

대학생의 운동습관과 체온조절반응

정운선[†]

안동대학교 생활과학대학 의류학과

Exercise Habits and Thermoregulatory Responses of College Students

Woon Seon Jeong[†]

Dept. of Clothing and Textiles, Andong National University, Andong, Korea

ABSTRACT

This study examines how exercise habits affect human thermoregulatory responses. A total of 14 healthy male college students participated in this study as subjects: 8 students who exercised regularly (REG) and 6 students who did not (IREG). First, there were no significant differences between REG and IREG in rectal and mean skin temperatures. Second, the general thermal sensation was “slightly warm” at the equilibrium state and “cool” during body cooling in both groups with no significant differences between the two groups. This implies that exercise habits did not affect the subjective thermal sensation under this study's environmental conditions. Third, there were no significant correlations between the preferred temperature and related variables such as rectal and mean skin temperature changes, oxygen uptake, and the general thermal sensation in REG. However, there were significant correlations between the preferred temperature and the mean skin temperature change ($p < 0.05$) and oxygen uptake ($p < 0.01$) in IREG. In sum, these results suggest weak effects of exercise habits on daily life at the individual level. Therefore, future research should verify this study's results under controlled conditions such as cooling intensity and durations.

Key words: thermoregulatory responses, exercise habits, college students, preferred temperature

I. 서론

운동이 각종 질병을 예방하고 면역력을 강화하여 건강에 좋은 영향을 미친다고 알려짐에 따라, 국내에 서는 생활체육이 일상화되어 가는 추세에 있다. 체격

이 서로 다른 사람들을 대상으로 하여 운동 능력을 비교한 연구(Cramer & Jay 2014)와 서로 다른 연령 대의 피험자들을 대상으로 하여 운동시 체온조절 반응을 관찰한 연구(Inbar et al. 2004)는 체격과 연령 이 운동 능력이나 체온조절 반응과 관련이 있음을 나

접수일: 2015년 8월 1일 심사일: 2015년 8월 13일 게재확정일: 2015년 8월 18일

[†]Corresponding Author: Woon Seon Jeong Tel: 82-54-820-5501 E-mail: wsj@anu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

타낸 것이라 할 수 있다. 또한 최대산소섭취량을 증가시키는 지속적인 운동 훈련은 근육을 통해 이루어 지는데(Powers & Howley 2001), 이와 관련한 연구들에서는 중년여성을 대상으로 운동 습관에 따라 체력을 비교하여 운동 빈도가 높은 사람일수록 최대산소섭취량이 높은 경향을 나타내었으며(Lee et al. 2014), 남자대학생을 대상으로 한 연구(Jeong 2013)에서는 1년 이상 운동을 규칙적으로 하는 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 60% VO₂ max가 유의하게 높게 나타난 결과를 제시하였다. 체력단련 또는 운동훈련 후 추위에 노출된 상태에서 체온조절반응을 관찰한 연구들을 보면, 운동선수의 경우 체지방에 의존하지 않고 비전열성 열생산을 통해 체온을 유지하거나(Yoshida et al. 1998), 운동선수가 아니더라도 유산소 운동으로 체력 단련한 경우에 직장온의 수준이 개선되는 경우가 있다(Maeda et al. 2005).

일상생활에서 운동이 신체적, 정신적 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 것이 주지의 사실임에도 불구하고, 국내의 경우 많은 사람들은 규칙적으로 운동하는 생활 습관을 형성하지 못하고 있는 실정이다. 선행연구(Jeong 2013)에서는 평소에 운동을 별로 하지 않는 사람이 규칙적으로 운동을 하는 사람에 비해 추위에 대한 착의행동은 더 적극적으로 하지만, 더위에 대해서는 더 민감하게 반응하는 경향이 있다는 결과를 제시하였다. 또한 다른 연구(Jun & Jeong 2012)에서는 운동수행능력이 우수하면 기후대응의 착의행동을 적절하게 하며 건강에 대한 인지도가 높아 운동, 의복행동, 건강 변수들 간에 일정한 연관성을 나타내었다고 하였다. 이러한 연구 결과들은 평소 규칙적으로 운동하지 않는 사람은 규칙적인 운동을 하거나 운동수행능력이 우수한 사람에 비해 기후적응능력이 떨어진다는 것을 시사하고 있다. 그러나 이 연구들은 설문조사에 의해 이루어진 것으로서 연구의 결과는 개인의 생활습관에 관한 주관적 인지 능력에 기인하는 경향이 있으므로, 실제로 특정 환경에 노출된 경우 기후적응성의 관점에서 생리적, 행동적 반응과의 일치 여부는 실험적으로 검증할 필요가 있다.

