium body fat group(group M-20%~30% of body fat) and high body fat group(group H-more than 30% of body fat). The experiment was carried out in a climate chamber of 32°C, 60% RH with the repeat of 'Exercise' and 'Rest' period. Subjects participated in two experiments, one is morning experiment(called 'AM'), the other is afternoon experiment(called 'PM'). The results of this study are as follows ; As to the variation of rectal temperature, group L and M had a significant difference in the time of the day between AM and PM, but group H had almost the same rectal temperature in the two kinds of experimental time. The reason why group H had a smaller difference in the circadian rhythm of rectal temperature in this study is estimated at the Budd et al.(1991)'s results that body fat had effects on reduction in thermogenesis, radiation, mean skin temperature, and increase in insulation of the tissues. Group M had the highest mean skin temperature in the 'PM'. All the 3 groups didn't have stable values in 'AM'. But it showed more stable in 'PM' than 'AM'. Sweat rate was the highest in group H in both 'AM' and 'PM'. Group M had larger sweat rate in 'PM' than 'AM'. but in group L and H, sweat rate was almost the same in two kinds of time of the day. This result suggests that who have more or less body fat have larger difference in sweat rate between morning and afternoon than who have normal body fat.

**Key words** : circadian rhythm, thermal response, body fat, rectal temperature, skin temperature, sweat rate

### 1. 서 론

체구성은 신체를 구성하고 있는 지방, 유리지방, 골격, 골격근, 근육, 근섬유, 단백질, 체액, 미네랄 등의 물질성분을 의미하지만 일반적으로는 비만정도를 말하며 개인의 건강척도나 신체구성을 파악하는 중요한 요소로 체구성비가 사용되고 있다. 체구성 중 지방은 체온을 보존해주고, 에너지 생산을 도와주며 신체를 보호해 주는 막으로 작용한다. 그러나, 과도한 체지방 수준은 고혈압, 관상동맥질환, 당뇨병 등 여러가지 합병증으로 건강상의 문제를 일으키며 근골격의 에너지 생산에 기여를 하지 못함으로써 신체활동을 방해한다(Kannel et al. 1979).

또한 체지방과 피하지방은 인체의 내한내열성 조절에 영향을 미치는 생리적 적응요소로서 신체내부에서 피부로의 열전도를 차단하는 성질이 있어 피부온과 개인의 온도감각에 영향을 주며(김양원, 1997), 특히 한랭환경하에서는 피하지방이 두꺼운

사람이 내한성이 우수한 것으로 나타나(Prisby et al., 1999) 체온조절상 피하지방과 체지방의 역할은 상당히 큰 것으로 알려져 있다.

사람이 느끼는 온도 영역은 체온주위로서 그리 넓지 못하며 사람의 체온을 측정하고 조절하는 기능은 뇌의 큰골 아래에 있는 시상하부에서 담당하고 있다. 시상하부의 온도를 36.5°C 이하로 내리면 혈관을 수축시켜 몸의 열이 바깥으로 달아나지 못하게 하고 몸을 떨게 하여 열을 내게 하는 등 체온을 올리는 행동을 하게 한다. 반면에 시상하부의 온도를 36.5°C보다 올리면 혈관을 팽창시켜 열이 외부로 잘 달아나게 하고 땀을 내게 하는 등 체온을 내리는 행동을 하게 만든다. 이와같이 사람의 심부온은 설정된 온도(set-point)에 따라 끊임없이 설정온도와 맞추려는 노력을 취한다(이일수, 2001).

정상인의 심부온도는 24시간의 주기를 갖고 생리적 변동을 보인다. 하루 중에도 직장온도는 낮 동안 상승하여 오후에 최고치를 보이다가 밤에 다시 떨어지는데 이를 일내리듬(circadian rhythm)이라 한다. 주기 및 최고치를 보이는 시간은 개인에 따라 다소 차이를 보이지만 대부분의 경우 변동폭은 1°C를 넘지 않으며(백일영, 2004) 이러한 일내리듬은 개인의 수면 및 건강

Corresponding author; Hee-Eun Kim  
Tel. +82-53-950-6220, Fax. +82-53-950-6219  
E-mail: hekim@knu.ac.kr

과도 밀접한 관련이 있다(정상지 · 강정수, 2004).

생리적과 행동적 온도조절(Aschoff, 1983), 오전과 오후의 열적쾌감조건(Fanger et al., 1974), 일시적 서열환경 노출에 대한 생리적 반응의 일내변화(Engel · Henze, 1989), 실내온도 선택과 체온조절반응에 미치는 생리주기의 효과(김희은, 1997), 인체의 일주기체에 따른 변화와 건강법에 관한 연구(정상지 · 강정수, 2004)등의 연구들이 활발히 이루어지고 있으며, 체지방에 관한 연구로는 젊은 여성의 몸무게와 체격사이즈와 체지방의 연관성 연구(Baecke et al., 1982), 한랭환경하에서 체력, 비만과 연령에 대한 남성의 반응에 대한 효과(Budd et al., 1991), 5°C와 27°C에서 저체지방율과 고체지방율 여성의 120분 노출에 대한 온열과 에너지대사 반응(Glickman-Weiss et al., 1999), 여자대학생의 체지방 추정에 관한 연구(최무섭 · 손태열, 1996), 비만여성의 내장지방량에 대한 운동프로그램의 효과(김현수 외, 2001), 부위별 체지방의 변화를 중심으로 운동용 속옷의 착용효과(나미향 외, 2002) 등의 연구들이 있으나 서열환경하에서 체지방량률이나 피하지방이 온열감각이나 의복기후에 어떠한 영향을 미치는지와 오전과 오후의 변화를 조사한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 서열환경하에서 체지방률이 오전과 오후의 일일주기에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 체지방률이 다른 세 그룹의 피험자를 선정, 착의실험을 통하여 오전과 오후의 온열생리측정 항목인 체온, 피부표면온도, 발한량 등의 생리적 반응을 고찰하고 이를 인체의 온열생리작용 및 열적쾌적성 연구의 과학적 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험방법 및 절차

### 2.1. 피험자

피험자는 신체 건강한 성인 여성 15명으로서 신체적 특징은 Table 1에 나타내었다. 피험자들의 체지방측정은 생체전기저항법(OMRON 体脂肪計, HBF-302, Japan)으로 측정하였다. OMRON 체지방계에 제시된 분류법에 따라 체지방율이 20% 미만인 피험자를 저체지방그룹(Low body fat 그룹, 이하 L그룹)으로, 체지방율이 20~30%인 피험자를 중간체지방그룹(Medium body fat 그룹, 이하 M그룹)으로, 체지방율이 30% 이상인 피험자를 고체지방그룹(High body fat 그룹, 이하 H그룹)으로 구분하였다.

피험자에 대해서는 사전에 실험절차 설명 후 실험에 대한 동

의를 얻었으며 일내리듬의 변화를 알아보고자 오전 10시와 오후 2시 총 2회의 실험에 참가하도록 하였다. 실험의 순서는 랜덤으로 하였으며 피험자의 체온이 안정되는 시기인 배란기 이전 저온기에 실시되었다. 또 실험의 정확성을 피하기 위해 수면시간, 식사량 등이 일정하게 되도록 하였다.

### 2.2. 실험방법

피험자는 인공기후실(기온 32°C, 습도 60% RH, 기류 10 cm/sec)에 입실하여 측정기를 착용한 후 직장온이 안정될 때까지 충분한 준비시간을 가졌다. 충분한 적응시간 경과 후 데이터를 저장하기 시작한 시점을 0으로 하였으며 실험구성은 의자에 앉아 실험을 준비하는 준비기(Pre, 20min), 트레드밀 위에서 걷기를 실시하는 운동기(ExerciseI, 20min)와 다시 의자에 앉아서 휴식하는 휴식기(Rest, 10min)를 실시하였다. 그 후 제 2의 운동기(ExerciseII, 20min)와 회복기(Recovery, 10min)로 전부 총 80분의 실험을 행하였으며, 운동은 트레드밀 3.2 km/h의 속도로 걷기를 실시하였다. 실험복은 100% 면으로 된 T-shirt와 반바지, 양말을 착용(2 clo)하였다.

### 2.3. 측정항목

직장온(Rectal Temperature,  $T_{re}$ )은 Thermistor에 소독한 고무카버를 씌우고 끝부분에 바세린을 발라 직장 내 12cm 정도 삽입한 후 서지컬 테이프고 고정시켜 1분 간격으로 측정하였다. 피부온은 이마, 가슴, 팔, 손등, 대퇴, 다리, 발등의 7부위에 온도센서를 서지컬 테이프고 고정시킨 후 LT 8(精度 0.01°C, Gram Cooperation, Japan) 온도 측정계를 사용하여 측정하였으며 1분 간격으로 측정, 저장한 값을 사용하였다. 평균피부온(Mean Skin Temperature,  $\bar{T}_{sk}$ )은 면적비율에 따른 가중치로 계산하였다( $\bar{T}_{sk} = 0.07T_{forehead} + 0.35 T_{trunk} + 0.14T_{forearm} + 0.05 T_{hand} + 0.19T_{thigh} + 0.13T_{leg} + 0.07T_{foot}$ ). 발한량은 감도 1g까지 측정 가능한 정밀인체천칭(METTLER TOLEDO Multi Range KCC 300, Germany)을 사용하여 실험 전후의 체중감소량으로 측정하였다.