국내외적으로 운동선수를 대상으로 하거나 운동 효과와 운동 처방의 일환으로 실험을 통해 운동과 체

온조절의 관련성을 입증한 다수의 연구가 수행되어 왔다(Savourey & Bittel 1998; Yoshida et al. 1998; Wilson et al. 2002; Inbar et al. 2004; Dobnikar et al. 2009; Kang 2009; Lee et al. 2009). 그러나 일상에서 운동이 습관적으로 생활화 된 경우와 그렇지 않은 경우를 비교한 연구는 별로 없는 실정이다. 그러므로 이 연구에서는 일상생활에서 운동습관의 차이가 자율성 및 행동성 체온조절 반응에도 차이를 형성하는지의 여부를 실험을 통해 확인하고자 한다.

II. 연구방법

1. 피험자

4년제 대학에 재학 중인 건강한 20대 남학생 14명이 실험내용에 대해 설명을 듣고 피험자동의서에 서명한 후 본 연구의 피험자로 참여하였다. 이 중 8명은 체육학 전공자로서 운동선수는 아니며 운동을 1년~3년간 주당 4~5회 규칙적으로 하고 있는 학생들(REG)이었고, 6명은 비체육학 전공자로서 운동을 규칙적으로 하지 않으며 주당 2회 이하의 운동을 하는 학생들(IREG)이었다. 운동의 종류는 헬스, 조깅, 복싱, 축구, 야구, 농구 등 다양하였으며, REG의 일부 학생들은 집중적으로 근육강화 훈련을 하고 있었다. 이들은 모두 선행연구(Jeong 2013)에 참여하여, 1,200m 달리기와 트레드밀 테스트를 거쳐 REG가 IREG에 비해 심폐지구력이 우수하다는 판정을 받았다. 선행연구(Jeong 2013)에 참여한 학생은 모두 15명이었는데, 그 중에서 실험기간 내내 심리적으로 일관적이지 못하고 불안정한 반응을 보인 IREG에 속한 1명의 데이터는 결과분석에서 제외하였다.

피험자 14명의 나이는 22~24세이며 신체적 특징은 Table 1에 제시된 바와 같다. 신장(H), 체중(BM), 체표면적(BSA), 체중 당 체표면적 비(BSA/BM), 체질량지수(BMI)는 두 그룹 간에 차이가 없었고, 골격근량(SMM)과 체지방률(BF), 산소섭취량(VO₂)에서만 그룹 간에 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$, $p < 0.01$). 두 그룹 모두 BMI의 평균값이 과체중($23 \leq \text{BMI} \leq 24.9$)을 나타내었으며 유의한 차이가 없었는데, 그 이유는 골격근량과 체지방률은 주요 체구성성분으로

Table 1. Physical characteristics of subjects

	REG (n=8)	IREG (n=6)
Height (cm)	174.9 ± 1.5	171.6 ± 2.6
Body mass (kg)	74.6 ± 2.6	68.9 ± 6.1
BSA (m ²) ¹⁾	1.90 ± 0.04	1.80 ± 0.08
BSA to BM ratio (m ² /kg) ²⁾	0.026 ± 0.000	0.027 ± 0.001
SMM (kg) ³⁾	37.5 ± 1.6	31.3 ± 2.4*
BMI (kg/m ²) ⁴⁾	24.4 ± 0.7	23.3 ± 1.6
Body fat (%)	12.8 ± 1.5	18.7 ± 2.4*
VO ₂ (mL/min/kg) ⁵⁾	4.18 ± 0.18	3.17 ± 0.23**

Values are mean ± SE, *p<0.05, **p<0.01
 1) Body surface area.
 2) Ratio of body surface area to body mass.
 3) Skeletal muscle mass.
 4) Body mass index.
 5) Oxygen uptake obtained at stable state of equilibrium.