### 2.4. 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS Win 10.0 통계프로그램을 이용하여 평균, 표준편차의 기술통계량을 산출하였고 t-test, ANOVA 검증을 하였으며 유의차는  $P < 0.05$ 에서 의미있는 것으로 인정하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subject	Age (year)	Weight (Kg)	Height (cm)	BSA (m <sup>2</sup> )	Body fat (%)
L Group(n=5)	23.6 ± 1.82	43.9 ± 3.11	157.1 ± 4.48	1.40 ± 0.06	17.64 ± 1.42
M Group(n=5)	25.4 ± 3.65	50.9 ± 1.78	161.6 ± 3.87	1.52 ± 0.05	24.40 ± 1.41
H Group(n=5)	24.0 ± 5.61	66.0 ± 6.47	162.8 ± 3.39	1.71 ± 0.08	32.36 ± 2.72

Mean ± SD

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 직장온(Rectal Temperature, $T_{re}$ )

체지방률에 따른 온열생리반응의 일내리듬을 알아보기 위해 본 연구에서는 심부온으로써 직장온을 측정하였다. Fig. 1은 실험 전 구간동안 세 그룹의 오전과 오후 직장온의 변화를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 트레드 밀에서 3.2 km/hr 정도의 운동 강도로 운동을 하였으며 세 그룹 모두 Ex I 이후의 모든 구간에서 직장온이 완만하게 상승하였다. 이는 안정 시 근육의 온도는 외부온도에 따라 25~33°C내에서 조절되는데 체내온도가 37°C이면 체내로부터 근육으로의 열 이동이 생겨 직장온도가 계속 증가하며 고온다습한 환경에서 강한 운동을 실시할 경우 직장온도가 계속 증가하였다는 남상남(1995)의 결과와 일치하였다.

오전과 오후 직장온의 차는 M그룹에서 가장 컸으며 그 다음이 L그룹이었고 H그룹의 오전·오후 차가 가장 적었다. L그룹의 직장온은 안정기에서 오전과 오후의 차가 0.2~0.4°C 정도였으며 운동기 I, 휴식기, 운동기 II, 회복기를 지나는 동안 직장온이 전체적으로 상승하였고 이 구간에서의 오전·오후 차는 안정기와 비슷한 폭으로 유지되었다. M그룹은 안정기와 운동기 I에서 0.4°C 정도의 오전·오후 차가 나타났으나 휴식기 이후는 오전의 직장온 상승률이 더 크게 나타나 실험 마지막 구간인 회복기의 오전·오후 직장온 차는 0.2°C 정도로 줄어들었다. H그룹은 안정기와 운동기 I에서 0.05°C~0.1°C 정도의 오전·오후차가 나타났으나 휴식기 이후부터 실험 종료시까지 비슷한 직장온을 나타내었으며 유의한 차는 나타나지 않았다.

오전·오후 직장온간 유의한 차( $p<0.05$ )는 그룹 L과 그룹 M에서 나타났으며 이러한 현상은 일내리듬을 잘 반영하는 것으로 생각할 수 있다. Prisyb et al.(1999)은 연구에서 체지방이 많은 그룹이 한랭환경하에서 심부온을 높게 유지하여 체지방은 단열체 역할을 한다고 밝히고 있으며 본 연구에서처럼 서열환경온의 노출시 L 그룹과 M 그룹의 결과에서 나타나듯이 오후의 직장온이 일내리듬의 영향을 받아 다소 높아져야함에도 H그룹의 오후 직장온이 오전과 같은 분포를 보이고 있는 것은

체지방의 단열효과가 일내리듬의 폭을 줄인 것으로 설명할 수 있을 것이다.

#### 3.2. 피부온(Skin temperature, $T_{sk}$ )

Fig. 2는 실험 전 구간 동안 체지방이 다른 세 그룹의 오전과 오후 각각 평균 이마온 변화를 나타낸 것이다. 이마는 사지 부보다 체간부에 가깝게 위치하고 있으며, 인체의 중요기관인 뇌를 둘러싼 외곽부로 항상 일정한 혈액의 양이 공급되어 환경온의 영향보다 피부혈류의 증가에 의한 상승이 더 많이 이루어진다. 권오경·김태규(1995)는 4종의 실험의복을 제작하여 의복조합방법에 따른 온열생리학 측면에서의 착용실험시 노출피부면적이 피부온도에 반응하는 영향을 밝히면서 이마의 온도는 어떤 의복 착용방법이 쾌적한 상태인가를 판정하는 지표가 될 수 있는데 일반적으로 쾌적한 환경에서의 이마온도는 33~34°C라고 하였다. 본 연구에서의 이마온은 쾌적한 상태보다 다소 높은 35~36°C의 분포를 나타내었으며 세 그룹의 오전과 오후 이마온은 근소한 차이를 나타내었으나 오후의 이마온이 오전보다는 높았다. L그룹과 M그룹은 오전과 오후의 차가 0.2~0.6°C의 분포로 유의한 차이를 나타내었으나 H그룹의 이마온은 비슷한 온도를 나타내어 유의한 차이는 없었다.

Fig. 3은 체지방이 다른 세 그룹의 오전·오후 가슴온 변화를 나타낸 것이다. 가슴은 소화, 흡수, 대사의 역할을 담당하는 중요한 내장장기가 위치한 부위이기 때문에 일정한 혈액공급에 의해 유지되고 있으며 외부온과 관계없이 항상 일정한 온도를 유지하는 core를 형성하는 부위이다. 체지방이 다른 세 그룹의 오전·오후 가슴온 변화를 살펴보면 L그룹은 오후의 가슴온이 ( $p<0.001$ ), M그룹은 오전의 가슴온이 높았으며( $p<0.001$ ) H그룹은 오전과 오후 비슷한 가슴온으로 유의한 차는 나타나지 않았다. M그룹이 오전보다 오후 가슴온이 낮은 것은 본 연구에 그 래프로 나타내지는 않았으나 의복내 습도 측정에서 M그룹의 오후 가슴 습도가 높았으며 이로 인해 M그룹의 오후 가슴온이 오전보다 낮게 나타난 것으로 생각된다. 또한 이마온에서의 L, M그룹과 H그룹의 차이는 근소하였으나 가슴온에서는 L, M그룹보다 H그룹의 가슴온이 낮게 나타났다. 피부온은 동정맥의

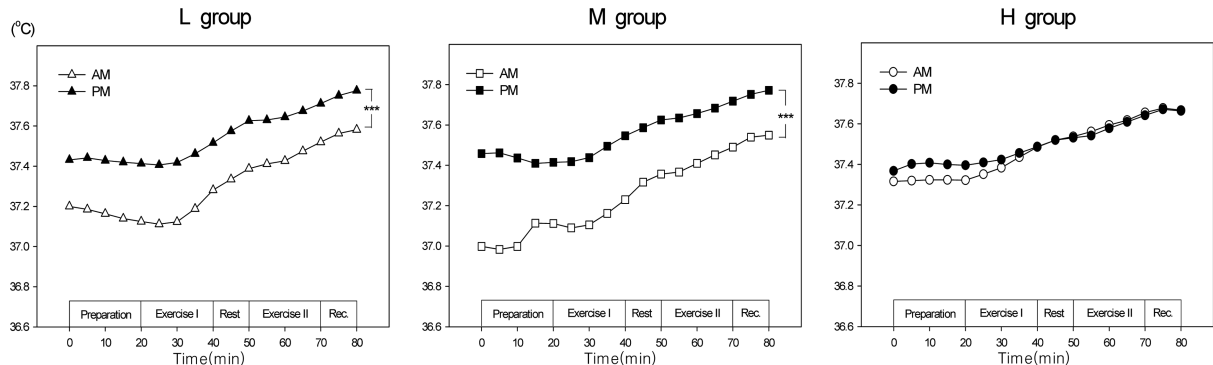


Fig. 1. Mean rectal temperature in 3 body fat groups.

분포, 피하지방의 침착량, 피부혈관의 수축감도 등의 생체학적 구조와 밀접한 관련이 있다(조지현 · 류덕환, 1999)고 알려져 있고 이마보다는 가슴부위가 체지방 축적이 많은 부위이므로 본 연구의 체지방이 다른 세 그룹 간에 나타난 이마온도와 가슴 온도의 특징적인 변화도 체지방량이 일내리듬 및 피부온 등의 생리반응에 영향을 미친 것이라 생각해 볼 수 있다.