서 REG가 IREG에 비해 골격근량이 많고 체지방률이 낮은 반면에 IREG는 REG보다 골격근량은 적고 체지방률이 높는데 기인하는 것으로 판단된다. 이를 다시 BMI와 골격근량, 체지방률 간에 상관분석을 실시한 결과, REG는 골격근량에서($r=0.710$, $p<0.05$), IREG는 체지방률에서($r=0.851$, $p<0.05$) 유의한 상관을 나타내었다. 즉 REG는 골격근량이 많을수록 BMI가 높고 IREG는 체지방률이 높을수록 BMI가 높은 것을 알 수 있다. 그러나 두 그룹의 이러한 차이가 운동습관의 차이에 기인한 것인지 단순히 체성분 구성이 다

르기 때문인지, 아쉽게도 이 연구의 결과만으로는 명확한 원인을 제시할 수 없다.

2. 실험방법

실험은 선행연구(Jeong 2013)와 유사한 방법으로 실시되었으며, 과정을 정리하면 다음과 같다.

1) 피험자는 실험실에 도착하여 실험에 관한 설명을 듣고 팬티를 제외한 자신의 의복을 모두 벗고 실험용 가운을 착용한 후 신장, 체중, 근육량, 체지방량 등을 측정하였다. 신체 측정을 위해서는 체성분분석기(InBody 4.0, Biospace Co., Korea)를 사용하였다.

2) 각 피험자는 반소매 티셔츠(면 100%), 반바지(면 100%), 양말(면/나일론)을 착용한 후 약 1시간 동안 음악을 듣거나 책을 읽으며 심신이 평안한 상태를 유지하였다.

3) 이어서 27°C, 50%RH로 조절된 인공기후실에 입실하여 직장온과 7군데 피부온(이마, 가슴, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등) 측정을 위한 프로브를 장착하고 산소섭취량 측정(Quark b², COSMED Co., Italy)을 위한 준비를 마친 후 30분간 편안한 의자에 앉아 안정자세를 유지하였다. 이 상태에서 직장온과 피부온, 전신과 사지부에서 느낀 온랭감(1. 매우 덥다, 2. 덥다, 3. 따뜻하다, 4. 약간 따뜻하다, 5. 덥지도 춥지도 않다, 6. 약간 서늘하다, 7. 서늘하다, 8. 춥다, 9. 매우 춥다)을 5분 간격으로 측정하였다.

4) 안정기의 30분이 경과된 후, 피험자의 쾌적온도

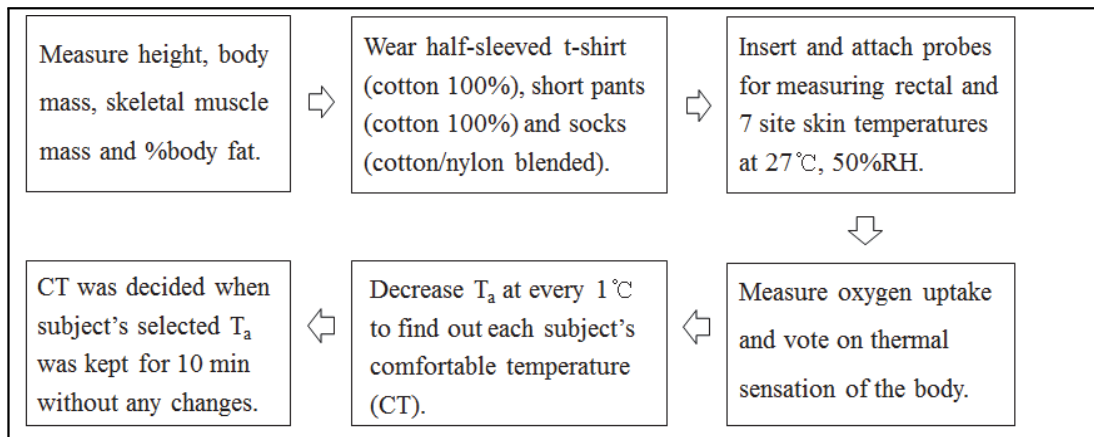


Fig. 1. Experimental procedure

를 찾기 위해 인공기후실의 온도를 27°C에서부터 1°C 간격으로 단계적으로 낮추며, 전신 또는 사지부의 온랭감이 '약간 서늘하다' 또는 '서늘하다'의 반응을 보이면서 그 상태가 10분간 지속되면 실험실의 온도 낮추기를 중지하였다.

5) 이어서 피험자 자신이 쾌적하다고 느끼는 온도, 즉 쾌적온도를 스스로 선택하게 하고, 피험자가 선택한 온도가 10분간 변동 없이 유지되면 실험을 종료하였다. 이상의 실험과정을 요약하면 Fig. 1과 같다.

3. 통계처리

실험결과는 SPSS 21.0 프로그램을 사용하였으며, 그룹 간 평균값의 차이는 독립표본t-test로, 변인들 간의 관계는 Pearson의 적률상관으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직장온과 평균피부온 반응

직장온과 평균피부온의 안정기 평균값과 냉방 상태에서 신체냉각 시의 변화율을 Table 2에 제시하였다. 직장온은 안정기 후반에 REG가 IREG에 비해 평균 0.23°C 높게 유지된 경향을 보였으나($p < 0.1$), 신체냉각 후에도 같은 수준을 유지하여 그룹 간에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. Maeda et al.(2005)의 연구에서는 8명의 남자대학생을 2개월간 유산소 운동으로 체력 단련시킨 다음 10°C의 추위에 90분간 노출하였을 때 운동훈련 전 직장온이 0.17°C 내려간 데 비해 훈련 후에는 0.06°C 상승했다는 결과를 얻었다. 피험자들에게 의도적으로 운동 훈련을 시키지 않은 이 연구에서 REG의 안정시 직장온이 IREG에 비해 다소 높게 유지된 것은 1년 이상 형성된 운동습관의 영향이라고 추정해볼 수 있겠으나, REG와 IREG 두 그룹의 피험자들은 체격이 유사하며 체중 당 체표면적에도 차이가 없는 것으로 보아(Table 1), 체열 유지와 체온 변화의 패턴이 유사한 것으로 판단된다.

평균피부온의 경우도 안정기와 신체냉각기에 두 그룹의 유의한 차이는 나타나지 않았다. 남녀대학생을 대상으로 실험한 선행연구(Shim & Jeong 2013)에

서는 실내온도가 점차 낮아지는 냉방 조건에서 여자가 남자에 비해 평균피부온의 강하율이 더 큰 결과를 얻고, 그 이유를 혈관수축기능의 성별 차이와 피하지방의 단열능력의 차이에 기인하는 것으로 해석하였다. 그러나 이 연구에 대해서는 피험자들이 모두 남자이므로 선행연구의 해석과 같이 혈관수축 기능의 성별 차이에 의한 것으로 설명할 수 없다. 또한 REG와 IREG의 평균피부온 강하율에 차이가 없었기 때문에 피하지방의 단열능력의 차이에 기인한다고도 볼 수 없다. 다만 Table 1에서 보는 바와 같이 REG와 IREG가 골격근량과 체지방률에서 각각 차이가 있었음에도 불구하고($p < 0.05$), 이들 변인이 이 연구의 환경조건에서 체온조절반응에 직접적으로 관여하지 않았거나, 체온조절반응에 영향을 미칠만한 수준이 아니었을 가능성을 배제할 수 없겠다. 또한 추위 자극의 강도가 약한 것도 원인이 될 수 있다는 점을 고려해볼 때, 향후 다양한 환경조건에서 연구를 수행하여 심도 있는 분석과 논의를 통해 밝힐 필요가 있다.