Fig. 4는 체지방이 다른 세 그룹의 오전·오후 손과 발의 피부온 변화를 나타낸 것이다. 손과 발의 피부온은 L, M 그룹에서 오전보다 오후의 온도가 높았으며( $p < 0.001$ ) H 그룹의 손과 발 피부온은 변화가 많이 나타났지만 유의차는 나타나지 않았

다. 오전·오후의 온도차는 L그룹에서 가장 뚜렷하게 나타났으며 M그룹은 L그룹보다 오전·오후 온도차는 적었으며 손과 발 모두 오전보다 오후가 높게 나타났다. H그룹의 발 피부온은 오전, 오후 비슷한 값을 나타내었고 손 피부온은 안정기, 운동기 I에서 오전·오후 차가 비슷하였으나 운동기 II와 회복기에서는 오전의 피부온이 더 높게 나타났다. 손과 발의 사지 말단 부위온에서도 체지방이 적은 L그룹과 비교하여 H그룹의 오전 오후차는 적은 것으로 나타났으며 이는 체지방량이 사지의 오전 오후차에도 영향을 미치는 것이라 생각 할 수 있다. 실험 전 구간에 걸쳐 손 피부온의 변화폭이 크고 발 피부온

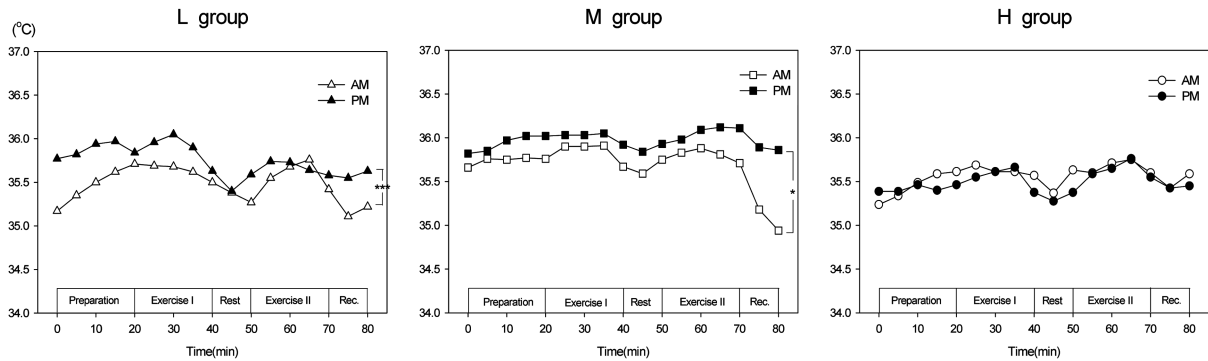


Fig. 2. Mean forehead skin temperature in 3 body fat groups.

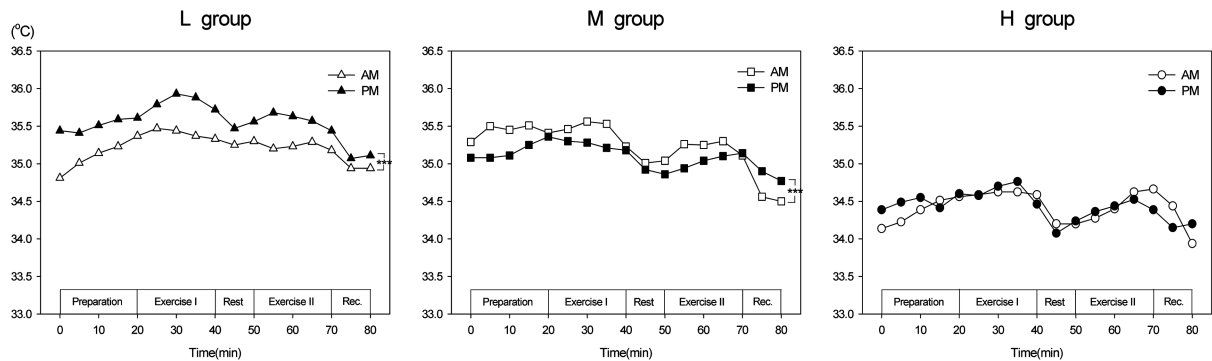


Fig. 3. Mean trunk skin temperature in 3 body fat groups.