Table 2. Responses of rectal temperature(T_{re}) and mean skin temperature(T_{sk}) during experiment

	REG (n=8)	IREG (n=6)
T_{re} (°C) at baseline ¹⁾	37.28 ± 0.08	37.05 ± 0.08*
T_{sk} (°C) at baseline ¹⁾	34.06 ± 0.18	33.62 ± 0.27
ΔT_{re} (°C) ²⁾	0.02 ± 0.05	0.02 ± 0.06
ΔT_{sk} (°C) ³⁾	-1.79 ± 0.27	-1.75 ± 0.29

Mean ± SE, * $p < 0.1$

¹⁾ Values were obtained during the last 10 min of baseline at 27°C.

²⁾ Changes in the rectal temperature during the body-cooling phase.

³⁾ Changes in the mean skin temperature during the body-cooling phase.

Bittel(1992)은 인체의 일반적인 추위적응 형태로 대사성 적응, 단열성 적응, 저체온성 적응, 단열적 저체온성 적응이 있는데, 이러한 적응 형태에는 인종이나 민족에 의해 구분되는 것으로 알려져 왔지만 이와

같은 적응 방법들은 영양, 체력, 체지방 등의 요인과 관련이 있으며 그에 따라 수정될 수 있다고 지적하였다. Makinen(2010)도 이와 유사한 내용을 언급하였는데, 추위적응 형태는 추위자극의 강도와 형태, 나이, 성, 체성분, 운동, 다이어트, 체력, 건강에 따라 다르며, 생리적인 추위적응의 기능적 의미도 명확하지 않다고 하였다. 이러한 사실들에 비추어 볼 때, 이 연구의 경우 REG와 IREG 두 그룹의 피험자 그룹의 체성분에 뚜렷한 차이가 있었음에도 불구하고(Table 1) 두 그룹의 직장온도와 평균피부온 반응에 유의한 차이가 없었던(Table 2) 원인은 피험자들이 추위자극을 견딜 수 있는 수준의 냉방온도(20~22℃)에 노출되었기 때문에, 추위 자극의 강도가 약함으로 말미암아 생리적 추위적응 형태의 차이를 형성하지 못한 것으로 추정된다.

2. 주관적 온도감각 반응

피험자들이 안정기와 신체냉각 시에 전신에서 느낀 온도감각은 27℃의 안정기에는 두 그룹 모두 '약간 따뜻하다'고 느꼈으나(REG 4.1, IREG 4.0), 냉방이 진행된 상태에서는 모두 '서늘하다'고 응답하여(REG 6.9, IREG 6.7) 그룹 간에 유의한 차이는 없었다. 그러므로 전신온랭감 반응은 두 그룹의 골격근량과 체지방률이 서로 다르다는 체성분의 차이와 관계 없거나 또는 두 변인의 차이가 상쇄반응을 일으킨 것인지 확실하지는 않으나, 이 연구의 환경조건에서는 운동습관의 여부가 주관적 온도감각에 차이를 형성하지 않는 것으로 보인다.

3. 쾌적온도와 관련 변인들 간의 상관관계

냉방으로 인한 신체냉각 시 피험자들이 노출된 평균 최저 환경온도는 두 그룹 모두 20.5℃로 동일하였으며, REG와 IREG가 냉방 후 선택한 쾌적온도는 각각 평균 21.9℃와 22.0℃로서 두 그룹 간에 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 운동습관이 여름철 냉방 후의 쾌적온도를 결정하는 주요 요인이 아님을 알 수 있으며, 이것은 선행연구(Shim & Jeong 2013)에서 남녀대학생이 28℃에서 25℃로 냉방에 노출된

에 따라 쾌적온도가 1℃ 이상 낮아지고 환경온과 쾌적온도에 차이가 없어진 결과와 일치하는 것이다.