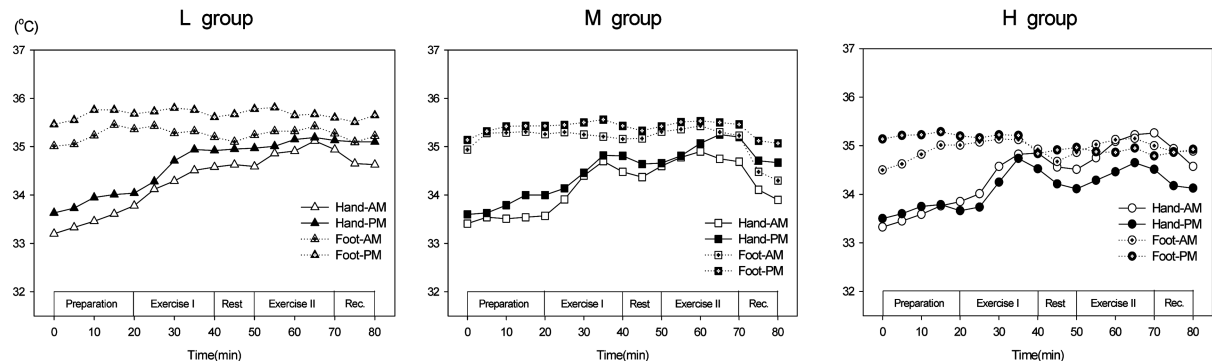


Fig. 4. Mean periphery skin temperature in 3 body fat groups.

변동은 적으며 발 피부온이 손보다 높은 것은 발은 양말로 피복되어 있고 손은 운동 시 손동작에 따른 차가운 기류의 영향을 직접 받는 부위이기 때문이다(김희은·권오경, 1999). 또 손과 발이 체적에 비해 큰 표면적을 갖고 많은 혈류가 빠르게 흐르며 많은 양의 열을 방출할 수 있는 능력을 지니고 있고, 대기에 항상 노출되어 있기 때문에 손등과 발등의 피부온의 변동폭이 크게 나타난다(성유진, 이순원, 1997).

Fig. 5는 체지방이 다른 세 그룹의 오전·오후 평균 피부온의 변화를 나타낸 것이다. 체표면적 비율로 계산한 평균 피부온은 L그룹의 오전과 오후 차가 0.2~0.7°C 정도로 세 그룹 중에서 가장 커 일내리들이 잘 나타났으며 M그룹은 실험시작인 안정기 초기에 비슷한 온도를 보이다가 안정기 후반부를 지나면서 0.2~0.3°C 정도의 오전·오후 온도차를 나타내었다. H그룹은 안정기 후반부와 운동기 I의 시작부분에서 비슷한 오전·오후의 평균 피부온을 나타내었고 운동기 I의 후반부에서 0.1~0.3 °C 정도의 차이를 보였으며 오전의 온도가 오후보다 더 높게 나타났다. 세 그룹간의 온도는 H그룹의 온도가 가장 낮았다. 이는 체지방이 산열, 방열, 평균피부온의 감소와 조직간 절연의 증가효과가 있었다고 보고한 Budd et al(1991)의 결과에서처럼 본 연구의 서열환경에서 피부온도도 체지방의 절연효과로 인하여 각 그룹 간 평균 피부온에서 차이가 나타나는 것이라 생각할 수 있다.

3.3. 발한량(Sweat Rate)

실험 전·후의 체중차이에서 구한 발한량을 피험자의 단위 체표면적당으로 계산하여 나타낸 것이 Fig. 6이다. 오전과 오후의 평균 발한량의 차는 H그룹이 7.61 g으로, 오전보다 5.02%의 증가율을 나타내었다. L그룹의 오전·오후 차는 17.72 g으로 오후 발한량은 오전보다 12.7%의 증가율을, M그룹의 오전·오후 차는 25.26 g으로 오전보다 24.1%의 증가율을 나타내었으나 세 그룹별 오전·오후 발한량의 평균값사이에서는 유의차는 나타나지 않았다. 운동을 할 경우 대사기능의 항진으로 많은 열이 발생하게 되는데 이는 체온을 상승하게 하고 말초혈관

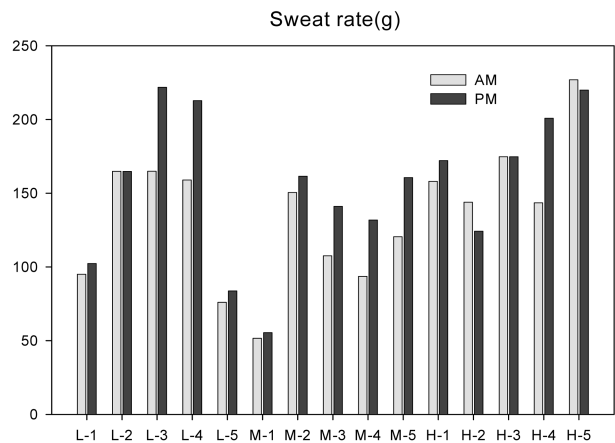


Fig. 6. Sweat rate in 3 body fat groups.