Table 3에는 피험자의 쾌적온도와 관련이 있을 것으로 추정되는 변인들, 즉 직장은 변화율, 평균피부온 변화율, 산소섭취량, 전신온랭감과 상관관계를 나타내었다. REG의 경우는 쾌적온도와 직장은 변화율 간에만 상관이 있는 경향이 있었고(p<0.1) 다른 변인들 간에는 유의한 상관이 없는 것으로 나타났다. 이에 비해 IREG의 경우는 쾌적온도와 직장은 변화율, 전신온랭감 간에는 유의한 상관이 없었으나 평균피부온 변화율(p<0.05)과 산소섭취량(p<0.01) 간에 유의한 상관이 나타나 쾌적온도와 이 두 변인들과의 관련성이 있음을 명확히 알 수 있다. 즉 평소에 운동을 별로 하지 않는 그룹에서는 안정 시 산소섭취량이 적을수록, 그리고 냉방 노출로 인해 '서늘하다'고 느끼고 평균피부온이 많이 내려갈수록 보다 높은 온도를 선호하였다는 것을 의미한다. 이러한 결과를 가지고 환경적응의 관점에서 볼 때, 냉방 노출 시 평소에 운동을 별로 하지 않는 학생은 적극적인 신체활동을 통해 산소섭취량을 늘리는 한편, 평균피부온의 강하 폭을 줄이기 위한 의생활을 하도록 권장한다.

Table 3. Correlations between preferred temperature and parameters in REG and IREG

	$\Delta T_{re}^{1)}$	$\Delta T_{sk}^{2)}$	$VO_2^{3)}$	GTS ⁴⁾
REG (n=8)	-0.632 ⁺	0.584	-0.312	0.167
IREG (n=6)	-0.452	0.896 [*]	-0.920 ^{**}	0.141

⁺p<0.1, ^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01

¹⁾ Changes in the rectal temperature during the body-cooling phase.

²⁾ Changes in the mean skin temperature during the body-cooling phase.

³⁾ Oxygen uptake obtained at a stable state of equilibrium.

⁴⁾ General thermal sensation voted by subjects during the last 10 min of the body-cooling phase.

이 연구에 참여한 대부분의 피험자들은 동일한 지역에 살거나 동일한 캠퍼스 환경에 노출되어 생활하므로, 하루 중 시간 소비 패턴과 생활이 유사하다고 볼 수 있다. 역시 같은 대학에 재학 중인 학생들을 대

상으로 한 Jun & Jeong(2012)과 Jeong(2013)의 연구 결과로 보아, 평소에 규칙적으로 운동을 하거나 운동 습관이 형성된 REG의 경우는 그렇지 않은 IREG에 비해 기후적응을 위한 체온조절 능력이 우수할 것으로 예측되었다. 그러나 예측과 달리 직장온과 피부온의 유지 형태와 양상을 통해 본 자율성 체온조절과 열쾌적성을 위한 온도선택 행동으로 평가한 행동성 체온조절 반응에 그룹 간 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과의 주요 원인으로는 두 그룹 피험자들의 체격과 BMI에 차이가 없다는 점, 여름철 냉방으로 인한 신체 냉각에서 추위자극의 강도가 크지 않음으로 인해 신체가 냉방 환경에 비교적 쉽게 적응해버린다는 점 등을 들 수 있겠다. 그러므로 운동습관의 차이가 자율성 및 행동성 체온조절 반응에 차이를 형성하기 위해서는 추위자극의 강도와 형태, 체형 등의 요인이 함께 고려되어야 할 것이며, 후속연구를 통해 보다 명확한 결론을 얻어야 할 것이다.

IV. 요약 및 결론

이 연구에서는 운동습관의 차이가 자율성 및 행동성 체온조절 반응에 영향을 미치는지 알아보기 위해, 건강한 20대 남자대학생 중에서 평소에 규칙적인 운동을 하는 학생(REG) 8명과 평소에 운동을 별로 하지 않는 학생(IREG) 6명을 대상으로 체온조절 반응을 측정된 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 직장온과 평균피부온의 안정 시 평균값과 냉방에 의한 신체냉각 시 변화율은 두 그룹 간에 유의한 차이가 없었다.

둘째, 전신의 온랭감은 두 그룹 모두 안정 시는 '약간 따뜻하다', 신체냉각 시는 '서늘하다'는 반응을 나타내었으나 그룹 간에 유의한 차이가 없었으므로, 이 연구의 환경조건에서는 운동습관의 여부가 주관적 온도감각에 영향을 미치지 않은 것으로 보인다.