의 혈류가 증가되어 피부온도가 상승한다. 이 결과 외계와의 온도차가 커지고 피부면의 공기유동이 증대되어 복사 및 대류에 의한 발열이 현저히 증가된다. 또한 피부온도의 상승은 발한을 유발하는데 이 때 증발에 의하여 체열을 방출하게 되며 운동 중 체열방출의 70~75%가 증발에 의하여 이루어진다(박철빈·박수연, 1997). 발한량은 개인적인 차이가 많이 나타나는 측정 항목이므로 M그룹과 L그룹에서는 각 피험자들 간의 발한량 차이는 있으나 L 그룹의 한명이 오전·오후 발한량이 같은 것을 제외하고 모든 피험자의 오후 발한량이 많은 것으로 나타났다. 이와는 달리 H그룹의 피험자 중 두 명은 오히려 오후의 발한량이 오전보다 적게 나타났으며 다른 두 피험자는 오후의 발한량이 많은 것으로 나타났다. 이는 직장은 및 평균피부온의 오전·오후 차가 가장 적게 나타난 것과 무관하지 않다고 보인다. 본 연구에서 H그룹의 평균 발한량은 L, M그룹 보다 높게 나타났으며 H그룹의 평균피부온이 세 그룹 중 가장 낮게 나타난 것은 일반적으로 땀이 증발되는 과정에서 증발에 필요한 열이 흡수되기 때문에 피부온이 내려가는 현상이 발생한다(조지현·류덕환, 1999)는 사실과 일치함을 보여주고 있다.

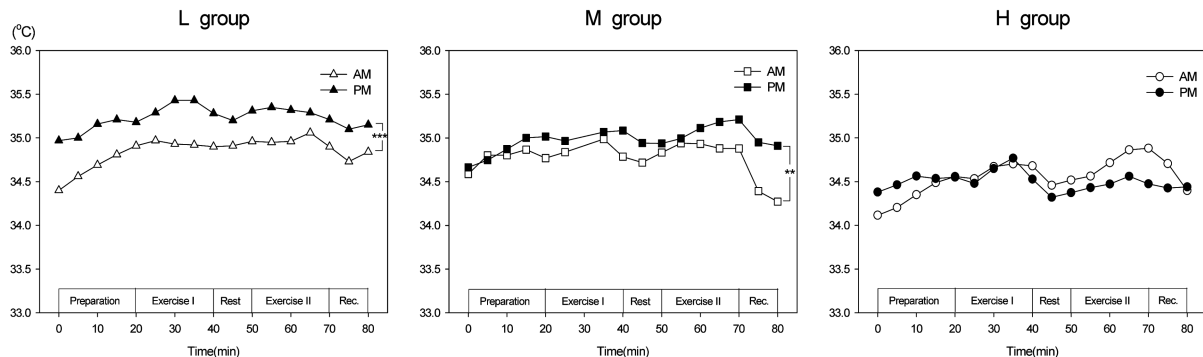


Fig. 5. Mean skin temperature in 3 body fat groups.

#### 4. 결 론

본 연구는 다른 연령층에 비해 외모에 관심이 많은 여대생을 대상으로 체지방에 따라 저 체지방 그룹(Low body fat 그룹, L그룹), 중간 체지방 그룹(Medium body fat 그룹, M그룹), 고 체지방 그룹(High body fat군, H그룹)으로 구분하여 의복착용시의 서열 환경에서의 체지방에 따른 오전 오후의 체온조절 반응에 대한 조사를 실시하였다. 32°C, 60% RH의 인공기후실에서 휴식과 운동을 반복하여 착의실험을 행하였다.

1. 심부온으로 측정된 직장온의 변화를 살펴보면, L그룹과 M그룹의 오전 오후 직장온 차는 유의한 차(p<0.05)를 나타냈으며 H그룹의 오전 오후 직장온은 유의한 차이를 나타내지 않았다.

2. 이마온은 세 그룹 모두 35~36°C의 분포를 나타내었으며 L그룹은 오후의 가슴온이, M그룹은 오전의 가슴온이 높았으며 H그룹은 오전과 오후 비슷한 가슴온을 나타내었다. 가슴온의 오전, 오후차는 L그룹이 가장 뚜렷하게 나타났으며 H그룹은 L, M그룹보다 낮은 가슴온을 나타내었다.

3. 손과 발의 피부온은 L, M그룹에서 오전보다 오후의 온도가 높아 유의차가 나타났으며 H그룹의 손과 발 피부온은 오전·오후에 유의한 차는 나타나지 않았다. 체표면적으로 계산한 평균피부온은 L그룹의 오전과 오후 차가 가장 커 일내리듬이 잘 나타났으며 H그룹과 M그룹은 거의 비슷한 온도값을 나타내었고 세 그룹간의 온도는 H그룹의 온도가 가장 낮았다.