셋째, 피험자의 쾌적온도와 직장온 변화율, 평균피부온 변화율, 산소섭취량, 전신온랭감과의 상관관계 분석결과, REG는 쾌적온도와 각 변인들 간에 유의한 상관성이 없는 것으로 나타났다. 이에 비해 IREG는 쾌

적온도와 직장온 변화율, 전신온랭감 간에는 유의한 상관성이 없었으나, 평균피부온 변화율($p(0.05)$)과 산소섭취량($p(0.01)$) 간에 유의한 상관성이 나타나 쾌적온도와 이 두 변인들과의 관련성이 있음을 확인하였다.

이 연구의 결과는 일상생활에서 개인 차원에서 이루어지는 운동습관이 주어진 환경조건에서 측정된 체온조절반응에 미치는 영향은 매우 작다는 것을 시사하고 있다. 그러므로 향후 운동의 종류, 강도, 지속기간 등의 요인이 복합적으로 고려된 조건에서 연구를 수행하는 것이 과제로 남아있다.

References

- Bittel J(1992) The different types of general cold adaptation in man. *Int J Sports Med* 13 (Suppl 1), 172-176
- Cramer MN, Jay O(2014) Selecting the correct exercise intensity for unbiased comparisons of thermoregulatory responses between groups of different mass and surface area. *J Appl Physiol* 116(9), 1123-1132
- Dobnikar U, Kounalakis SN, Mekjavic IB(2009) The effect of exercise-induced elevation in core temperature on cold-induced vasodilatation response in toes. *Eur J Appl Physiol* 106(3), 457-464
- Inbar O, Morris N, Epstein Y, Gass G(2004) Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp Physiol* 89(6), 691-700
- Jeong WS(2013) Effects of exercise habit on climate adaptability of male college students. *J Korean Soc Living Environ Sys* 20(3), 318-324
- Jun DG, Jeong WS(2012) A study on clothing behavior and health perception according to physical activity adherence and climate adaptability. *Korean J Community living Sci* 23(4), 457-466
- Kang DH(2009) The influence of sweat suit on thermoregulatory response during brisk walking exercise in a hot environment. *J Korean Soc Living Environ Sys* 16(3), 290-298
- Lee JY, Koscheyev VS, Kim JH, Warpeha JM(2009) Thermal dynamics of core and periphery temperature during treadmill sub-maximal exercise and intermittent regional body cooling. *J Korean Soc Living Environ Sys* 16(2), 89-100
- Lee SH, Lee KH, Yoo JH(2014) A comparison of physical fitness and bone mineral density by lifestyles on middle-aged women. *J Digit Convergence* 12(2), 447-453
- Maeda T, Sugawara A, Fukushima T, Higuchi S,

- Ishibashi K(2005) Effects of lifestyle, body composition, and physical fitness on cold tolerance in humans. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 24(4), 439-443
- Makinen TM(2010) Different types of cold adaptation in humans. *Front Biosci* 2, 1047-1067
- Powers SK, Howley ET(2001) *Exercise physiology -Theory and application to fitness and performance-*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Co., pp237-239
- Savourey G1, Bittel J(1998) Thermoregulatory changes in the cold induced by physical training in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 78(5), 379-384
- Shim HS, Jeong WS(2013) Suitability of setting summer indoor temperature for thermal comfort. *Korean J Community Living Sci* 24(4), 583-589
- Wilson TE, Johnson SC, Petajan JH, Davis SL, Gappmaier E, Luetkemeier MJ, White AT(2002) Thermal regulatory responses to submaximal cycling following lower-body cooling in humans. *Eur J Appl Physiol* 88(1-2), 67-75
- Yoshida T, Nagashima K, Nakai S, Yorimoto A, Kawabata T, Morimoto T(1998) Nonshivering thermoregulatory responses in trained athletes: effects of physical fitness and body fat. *Jpn J Physiol* 48(2), 143-148