6. 세 그룹간의 오전·오후 발한량에는 유의한 차가 나타나지는 않았으나 각 그룹의 평균 발한량 비교에서는 H그룹이 가장 컸으며 M그룹이 가장 적었다. 오전과 오후의 발한량의 차는 H그룹이 오전보다 5.02%의 증가율을, L그룹이 오전보다 12.7%의 증가율을, M그룹이 오전보다 24.1%의 증가율을 나타내었다.

본 연구에서는 피하지방이 다른 그룹의 생리적 반응을 살펴보고자 의복을 제한하였으나 차후 체지방에 따른 의복의 온열 생리반응 및 피하지방과 의복과의 관계 등을 밝히는 후속연구가 이루어져야 할 것이다.

#### 참고문헌

권오경 · 김태규 (1995) 의복착용시스템이 인체의 생리적반응 및 열적쾌적성에 미치는 영향. *한국온열학회지*, **2**(3), 165-178.  
 김양원 (1997) 체지방률이 착의량 체계에 미친 영향. *대한가정학회지*, **35**(4), 139-147.  
 김현수 · 정승모 · 조종희 · 최현숙 (2001) 비만여성의 내장지방량에

대한 운동프로그램의 효과. *대한스포츠의학회지*, **19**(2), 260-268.  
 김희은 (1997) 실내온도선택과 체온조절반응에 미치는 생리주기의 효과. *한국생활환경학회지*, **4**(4), 29-34.  
 김희은 · 권오경 (1999) 2종류의 양말착의 행동이 인체생리반응에 미치는 효과. *한국의류학회지*, **23**(2), 242-249.  
 나미향 · 김미선 · 정복희 (2002) 운동용 속옷의 착용효과-부위별 체지방의 변화를 중심으로. *복식문화연구*, **10**(6), 735-747.  
 남상남 (1995) 60% VO2 max 30분 운동시 평균피부온도와 직장온도 변화. *한국온열학회지*, **2**(2), 83-88.  
 박철빈 · 박수연 (1997) “운동해부생리학”. 형설출판사, 서울, pp.407-408.  
 백일영 (2004) “운동생리학과 운동처방 -이론과 실험”. 도서출판대한미디어, 서울, pp.198-199.  
 성유진 · 이순원 (1997) 추운환경에서 노출된 부위에 따른 체온조절 반응. *한국의류학회지*, **21**(6), 977-987.  
 이일수 (2001) “첨단물리의 응용”. 경북대학교 출판부, 대구, pp.98-199.  
 정상지 · 강정수 (2004) 인체의 일주기리에 따른 변화와 건강법에 관한 연구. *대전대학교 한의학연구소 논문집*, **12**(1), 103-121.  
 조지현 · 류덕환 (1999) 유산소 운동시 투습방수소재 스포츠웨어의 소재별 인체생리반응과 쾌적감. *한국생활환경학회지*, **6**(2), 36-44.  
 최무섭 · 손태열 (1996) 여자대학생의 체지방 추정에 관한 연구. *한국체육학회지*, **35**(1), 202-209.  
 Aschoff J. (1983) Circadian control of body temperature. *J. therm. Biol.*, **8**, 143-147.  
 Baecke J.A., Burema J. and Deurenberg P. (1982) Body fatness, relative weight and frame size in young adults. *Br. J. Nutr.*, **48**(1), 1-6.  
 Budd G.M., Brotherhood J.R., Hendrie A.L. and Jeffery S.E. (1991) Effects of fitness, fatness, and age on men's responses to whole body cooling in air. *J. Appl. Physiol.* **71**(6), 2387-2393.  
 Engel P. and Henze W. (1989) Circadian variations of physiological response to a brief extreme heat exposure. *Elsevier Science*, 311-314.  
 Fanger P. O., Hojbjerg J. and Thomsen O. B. (1974) Thermal comfort condition in the morning and in the evening. *International Journal of Biometeorology*, **18**, 16-22.  
 Glickman-Weiss E.L., Nelson A.G., Hearon C.M., Prisby R. and Caine N. (1999) Thermal and metabolic responses of women with high fat versus low fat body composition during to 5°C and 27°C for 120min. *Aviat. Space Environ. Med.*, **70**(3), 284-288.  
 Kannel W.B., Gordon T. and Castelli W.P. (1979) Obesity, lipids, and glucose intolerance. The Framingham Study. *American J. of Clinical Nutrition*. **32**(6), 1238-45.  
 Prisby R., Glickman-Weiss E.L., Nelson A.G. and Caine N. (1999) Thermal and metabolic responses of high and low fat women to cold water immersion. *Aviat. Space Environ. Med.*, **70**(9), 887-891.

(2004년 12월 8일 접수)